Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica (Reluis)

Progetto Esecutivo

DPC - RELUIS

2010-2013

INDICE

DESCRIZIONE PROGETTO....4

Schede di Task....17

AT-1 Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito....18

Linea 1.1 Nuovi aspetti nella valutazione delle strutture esistenti e degli interventi di adeguamento e valutazione del rischio sismico del patrimonio costruito a scala regionale....19
Task 1.1.1- Edifici in muratura e centri storici e beni culturali....20
Task 1.1.2 - Strutture in cemento armato ordinarie e prefabbricate....61
Task 1.1.3 - Strategie di riduzione del rischio a medio termine su scala regionale....71

Linea 1.2 Sviluppo di approcci agli spostamenti per la valutazione della vulnerabilità....73
Task 1.2.1 - Principi, Aspetti Generali, Azioni....74
Task 1.2.2 – Strutture in c.a. con e senza tamponatura....76
Task 1.2.3 – Strutture Pre-fabbricate in c.a....78
Task 1.2.4 –Strutture in muratura....80
Task 1.2.5 –Strutture in acciaio e miste acciaio-calcestruzzo....82
Task 1.2.6 –Strutture in legno....84
Task 1.2.7 – Ponti....86
Task 1.2.8 – Strutture di sostegno....88
Task 1.2.9 – Fondazioni ed interazione terreno-struttura....90

AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica....92

Linea 2.1 Aspetti nella progettazione sismica delle nuove costruzioni....93
Task 2.1.1 - Strutture in cemento armato....94
TASK 2.1.2 - Strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo....98
Task 2.1.3 - Strutture di muratura....102
Task 2.1.4 - Strutture di legno....105

Linea 2.2 - Valutazionde della vulnerabilità e del rischio sismico di sistemi speciali....108
Task 2.2.1 - Dighe in calcestruzzo....109
Task 2.2.2 - Ospedali e strutture sanitarie....112
Task 2.2.3 - Impianti industriali, nucleari e lifelines....114
Task 2.2.4 - Componenti non strutturali....118
Task 2.2.5 - Contenuti museali ed aree archeologiche....120

Linea 2.3 - Innovazione tecnologica in ingegneria sismica....122
Task 2.3.1- Sviluppo ed analisi di nuovi materiali per l'adeguamento sismico (anche nuovi cls)....123
Task 2.3.2 - Sviluppo ed analisi di nuove tecnologie per l'adeguamento sismico....135

AT-3 Tecnologie per il monitoraggio del rischio e la gestione delle emergenze....138

Linea 3.1 - Sviluppo di tecnologie per il monitoraggio e gestione del rischio sismico....139
Task 3.1.1 - Reti temporanee....140
Task 3.1.2 - Sistemi automatici di azione e Early Warning....142
Task 3.1.3 – Monitoraggio....144

Linea 3.2 - Servizi per la gestione delle emergenze e rapid response 151
Task 3.2.1 - Organizzazione e gestione della rete territoriale di supporto tecnico al DPC 152
Task 3.2.2 - Organizzazione e gestione dei sistemi di supporto tecnico alla comunità professionale 154
Geotecnica - Macrotemi (MT) 161

Progetti Speciali 171

Schede di UR 185

DESCRIZIONE PROGETTO

Il progetto di ricerca ReLUIS II parte dalle conoscenze e dai risultati nel primo piano triennale, integrandole con altre da acquisirsi con la finalità principale di sviluppare strumenti utili al DPC per la gestione e mitigazione del rischio sismico. Ciò si declina lungo tre assi principali:

- Lo sviluppo di una piattaforma per la valutazione e gestione del rischio sismico delle costruzioni esistenti, adeguate e nuove a scala regionale e l'approfondimento delle metodologie (esistenti ed innovative) per la valutazione della capacità delle strutture esistenti e la progettazione degli interventi di adeguamento;
- La revisione delle recenti normative sismiche, migliorandone ulteriormente l'approccio unitario e l'applicabilità da parte della comunità professionale, nonché valutarne l'estendibilità a casi attualmente non normati o non consolidati, quali infrastrutture strategiche e impianti pericolosi, componenti non strutturali, contenuti museali ed aree archeologiche;
- La valutazione e lo sviluppo di nuovi strumenti e tecnologie per il monitoraggio, la gestione e la mitigazione del rischio sismico e del post-sisma nonché la formazione di una struttura di competenze di supporto al personale DPC in occasione degli eventi sismici.

Il progetto si svolge prevalentemente attraverso *ricerche sperimentali che facciano uso delle grandi infrastrutture sperimentali disponibili presso i laboratori del ReLUIS* al fine di valorizzare tali attrezzature e il notevole patrimonio acquisito attraverso di esse. Per questo motivo è prevista un'azione di coordinamento generale affinché i dati sperimentali (compresi filmati e foto) del presente progetto, ed anche dei progetti passati, vengano sistemati in repository (web-database), secondo criteri ben definiti.

Tutti i progetti dovranno essere coordinati con i progetti sviluppati dagli altri centri di competenza del DPC per il rischio sismico, ossia l'INGV per gli aspetti sismologici e l'EUCENTRE per aspetti ingegneristici. In particolare con quest'ultimo è necessaria per alcuni progetti una forte azione di integrazione dei prodotti, come richiamato nel seguito.

L'interlocuzione ed il coordinamento con il Dipartimento della Protezione Civile avverranno prevalentemente attraverso i referenti all'uopo nominati dal Direttore dell'Ufficio SIV, che potranno proporre anche opportune rimodulazioni, da condividere con i responsabili delle linee, ai fini di una più immediata utilizzabilità dei prodotti per la Protezione Civile. Tali rimodulazioni potranno richiedere ulteriori azioni e strumenti di coordinamento tra le diverse attività previste in progetto e documenti di sintesi da definire meglio nel corso del progetto.

Il progetto si articola in tre macro-aree tematiche (AT) , cui afferiscono 7 linee di ricerca, nonchè di temi trasversali e speciali:

- Area Tematica 1 (AT-1): *Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito*

1.1 Nuovi aspetti nella valutazione delle strutture esistenti e degli interventi di adeguamento e valutazione del rischio sismico del patrimonio costruito a scala regionale;
1.2 Sviluppo di approcci agli spostamenti per la valutazione della vulnerabilità.

- Area Tematica 2 (AT-2): *Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*

2.1 Aspetti nella progettazione sismica delle nuove costruzioni;
2.2 Valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico di sistemi speciali;
2.3 Innovazione tecnologica in ingegneria sismica.

- **Area Tematica 3 (AT-3)**: *Tecnologie per il monitoraggio del rischio e la gestione delle emergenze*

3.1 Sviluppo di tecnologie per il monitoraggio e gestione del rischio sismico;
3.2 Servizi per la gestione delle emergenze e rapid response.

- **ReLUIS speciale (RS)**: Progetti trasversali e speciali

Sono altresì previste attività di ricerca relative a cinque progetti trasversali (progetti RS) rispetto alle aree tematiche AT1, AT2 ed AT3; tali progetto RS hanno ad oggetto le seguenti tematiche:

RS1: Aspetti ingegneristici nell'input sismico;
RS2: Domanda sismica near-source ed effetti sulle strutture;
RS3: Rilevazione di agibilità, quantificazione del danno e regole e strumenti per la ricostruzione;
RS4: Modelli di sicurezza per edilizia esistente;
RS5: Impatto dei risultati della ricerca sulle NTC.

I temi sviluppati nell'ambito dei progetti RS risultano essere complementari rispetto a quelli delle linee di ricerca (1.1, 1.2, 2.1 e 2.2) costituenti le aree tematiche AT 1 ed AT2. In particolare, il progetto RS1 si pone come interfaccia dei progetti DPC-INGV.

- **Geotecnica:**

E' prevista infine una linea trasversale geotecnica che risulta suddivisa in macro-temi (MT) e comprende: MT1 (Risposta sismica locale e lifelines), MT2 (Fondazioni superficiali e su pali) e MT3 (Opere di sostegno rigide e flessibili). In particolare il macrotema MT1 risulta a sua volta articolato in 4 subtask:

MT1.1 - Proposte normative su classificazione sottosuolo ed effetti dell'amplificazione locale sulle azioni sismiche;
MT1.2 - Linee guida e codici per analisi di risposta sismica locale;
MT1.3 - Problemi near-fault ed effetti delle discontinuità nel sottosuolo sulla risposta sismica locale;
MT1.4 - Analisi sismica di lifelines e strutture interrate di supporto.

Le attività di ricerca coinvolgono UR distribuite capillarmente sul territorio nazionale, così come si evince dalla scheda tecnica che illustra le tematiche che saranno sviluppate nei singoli MT.

L'assegnazione delle risorse alle AT è tale che il 50% delle risorse generali disponibili sia dedicato alle attività sperimentali del progetto.

1.1. Nuovi aspetti nella valutazione delle strutture esistenti e degli interventi di adeguamento e valutazione del rischio sismico del patrimonio costruito a scala regionale.
Coordinatore Manfredi

Questa linea ha l'obiettivo di sviluppare metodi e fornire strumenti per la valutazione e la mitigazione del rischio sulle singole strutture (1.a) e sulla scala territoriale (1.b) e si articola per tipologie e problematiche strutturali.

1.1.1. Edifici in muratura, centri storici e beni culturali
1.1.2. Strutture in cemento armato ordinarie e prefabbricate
Trasversalmente ai temi relativi alle attività di cui ai punti 1.1.1 e 1.1.2 è prevista un'interazione con problematiche di natura geotecnica.

1.1.a. Nuovi aspetti nella valutazione delle strutture esistenti e degli interventi di adeguamento

Motivazioni: La sempre maggiore esigenza di sviluppare valutazioni di capacità di strutture esistenti si scontra con la difficoltà da parte di professionisti ed amministrazioni di applicare in maniera corretta i dettami normativi. Tale circostanza rappresenta da un lato una barriera alla diffusione di tale attività, dall'altra conduce a risultati a volte contrastanti che determinano contenziosi e contrasti con le amministrazioni. In particolare è necessario individuare in maniera più dettagliata il contesto normativo e di responsabilità in cui i professionisti agiscono. A tale scopo vanno approfonditi i metodi di indagine e conoscenza delle strutture, l'interazione tra verifiche per carichi verticali e verifiche sismiche, la necessità di soddisfacimento dei requisiti minimi normativi in termini di dettagli costruttivi e resistenze dei materiali. Inoltre vanno indicate procedure per valutare la robustezza e l'efficacia in termini di costi-benefici degli interventi di adeguamento per fornire alle amministrazioni strumenti di pianificazione strategica e valutazione ex-post.
L'art.3 dell'OPCM 3274 stabiliva un termine, ora protratto al dicembre 2010, entro il quale occorre effettuare le verifiche della sicurezza sismica delle opere strategiche e rilevanti. Molte di queste verifiche sono state effettuate con riferimento alle norme contenute nella suddetta ordinanza, mentre quelle successive all'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 sono svolte con le nuove norme. I risultati che ne scaturiscono possono essere anche significativamente diversi, ed è necessario ricondurre gli esiti delle verifiche ad un quadro di riferimento unico al fine di stabilire priorità di intervento. La diversità dei risultati può anche essere legata al tipo di analisi svolto, e dunque anche rispetto a tale aspetto sono necessari approfondimenti, al fine di non penalizzare eccessivamente strutture analizzate con metodi più prudenziali.
Diverse tecniche per interventi di rafforzamento locale che rispondano ai requisiti delle norme tecniche più recenti per gli interventi sugli edifici esistenti, sono stati già applicate nella fase di emergenza del terremoto di L'Aquila. L'approccio appare promettente in relazione alla necessità di semplificazione e velocizzazione della fase progettuale per conseguire più rapidamente gli obiettivi di una diffusa riduzione della vulnerabilità. Appare necessario un approfondimento sperimentale dell'efficacia di tali interventi, anche ai fini dello sviluppo e controllo dei relativi metodi di calcolo e di verifica.

Obiettivo:
L'approfondimento delle modalità di verifica di strutture esistenti ai sensi della 3274 (art.3) e il miglioramento di metodiche esistenti o la messa a punto di nuove, con riferimento alle NTC, appaiono obiettivi primari del progetto. Tra gli altri dovranno essere affrontati i seguenti aspetti: prove non distruttive, definizione di struttura non a norma, verifiche a carichi verticali, rispetto dei dettagli costruttivi (percentuale di armature longitudinale, passo staffe, etc.), aspetti di responsabilità di legge, etc. Per rendere immediatamente fruibili i risultati della ricerca, verranno sviluppate linee guida destinate ai professionisti che descrivano le tipologie di intervento e le modalità di verifica.
Riguardo alla necessità di omogeneizzare le verifiche effettuate con riferimento alle norme contenute nell'OPCM 3274, occorrerà stabilire delle procedure, anche molto semplificate, che permettano di equiparare, senza dover ri-effettuare il calcolo, gli esiti delle verifiche effettuate a quelli che scaturirebbero dall'applicazione delle nuove norme, con la mappa di pericolosità ad esse

associata. Occorrerà inoltre quantificare le differenze nei risultati delle verifiche che scaturiscono dall'utilizzazione di differenti ipotesi di calcolo e differenti modelli e metodi di analisi e di verifica.
Si affronterà inoltre il delicato problema della robustezza degli interventi di adeguamento in relazione ad errori di progettazione ed esecuzione. Si procederà alla determinazione dei costi di varie categorie di intervento (per esempio riparazione, riparazione più miglioramento, riparazione più adeguamento, ovvero multi-criterio) per ciascun sistema strutturale vulnerabile oltre che a stabilire gli eventuali costi di interventi provvisionali.
Per le attività di verifica delle metodologie di calcolo e verifica si utilizzeranno anche le *strutture facenti parte dell'Osservatorio Sismico delle Strutture (OSS)*, per le quali sono disponibili dettagliate informazioni relative alla caratterizzazione dei materiali e modelli numerici FEM a diversi livelli di dettaglio; nel corso degli anni è stata raccolta una significativa messe di dati relativi alla risposta di tali strutture ad eventi sismici intensivi bassa intensità; tali dati, che contengono preziose informazioni relative al comportamento reale delle costruzioni sotto sisma, saranno esaminati nel dettaglio.

Prodotti:
- Proposte di modifiche e integrazioni dell'attuale DM 2008 e relativa circolare
- Linee guida per professionisti per la valutazione delle strutture esistenti.
- Linee guida per professionisti ed enti locali per la valutazione degli interventi di rafforzamento locale, miglioramento ed adeguamento delle strutture esistenti.
- Procedura di equiparazione delle verifiche effettuate con riferimento all'OPCM 3274 rispetto al DM 14.01.2008.

1.b. Popolazione di una piattaforma per la valutazione del rischio sismico del patrimonio costruito a scala regionale

Motivazioni: L'analisi della vulnerabilità sismica delle strutture nuove ed esistenti è stata oggetto del precedente programma di ricerca DPC-ReLUIS 2005-2008. In particolare sono state effettuate analisi numerico-sperimentali su diverse tipologie strutturali realizzate in muratura (Linea di ricerca n.1), c.a. (Linea di ricerca n.2), acciaio e miste acciaio-calcestruzzo (Linea di ricerca n.5). I risultati ottenuti nel precedente progetto hanno consentito di interpretare la risposta sotto azioni sismiche di diversa intensità di tipologie strutturali comunemente utilizzate per edifici e ponti. Sono state identificate e discusse diverse criticità della risposta dinamica non lineare delle strutture, che meritano ulteriori approfondimenti di natura numerico-sperimentale. I risultati già acquisiti nel precedente progetto di ricerca costituiscono una fonte affidabile ed ampliabile per la valutazione della vulnerabilità sismica delle costruzioni esistenti. Esiste in parte una categorizzazione su base tipologica del patrimonio costruito italiano che richiede un'organizzazione e opportune elaborazioni per poter effettuare analisi complete di rischio sismico, attraverso un sistema di supporto alle decisioni da fornire al DPC.

Obiettivo: La valutazione della vulnerabilità sismica delle costruzioni esistenti sarà ottenuta attraverso l'organizzazione di una piattaforma per analisi delle conseguenze in relazione a scenari di evento. Si intende come piattaforma l'insieme delle informazioni adeguatamente organizzate.
Le informazioni verranno generate dalle unità di ricerca (UR) e immesse nel database. Tutte le U.R. debbono operare secondo gli stessi standard per arrivare a delle curve di vulnerabilità più approfondite a carattere regionale. Queste vulnerabilità possono essere valutate anche in relazione ai diversi rischi.
Il coordinamento nazionale delle diverse U.R., ma anche tra i diversi progetti di ricerca attuali e futuri, richiede la compilazione di un elenco in particolare degli:

- elementi (edifici privati, pubblici, monumentali, industriali, opere infrastrutturali, impianti, etc.)

- lo studio della loro vulnerabilità per tipologie strutturali o singoli oggetti
- l'inventario (localizzazione)
- l'esposizione (vite umane, oggetti, attività, etc)

in modo da avere una grande matrice le cui caselle verranno man mano riempite con gli studi ad hoc, in modo da potere, nel giro di alcuni anni, avere un modello completo di elementi e strutture con tutte le loro caratteristiche necessarie ad effettuare analisi di rischio.
Questo sistema dovrà essere dotato di un elevata flessibilità per poter essere utilizzato per valutazioni multirischio a scala regionale e anche a medio termine. La piattaforma per la valutazione multirischio sarà progettata sulla base delle esigenze specifiche di ogni tipologia strutturale e materiale da costruzione, ma al contempo avrà un grado di flessibilità tale da poter includere anche tipologie di materiali e costruzioni non tipiche, nonché effetti di altre sorgenti di pericolosità, oltre quella sismica, che possono accadere in concomitanza o successivamente all'evento sismico, amplificando la perdita attesa. Database dedicati potranno essere successivamente implementati per includere anche opere strategiche ed infrastrutturali e l'interazione di queste con il patrimonio costruito nel caso di evento catastrofico (per esempio, disponibilità reti per la gestione dei flussi di traffico nel post-evento e il raggiungimento delle infrastrutture critiche operative).
Per determinare la fragilità i parametri prestazionali di riferimento ed i loro valori soglia per la caratterizzazione dei vari livelli di danneggiamento saranno definiti anche sulla base di prove sperimentali ben finalizzate, che dovranno essere condotte per alcune tipologie strutturali e per materiali da costruzione.
Il sistema implementato dovrà consentire anche di determinare, attraverso le curve di vulnerabilità delle diverse tipologie strutturali considerate, le priorità di intervento di adeguamento per le costruzioni esistenti nonché la tecnologia più adatta sulla base delle caratteristiche della classe, il rischio e i limiti di budget per gli interventi.
E' prevista un'interazione con il gruppo dei geotecnici impegnati nella revisione e sviluppo normativo al fine di tener conto anche degli effetti dell'interazione suolo-struttura per la determinazione delle curve di fragilità.

Prodotti: Popolazione di una piattaforma per l'elaborazione e visualizzazione degli scenari multirischio a scala regionale tipo HAZUS, RISK UE, PAGER, ma a scala regionale italiana.

1.2. Sviluppo di approcci agli spostamenti per la valutazione della vulnerabilità

Motivazioni: Metodi di valutazione basati su un confronto tra domanda e capacità in termini di spostamento sono da molti ritenuti come i più promettenti al fine di ottenere valutazioni attendibili della risposta strutturale in relazione a prestazioni globali di agibilità e di danno atteso.
È necessario che approcci di questo tipo siano indagati ed applicati in modo esteso a diversi tipi strutturali e confrontati con i risultati di prove sperimentali su grandi modelli, di accurate analisi di simulazione numerica in dinamica non lineare, in modo da valutarne la reale efficacia e da costituire le basi per una futura generazione di linee guida e codici normativi.

Obiettivo: L'obiettivo fondamentale del progetto consiste nella definizione dei principi e delle regole di dettaglio per lo sviluppo di un codice modello per la valutazione della sicurezza delle strutture, basato su confronti domanda – capacità in termini di spostamento. Il progetto dovrà concludersi con la redazione di tale codice modello, di un commentario e di un'ampia casistica di progetti da utilizzare come riferimento ed esempio.
Il progetto sarà organizzato in un task a valenza generale, cui parteciperanno in qualche misura tutte le unità di ricerca ed in alcuni tasks a carattere specifico, relativamente a diversi tipi strutturali. Per ogni tipo strutturale si procederà alla definizione di una serie di casi studio, per i quali si confronteranno i risultati ottenibili con approcci tradizionali, con approcci agli spostamenti e con

metodi raffinati di analisi non lineare. I confronti potranno essere utilmente svolti in sinergia con le attività svolte nell'ambito del tema 1.
Per ogni specifico tipo strutturale, si definiranno le logiche di valutazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità degli elementi, le caratteristiche appropriate per la definizione di parametri di smorzamento equivalente atti a simulare le effettive capacità dissipative della struttura e la forma della struttura, anche in relazione al metodo di analisi strutturale appropriato.
Prodotti:
Un codice modello agli spostamenti per la valutazioni di strutture con commentario ed allegati volumi di casi-studio di valutazione agli spostamenti, confrontati con metodi tradizionali

2 Aspetti nella progettazione sismica delle nuove costruzioni

2.1. Strutture in cemento armato
2.2 Strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo
2.3 Strutture in legno

Motivazioni: La recente emanazione del D.M. 14/01/2008 e la relativa Circolare esplicativa del 26/02/2009 ha determinato per la prima volta in Italia un corpus normativo unico e coerente. Esso richiede una verifica continua sul campo, propedeutica per una eventuale revisione, per gli aggiornamenti conseguenti agli avanzamenti dello stato dell'arte e per migliorare la coerenza interna, ciò anche in vista della definitiva entrata in vigore degli Eurocodici.
Oltre agli sviluppi strettamente legati alle singole tipologie strutturali, è importante la rivisitazione della parte relativa alla definizione delle azioni, una delle più importanti novità delle nuove norme, in relazione sia al generale approccio puntuale, sia alla necessità di migliorare la definizione della componente verticale dell'azione, sia ad una verifica delle modalità di messa in conto degli effetti di amplificazione locale nella definizione degli spettri di risposta. Quest'ultima attività potrebbe essere direttamente svolta dai coordinatori che possono avere una visione d'insieme dei riflessi della definizione delle azioni sulle varie tipologie strutturali.
Infine, la parte geotecnica richiede un ulteriore sforzo di omogeneizzazione con la parte di sovrastrutture, in particolare riguardo a pali, cerniere plastiche, gerarchia delle resistenze, vulnerabilità di muri di sostegno esistenti, interazione tra scavi urbani e vulnerabilità sismica degli edifici.

Obiettivo: L'attività della presente linea tematica è finalizzata a definire indicazioni e raccomandazioni per una futura revisione delle parti dedicate alla progettazione sismica del recente D.M. del 14/01/2008 e della relativa Circolare esplicativa del 26/02/2009, per tener conto sia degli ulteriori sviluppi tecnico-scientifici, sia delle esperienze applicative, sia, infine, per una migliore armonizzazione delle prescrizioni normative del D.M. del 2008 con quelle contenute negli Eurocodici. La revisione normativa interesserà anche le Linee Guida Beni Culturali, per queste ultime sono previste anche proposte di modifica e miglioramento.

Prodotti:
- Documento di revisione e commentario al D.M. del 14 gennaio 2008.

3. Valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico di sistemi speciali (strutture strategiche, impianti industriali e lifelines)

3.1 Dighe in calcestruzzo
3.2 Ospedali
3.3 Impianti industriali e lifelines
3.4 Impianti nucleari

Motivazioni: esistono una serie di strutture ed infrastrutture strategiche o critiche di elevato in interesse per questioni di protezione civile per cui lo stato dell'arte della conoscenza sulla valutazione del rischio sismico non è consolidato e richiede significativi sviluppi per la redazione di documenti pre-normativi finalizzati alla loro protezione sismica. Dal punto di vista delle singole strutture/edifici questo riguarda gli ospedali, gli impianti industriali pericolosi, gli impianti nucleari, le dighe, etc. Per quanto riguarda i sistemi distribuiti si considerano le reti di trasporto, di distribuzione e le lifelines in genere le quali possono anche interagire con il patrimonio edilizio. Entrambe le categorie considerate sono caratterizzate da un elemento peculiare: la valutazione del rischio sismico richiede un approccio di sistema. E' fondamentale rilevare che per le strutture critiche spesso il rischio è dovuto maggiormente al collasso dei componenti di impianto o più in generale dei componenti non strutturali (es. ospedali o centrali nucleari). Per quanto riguarda le lifelines l'approccio di sistema è richiesto dalla distribuzione spaziale delle stesse. Per queste ultime l'analisi di rischio sismico è tesa a valutarne la disponibilità e il livello di servizio nel post sisma e non può prescindere dalla valutazione della capacità residua e del rischio di aftershock.

Obiettivo:
Per le dighe in calcestruzzo procederà alle verifiche secondo normativa esistente evidenziandone e proponendo temi di sviluppo. L'analisi sismica delle dighe sarà utilizzata per la determinazione della vulnerabilità delle dighe su territorio nazionale, vulnerabilità che sarà opportunamente integrata e gestita attraverso un sistema GIS opportunamente integrato con i sistemi DPC. Tale attività sarà coordinata con il progetto "d6" sulle dighe in terra del progetto Eucentre in modo da avere un risultato omogeneo sulle due tipologie di dighe ai fini degli usi del DPC.
Per gli ospedali si affronterà la delicata e fondamentale analisi delle problematiche inerenti gli elementi non strutturali, impianti e attrezzature. Saranno eseguite prove sperimentali finalizzate alla caratterizzazione delle prestazioni della componentistica medicale e suppellettili in genere al fine di proporre linee guida per la valutazione della vulnerabilità di detti sistemi.
Per gli impianti industriali si prevede un esame critico dello stato dell'arte sulla valutazione sismica degli impianti industriali.
Per le lifelines è previsto lo sviluppo di metodologie per l'analisi di rischio a livello urbano con interazioni con altri sistemi vulnerabili. In particolare si procederà alla valutazione degli effetti di interazione con edifici a seguito del collasso di reti distribuzione gas.
Per le centrali nucleari si prevede un esame critico della normativa vigente relativamente al comportamento sismico di strutture e componenti di concerto con le azioni condotte da ENEA

Prodotti:
- Vulnerabilità delle dighe in calcestruzzo
- Linee guida per la valutazione di vulnerabilità di strutture ospedaliere, per la sperimentazione per l'analisi di fragilità componenti non strutturali e proposta normativa per elementi non strutturali soggetti ad accelerazioni.
- Stato dell'arte sulla valutazione sismica degli impianti industriali e ricadute normative
- Stato dell'arte sulla valutazione sismica delle centrali nucleari e ricadute normative
- Linee guida per l'analisi di disponibilità e rischio sismico di reti spazialmente distribuite.

4. Innovazione tecnologica in ingegneria sismica
4.1. Sviluppo ed analisi di nuovi materiali per l'adeguamento sismico
4.2. Sviluppo ed analisi di nuove tecnologie per l'adeguamento sismico
4.3 Analisi di fattibilità e cantierabilità

Motivazioni: La recente emanazione del D.M. 14/01/2008 ha portato ad un significativo aumento di interesse da parte del mondo professionale verso tecniche di protezione sismica di strutture nuove e

adeguamento di quelle esistenti, la cui diffusione risulta però ancora limitata. Appare necessario sostenere la ricerca nel settore dei materiali e delle tecnologie innovative, sviluppando anche approfonditi studi sulla fattibilità di tali soluzioni in relazione a diversi casi possibili.
In questo ambito, l'impiego di materiali naturali e da riciclo sta acquistando una connotazione sempre più marcata per le spiccate caratteristiche di fattibilità economica, eco-compatibilità ed eco-sostenibilità. Ad esempio l'utilizzo di gomme in materiale riciclato e lamine di armatura in materiale composito anziché acciaio potrebbe portare ad un significativo abbattimento dei costi, oltre che del peso degli isolatori, e la possibilità di produrre elementi di grosse dimensioni, da tagliare opportunamente con notevole semplicità a seconda delle esigenze. E' necessario però verificare dal punto di vista sperimentale e sul campo che dispositivi di questo tipo abbiano caratteristiche meccaniche e durabilità tali da soddisfare i requisiti normativi. Nel campo dei materiali compositi per l'adeguamento sismico, l'impiego di nuove fibre (metalliche, naturali, basaltiche, etc.) e nuove matrici inorganiche apre nuovi orizzonti, ma richiede indagini sperimentali e nuove regole normative.

Obiettivo: Si prevede lo sviluppo ed analisi di nuovi materiali, ovvero materiali naturali e da riciclo, nuove fibre e matrici, che possano essere impiegati nelle zone dissipative o nelle intere membrature delle strutture soggette ad azioni sismiche. Occorrerà procedere alla caratterizzazione fisico-meccanica di detti materiali, valutare la loro resilienza, la fattibilità l'eco-compatibilità ed eco-sostenibilità. Si provvederà inoltre alla caratterizzazione delle proprietà statiche e dinamiche di dispositivi dissipativi e di controllo a basso costo basati sull'utilizzo di gomme in materiale riciclato e lamine di armatura in materiale composito. Saranno eseguite prove sperimentali per la determinazione delle proprietà meccaniche dei dispositivi analizzati. Si valuterà l'applicabilità delle procedure di qualificazione dei dispositivi tradizionali ai nuovi sistemi a basso costo ed eco-compatibili considerati.

Prodotti:
- Linee Guida per nuovi materiali e sistemi dissipativi e di controllo a basso costo ed eco-compatibili per l'ingegneria sismica.
- Linee guida per l'applicazione delle nuove tecnologie per l'ingegneria sismica che includa aspetti di fattibilità e cantierabilità con riferimento a studi teorici e casi studio.

5. Sviluppo di tecnologie per il monitoraggio e gestione del rischio sismico

Motivazioni: Esistono molte tecnologie innovative con significative prospettive per quanto riguarda l'applicazione al rischio sismico e che potrebbero essere di significativo interesse per il DPC. Per i sistemi tradizionali di early warning (EW) occorre formulare metodiche di applicazioni a casi reali. A tal proposito è necessario riferirsi a casi studi che mettano in evidenza eventuali criticità dell'applicazione dei sistemi disponibili per l'EW e consentano di quantificare il beneficio derivante dall'applicazione.
Altro esempio di tecnologie innovative che vanno ulteriormente investigate, per quanto riguarda l'applicazione al rischio sismico, sono i sensori a basso costo (ad esempio MEMS). Grazie al continuo abbattimento dei costi dell'hardware, è oggi possibile realizzare sistemi di monitoraggio sismico a costi estremamente contenuti, studi preliminari in questo senso sono stati sviluppati nel primo progetto triennale nella Linea 9. E' necessario però effettuare un'accurata analisi di affidabilità di detti sistemi e valutarne la fattibilità per l'applicazione al patrimonio costruito per la mitigazione degli effetti e per la gestione delle emergenze post-sisma.
Le potenzialità dei sistemi di early warning e di monitoraggio strutturale si amplificano se si sviluppano sistemi integrati. In fase di rapid response tale integrazione va estesa a dati ottenuti da satelliti e da sensori aviotrasportati anche da velivoli senza pilota.

Obiettivo: Si prevede la formulazione di metodiche per l'impiego dell'EW. In particolare saranno svolti studi di fattibilità di EW di insediamenti industriali con sistemi dedicati che utilizzino strumentazione specifica che circonda l'area o anche all'interno delle strutture. Detti sistemi saranno in grado di valutare il danno e determinare le azioni da intraprendere in relazione alla pericolosità dell'impianto considerato. Contestualmente sarà effettuato uno studio delle metodiche di EW sulla base dell'analisi delle conseguenze e dei costi. I punti critici da sviluppare sono l'utilizzo delle informazioni disponibili dai sistemi di EW e gli aspetti di responsabilità legati alla emanazione di un allarme, nonché la analisi di fattibilità per specifiche applicazioni. Infine va esplorato l'utilizzo dei sistemi di EW subito dopo l'evento al fine di creare l'evoluzione delle mappe di danno. La valutazione del danno avverrà in remoto a partire dai dati registrati, attraverso procedure di simulazione per spostamenti impressi o comunque utilizzando un insieme di grandezze monitorate ed una modellazione semplificata.
Nell'ambito del sistema di monitoraggio a basso costo si valuterà l'affidabilità di tali sistemi innovativi rispetto ai sistemi tradizionali, anche al fine di diffondere il loro utilizzo per il miglioramento della sicurezza sismica del costruito su territorio nazionale.
Si svilupperanno sistemi di integrazione tra sistemi di early warning e di monitoraggio con dati provenienti da satellite e da sensori aviotrasportati con l'obiettivo di ottenere mappe di danno real-time con aggiornamento dinamico fornito da integrazione di reti di sensori e piattaforme satellitari ed aviotrasportate. Tale attività prevede una interazione con il progetto Eucentre relativo all'uso di dati satellitari.

Prodotti:
- Studio delle potenziali applicazioni di EW a diverse situazioni di insediamenti industriali e lifelines.
- Applicazione del sistema di early warning ad un caso studio comprendente un'area industriale o un grande impianto.
- Metodiche per l'elaborazione e visualizzazione di mappe di danno di tipo real time con aggiornamento dinamico ed integrazione di reti ti sensori e piattaforme satellitari ed aviotrasportate.
- Applicazione dimostrativa e linee guida per l'applicazione di sistemi di monitoraggio a basso costo su strutture.

6. Servizi per la gestione delle emergenze e rapid response

6.1. Organizzazione e gestione della rete territoriale di supporto tecnico al DPC
6.2. Organizzazione e gestione dei sistemi di supporto tecnico alla comunità professionale
6.3. Organizzazione di banca dati di attività sperimentali svolte da RELUIS

Motivazioni: La creazione di un'attività di servizio che si traduca in una concreta ed efficace organizzazione e gestione delle emergenze in fase di post-sisma ha un ruolo fondamentale sia come supporto tecnico al DPC che per le comunità professionali interessate. Allo stato sono disponibili schede, mappe, dati di monitoraggio, progetti, esempi che vanno organizzati e resi disponibili in una forma direttamente fruibile dagli operatori tecnici che saranno protagonisti della gestione delle emergenze.

Obiettivo: E' prevista la creazione di un software dedicato che si integri con il programma di caricamento delle schede AEDES e BC e calcoli costi di intervento secondo diverse ipotesi reimpostate o impostate di volta in volta (riparazione solo, riparazione e miglioramento, riparazione ed adeguamento). Questo strumento potrà essere utilizzato per la valutazione dei costi di danno in condizioni di gestione dell'emergenza.

Si procederà alla divulgazione ed integrazione di dati relativi al monitoraggio su strutture dell'Osservatorio Sismico delle Strutture. Occorrerà pertanto realizzare un database accessibile via web tipo ITACA per la RAN.
Si procederà all'organizzazione di una banca dati, con sintesi dei risultati principali, di attività sperimentali svolte da ReLUIS nel precedente e presente progetto. In questo caso si tratta di un'azione di coordinamento generale affinchè i dati sperimentali (descrizione delle prove, registrazioni dei parametri di misura delle prove, foto, filmati, etc.) del presente progetto ed anche dei progetti passati vengano sistemati in repository (web-database) secondo criteri ben definiti:

- Occorre creare lo strumento informatico (come NEESit o anche qualcosa di più semplice)
- Creare una struttura di coordinamento e controllo
- Creare delle motivazioni affinché avvenga il deposito dei dati (condizionamento del finanziamento ma anche qualche forma di riconoscimento scientifico)
- Stabilire delle regole per garantire l'origine del dato

Si prenderà a riferimento per questa attività quanto è stato ottenuto nel progetto TRE.RE.M.

Prodotti:
- Attività di formazione ed organizzazione di gruppi DPC regionali e nazionali.
- Messa a punto di database delle registrazioni dell'OSS per la diffusione dei dati delle registrazioni
- Organizzazione e gestione della banca dati sperimentali relativi alle attività svolte da ReLUIS.

- ReLUIS speciale (RS): Progetti trasversali e speciali

RS1 - Aspetti ingegneristici nell'input sismico
RS2 - Domanda sismica near-source ed effetti sulle strutture
RS3 - Rilevazione di agibilità, quantificazione del danno e regole e strumenti per la ricostruzione
RS4 - Modelli di sicurezza per edilizia esistente
RS5 - Impatto dei risultati della ricerca sulle NTC

Motivazioni: A valle del primo progetto triennale e dell'esperienza del terremoto de L'Aquila è emersa la necessità di affrontare una serie di temi che rispondano a esigenze trasversali rispetto all'ingegneria sismica e alle linee di ricerca fin qui discusse. Infatti, gli aspetti di interfaccia con la parte sismologica della ricerca italiana e internazionale richiedono attività mirate e fortemente interdisciplinari, così come anche la traduzione, in strumenti normativi, della ricerca del primo e del secondo piano triennale. Allo stesso modo, la progettazione sismica in condizioni vicine alla sorgente è un problema non ancora risolto internazionalmente e drammaticamente riemerso a valle del terremoto del 6 aprile 2009, che non può essere ora trascurato così coma la verifica degli strumenti previsionali del rischio sismico attraverso la stima del danno e gli strumenti di verifica dell'agibilità.

Obiettivo: Per quanto riguarda l'interfaccia con la ricerca sismologica si prevede di valutare l'affidabilità dell'uso di accelero grammi sintetici nella valutazione delle risposta non lineare delle strutture, nonché di affinare ulteriormente gli strumenti per la valutazione delle azioni sismiche sulle strutture e la selezione dell'input sismico messi a punto nel primo piano triennale e di svilupparli ulteriormente, ad esempio, verso la selezione di accelero grammi compatibili con spettri di spostamento e di banche dati ad hoc per situazioni particolari di progettazione sismica; es. *near-source*. Sempre in relazione a strutture in condizioni di near-source, si intende siviluppare metodi di valutazione delle azioni e di progetto ad hoc.
Per quanto riguarda le strutture esistenti, avendo riconosciuto che esse necessitano di procedure di indagine e di verifica sismica non ancora soddisfacenti nelle norme attuali, si intende sviluppare approcci di codice dedicati e probabilistici o almeno semi-probabilistici.

Per quanto riguarda la valutazione del danno si intende rafforzare il legame tra quanto sviluppato dalla ricerca nella stima della prestazione strutturale e gli strumenti per la valutazione della agibilità e del danno post evento.
Infine, esistono una serie di risultati della ricerca di diretto impatto sulle norme attuali: l'input sismico, i metodi di analisi, la definizione dei fattori di struttura, etc; per i quali ci si prefigge di ottenere formati implementabili in una versione rivista della norma.

Prodotti:

- Strumenti avanzati di definizione delle azioni sismiche e selezione dell'input sismico direttamente applicabili al caso italiano;
- Metodi di progettazione in condizioni near-source;
- Formati e procedure di codice per l'indagine e la verifica sismica di strutture esistenti;
- Strumenti avanzati di rilievo del danno e per le verifiche di agibilità;
- Formati di codice per i risultati della ricerca direttamente implementabili in una versione rivista delle normative italiane in vigore.

- **Geotecnica**:

Motivazioni: Nelle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, la valutazione degli effetti di amplificazione locale può essere effettuata sulla base di una procedura semplificata, tramite classifica del sottosuolo in base al parametro VS30 (che sintetizza il profilo di velocità delle onde di taglio dei primi 30 m di sottosuolo) ed assegnazione dell'amplificazione stratigrafica in funzione dell'ampiezza del moto di riferimento, espressa dal prodotto F0 ag. Sempre con riferimento alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, le analisi di risposta sismica locale costituiscono lo strumento ideale per la valutazione delle azioni sismiche sugli edifici ed altri manufatti. Le incertezze dei risultati della analisi derivano dalla definizione dell'input sismico da assegnare al bedrock, dalla caratterizzazione geotecnica del modello di sottosuolo, e dalle prestazioni ed affidabilità dei codici di calcolo. Le procedure con cui però, caso per caso, l'input sismico viene generato, o selezionato ed eventualmente corretto, non sono però ancora codificate. Usualmente, la definizione del modello geotecnico del sottosuolo viene condotta con approcci deterministici, che non prendono in considerazione le incertezze insite nella valutazione dei parametri di modello.
La Normativa classifica i metodi di analisi in dinamiche semplificate ed avanzate, realizzabili al giorno d'oggi con numerosi codici di calcolo commerciali basate prevalentemente su modellazioni di tipo 1D e 2D. Pochissimi di questi codici hanno però una versatilità tale da poter modellare l'estrema varietà dei comportamenti dei terreni e delle strutture con essi interagenti. Tutti i metodi di analisi di risposta sismica locale fanno in genere riferimento a condizioni far-field, cioè ad un moto sismico in ingresso nel dominio d'analisi con le medesime caratteristiche in ogni punto della frontiera. Il campo di radiazione nelle zone prossime alla sorgente sismica (near fault) è invece fortemente variabile (tipicamente, per effetto della polarizzazione e della direttività) inducendo ciò che viene convenzionalmente definito in letteratura come "effetto near field,. Tutti i fattori sopracitati possono in definitiva risultare determinanti sia nelle verifiche di stabilità del sito che nella valutazione delle azioni sismiche di progetto, ma la loro valutazione non è contemplata nei recenti sviluppi della Normativa.
Durante terremoti recenti particolarmente distruttivi, sono stati registrati danni ingenti e irreversibili a gallerie, tubazioni e serbatoi interrati, causandone la temporanea o definitiva sospensione dell'utilizzo. Sia per limitare il danno subito da una comunità, sia per la gestione dell'emergenza dopo un evento sismico strong-motion, risulta dunque di estrema importanza garantire la sicurezza ed il funzionamento dei serbatoi e delle tubazioni per l'adduzione dell'acqua e del gas. L'analisi dell'interazione tra il terreno, l'infrastruttura ed il fluido è quindi necessaria in primo luogo nella

pratica progettuale, ma anche nelle analisi di scenario, per la valutazione della funzionalità delle reti su un territorio esteso. Infine occorre evidenziare che le proposte normative attualmente esistenti per l'analisi della risposta sismica delle fondazioni superficiali e profonde è stata in larga parte basate su simulazioni numeriche e/o prove molto semplificate realizzate prevalentemente negli Stati Uniti ed in Giappone, con condizioni al contorno che risultano essere talora molto dissimili da quelle che si rinvengono in molti casi pratici in ambito nazionale, sia per le caratteristiche stratigrafiche specifiche del nostro territorio, sia per le soluzioni progettuali delle opere fondazioni tipicamente utilizzate in Italia.

Obiettivo: Ci si propone di superare le sopracitate limitazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni, e di proporre criteri alternativi ed innovativi, basandosi sullo stato dell'arte delle conoscenze a livello nazionale ed internazionale, ed in particolare sull'avanzamento della definizione della pericolosità sismica locale in Italia. Altri obiettivi sono: definire le limitazioni ed ampliare le potenzialità degli strumenti di valutazione dell'input sismico, della definizione del modello geotecnico di sottosuolo, e di analisi dinamica della risposta sismica locale.
Per quanto riguarda gli effetti locali, ci si propone di mettere a punto metodologie d'analisi ed indicazioni pre-normative per l'introduzione nei metodi d'analisi della risposta sismica locale di effetti dovuti alla vicinanza della sorgente ed a discontinuità nel bedrock e nei depositi superficiali.
Infine, ci si propone di mettere a punto metodologie d'analisi ed indicazioni pre-normative per la valutazione dell'interazione terreno-infrastruttura-fluido e delle deformazioni permanenti di tubazioni e serbatoi interrati. Ulteriore obiettivo è quello di fornire formulazioni semplificate per la valutazione delle azioni cinematiche ed inerziali per sistemi fondazionali di tipo profondo per diverse geometrie e condizioni stratigrafiche.

Prodotti:

- definizione di criteri di classificazione alternativi, basati su più parametri rappresentativi della risposta del sito;
- definizione di fattori di amplificazione affidabili, per esprimere l'amplificazione stratigrafica in funzione di ampiezza e contenuto in frequenza del moto di riferimento.
- sviluppo di procedure per individuare le principali caratteristiche delle onde incidenti e definire l'input sismico da utilizzare nelle analisi di risposta locale;
- sviluppo di procedure di carattere stocastico per valutare la propagazione delle incertezze dell'input sismico e della caratterizzazione sperimentale dei terreni nelle analisi numeriche della risposta sismica locale;
- sviluppo di metodi di analisi dinamica di sistemi semplificati sottosuolo-struttura, con eventuale presenza di discontinuità nella struttura o nel terreno, caratterizzato da legame costitutivo avanzato.
- sviluppo di metodi di analisi dinamica semplificata ed avanzata per lo studio del comportamento sismico di tubazioni di acqua o gas in direzione longitudinale e trasversale;
- sviluppo di analisi numeriche dell'interazione sismica terreno/struttura/fluido e dei fenomeni deformativi permanenti di serbatoi interrati.
- sviluppo di analisi numerico-sperimentali per la valutazione degli effetti inerziali e cinematiche relativi alle fondazioni profonde.

Azioni di coordinamento generale

a) coordinamento del progetto
b) divulgazione dei prodotti
c) referaggio internazionale del progetto

Modalità di attuazione del progetto

Entro sessanta giorni dalla stipula della convenzione verrà presentato al DPC per l'approvazione il Progetto Esecutivo 2010-2013 con indicazione dettagliata dei coordinatori delle differenti linee, delle unità di ricerca con coordinatori ed importi dei finanziamenti relativi e delle modalità di esecuzione del progetto con l'indicazione dei referenti DPC e dei referee esterni.

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica (Reluis)

Progetto Esecutivo

DPC – RELUIS

2010-2013

Allegati Tecnici

Schede di Task

AT-1 Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito

Linea 1.1 Nuovi aspetti nella valutazione delle strutture esistenti e degli interventi di adeguamento e valutazione del rischio sismico del patrimonio costruito a scala regionale

Task 1.1.1- Edifici in muratura e centri storici e beni culturali

Area Tematica	*AT1 - Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito*	
Linea	*1 - Nuovi aspetti nella valutazione delle strutture esistenti e degli interventi di adeguamento e valutazione del rischio sismico del patrimonio costruito a scala regionale*	
Task	***1 - Valutazione della vulnerabilità di edifici in muratura, centri storici e beni culturali***	
Coordinatori del task	*Sergio Lagomarsino – Università degli Studi di Genova* *Guido Magenes – Università degli Studi di Pavia* *Claudio Modena – Università degli Studi di Padova*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	POLIMI-a	Giuliana Cardani
	POLIMI-b	Maria Adelaide Parisi
	ROMA1-a	Luis Decanini Domenico Liberatore
	ROMA1-b	Giorgio Monti
	ROMA2	Ugo Ianniruberto
	ROMA3	Gianmarco De Felice
	UNIBG	Giulio Mirabella Roberti
	UNIBO	Marco Savoia
	UNIBS	Ezio Giuriani
	UNICT	Ivo Caliò
	UNIFE	Antonio Tralli
	UNIFI	Andrea Vignoli
	UNIGE-a	Sergio Lagomarsino
	UNIGE-b	Stefano Podestà
	UNINA-a	Nicola Augenti
	UNINA-b	Bruno Calderoni
	UNINA-c	Antonio Formisano
	UNINA-d	Beatrice Faggiano
	UNINA-e	Claudia Casapulla
	UNINA-f	Antonello De Luca
	UNIPD-a	Claudio Modena
	UNIPD-c	Maria Rosa Valluzzi
	UNIPG	Antonio Borri
	UNIPI	Mauro Sassu
	UNIPV-c	Guido Magenes
	UNIRC	Vittorio Ceradini
	UNISR	Caterina Carocci
	UNITN	Maurizio Piazza
	UNITS	Natalino Gattesco
	IUAV-a	Paolo Faccio (per le attività praviste nell'ambito di questo task da parte dell'unità IUAV-a si rimanda alla corrispondente scheda di task)

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

SUB-TASK 1a - Analisi e verifica di costruzioni in muratura

Coordinatore: Sergio Lagomarsino

La tematica dell'analisi e verifica delle costruzioni esistenti in muratura è da sempre di fondamentale importanza per l'elevata vulnerabilità delle costruzioni in muratura e per il loro numero nel territorio italiano. Essa ha assunto una ancora maggiore rilevanza a seguito dell'emanazione dell'OPCM 3274, nel 2003, e successivamente delle NTC 2008, in quanto tali normative introducono per la risposta sismica globale degli edifici in muratura l'analisi statica non lineare con una verifica in termini di spostamento. Inoltre è esplicitamente richiesta la verifica dei meccanismi locali fuori dal piano.

Nell'ambito del primo progetto ReLUIS, la Linea 1 (Vulnerabilità delle costruzioni in muratura, coordinatori:

Sergio Lagomarsino e Guido Magenes) ha affrontato le diverse problematiche, con l'obiettivo di definire uno stato dell'arte delle conoscenze in Italia. Su ciascun argomento c'è stato un approfondito confronto tra le diverse UR ed è stato possibile conseguire alcuni importanti risultati originali.

Questo secondo progetto, per quanto riguarda gli aspetti di modellazione, è impostato in modo diverso, in quanto è possibile partire da una conoscenza generale della problematica. Sono stati quindi individuati alcuni specifici argomenti sui quali si ritiene necessario fare passi avanti nella ricerca; di ciascun argomento sarà responsabile una sola UR, anche se ovviamente saranno benvenute collaborazioni trasversali tra i diversi gruppi.

Nel seguito è sinteticamente illustrato lo stato delle conoscenze con riferimento alle diverse attività del sub-task. In particolare il tema dell'analisi e verifica degli edifici in muratura è stato suddiviso in tre macro-attività (WP): 1) conoscenza e individuazione degli schemi strutturali; 2) analisi dei meccanismi locali; 3) analisi del comportamento globale.

WP1. Conoscenza della costruzione, delle vulnerabilità e individuazione degli schemi strutturali

a. Identificazione delle unità strutturali nell'aggregato. Lettura dei danni e identificazione dei possibili meccanismi. Rilievo costruttivo (UNISR – Carocci)

Il tema degli "edifici in aggregato" è di stretta attualità: alle problematiche correnti relative in generale alla prevenzione sui centri storici, si sono aggiunte quelle che occorrerà affrontare per la ricostruzione dei centri danneggiati dal sisma 2009.
Il problema della conoscenza, fondamentale sia per la calibrazione di adeguate strategie di modellazione, sia per la definizione degli interventi di miglioramento, non ha ancora raggiunto dei risultati univoci in tema di procedure di analisi qualitativa (dal rilievo alla interpretazione) e di derivazione dei meccanismi di danno dalla realtà costruttiva.

Bibliografia

- Carocci C.F., et al. (2010) Una metodologia per la conservazione di centri storici danneggiati dal sisma: rilievo costruttivo,indagini ed indicazioni per il recupero di Casentino (AQ), in Atti del Convegno "Sicurezza e conservazione nel recupero dei beni culturali colpiti da sisma, Venezia, aprile 2010. (in corso di stampa)
- Carocci C.F., et al. (2010). Una metodologia per la conservazione di centri storici gravemente danneggiati dal sisma: la rimozione delle macerie e la messa in sicurezza di Villa Sant'Angelo (AQ), Atti del Convegno "Sicurezza e conservazione nel recupero dei beni culturali colpiti da sisma, Venezia. (in corso di stampa)
- Carocci C.F., Lagomarsino S. (2009). Gli edifici in muratura nei centri storici dell'Aquilano. In: Progettazione Sismica, n. 3/2009, ISSN 1973-7432, pp.117-134.
- Carocci C.F., Speranza C. (2009). The Plan of Street Levelling in Catania 1820-1879. Urban Restyling and Seismic Vulnerability. In: Proceedings of the Third International Congress on Construction History, Cottbus, May 2009. Cottbus, Germany, 24-26 maggio 2009.
- Carocci C.F. (2008). Analysis's methodologies for consistent antiseismic intervention on historical masonry architecture. In: Seismic Risk – Earthquake in North-Western Europe., Les Editions de l'Université de LiègeISBN/ISSN: 978-2-87456-063-7, p. 151-166.
- Carocci C.F., Tocci C., Vasconcelos O. (2008). Seismic improvement as prevention approach: the case of Horta (Fajal, Azores). In: Seismic risk and rehabilitation of stone masonry housing. Horta, Faial Island, Portugal, ISBN/ISSN: 978-989-20-1235-3 , pp. 97-101.
- Carocci C.F., (2008). Seismic vulnerability of building aggregates in historical centre. In: International Seminar on Seismic Risk and Rehabilitation of Stone Masonry Housing. Horta, Faial Island, Portugal, ISBN/ISSN: 978-989-20-1235-3, p. 1-12.
- Carocci C.F., Indelicato D. (2008). Seismic safety and preservation of historical urban texture: a study case in Catania. In: International Seminar on Seismic Risk and Rehabilitation of Stone Masonry Housing. Horta, Faial Island, Portugal, ISBN/ISSN: 978-989-20-1235-3,p. 231-235.
- Carocci C.F., Tocci C. (2007). Sicurezza sismica degli aggregati edilizi storici: alcuni casi di studio. In: XII Congr. Naz. L'ingegneria sismica in Italia.
- Carocci C.F. (2005), La lettura critica del costruito dei centri storici, in "Atti del Convegno rischio sismico, territorio e centri storici. Salvaguardia dei beni culturali ed ambientali." Sanremo, pp. 257-267.
- Carocci C.F. (2001), Guidelines for the safety and preservation of historical centres in seismic areas, in Proocedings of III International Seminar on structural analysis of historical constructions, Guimaraes, Portugal, pp. 145-166.
- Sorrentino L., Kunnath S., Monti G., Scalora G. 2008. Seismically induced one-sided rocking response of unreinforced masonry façades, Engineering Structures, 30(8): 2140-2153, doi:10.1016/j.engstruct.2007.02.021.
- Monti G., Scalora G., Sorrentino L. (2007). Conservazione dei centri storici: un'esperienza ad Ortigia, Wondermasonry 2. Workshop on Design for Rehabilitation of Masonry Structures, Lacco Ameno, 11-12 Ottobre.
- Sorrentino L., Monti G., Kunnath S., Scalora G. (2007). Un modello meccanico semplificato accoppiato nel piano – fuori del piano per valutare il ruolo di solai, immorsature, qualità muraria e muri di controvento. 12° Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Pisa 10-14 giugno.
- Braga F., Monti G., Scalora G. (2006). A conservation plan method for historical city centres. 5th International

Seminar Structural Analysis of Historical Construction, New Delhi, 6-8 November.
- Scalora G. (2003). I tessuti urbani di Ortigia. Un metodo per il progetto di conservazione. Siracusa: Ente Scuola Edile Siracusana.

b. Aspetti critici della modellazione di costruzioni in muratura (UNIFE – Tralli)

Le vigenti norme tecniche delle costruzioni NTC 2008 prevedono come strumento principale per l'analisi delle costruzioni in muratura una analisi statica non lineare convenzionale che sinteticamente viene definita "push over". Per questo tipo di analisi sono disponibili programmi abbastanza efficienti i più diffusi sono: 3Muri [1] (commercializzato dalla Sta Data di Torino), AEDES (commercializzato dalla omonima ditta di Firenze), e relativamente agli edifici nuovi in muratura ANDILWall [2] (distribuito dalla ANDIL). In una recente pubblicazione [3] i componenti della unità di ricerca hanno mostrato come anche in casi relativamente semplici l'utilizzo di questi programmi da parte di tecnici non esperti dello specifico settore possa portare a risultati non plausibili e contradditori.
Un secondo problema di modellazione è quello dei meccanismi di collasso fuori dal piano, detti di primo modo. Come dimostrato anche nei recenti terremoti Umbro-Marchigiano (1997), di San Giuliano di Puglia (2003) e, in alcuni casi, anche in quello dell'Aquila (2009), tali meccanismi sono i più frequenti per le costruzioni in muratura particolarmente nel caso di edifici storici e monumentali [7]. Si osserva inoltre come non siano per questi problemi disponibili programmi di calcolo commerciali efficienti (in [8] è riportato uno stato dell'arte relativo al problema).
Nel caso delle pareti in muratura caricate ortogonalmente al proprio piano e delle volte, i meccanismi di collasso sono caratterizzati, come sottolineato per la prima volta in [9], dalla localizzazione della dissipazione lungo linee di frattura.

Bibliografia

[1] G. MAGENES, A. DELLA FONTANA – "Simplified Non-linear Seismic Analysis of Masonry Buildings", Proc. of the British Masonry Society, Vol. 8, pp. 190-195, 1998;
[2] S. CATTARI, A. GALASCO, S. LAGOMARSINO, A. PENNA – "Analisi non lineare di edifici in muratura con il programma TREMURI", XI Congresso Nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia", Genova, 2004;
[3] A. BUCCHI, A. APRILE, A. TRALLI - "Analisi pushover di costruzioni in muratura con codici di calcolo commerciali: problematiche a confronto" XIII convegno ANIDIS , Bologna 2009
[4] G. MILANI, P. LOURENCO, A. TRALLI - "Homogenised limit analysis of masonry walls. Part I: Failure surfaces" COMPUTERS & STRUCTURES, vol. 84, pp. 166-180, 2006.
[5] P.B. LOURENCO, A. ZUCCHINI, G. MILANI, A. TRALLI - "Analysis of masonry structures: review and recent trends of Homogenization techniques" CANADIAN JOURNAL of CIVIL ENGINEERING (CJCE), vol. 34, pp1443-1457, 2007
[6] G. MILANI, E. MILANI, A. TRALLI - "Limit analysis of full scale FRP-reinforced masonry building through a 3D homogenized f.e. package" COMPOSITE STRUCTURES 92(4), pp.918-935. 2010.
[7] R. SPENCE, A. COBURN - "Strengthening building of stone masonry to resist earthquakes" MECCANICA 27, 213-221, 1992
[8] P.B. LOURENCO - "A review of the out-of-plane behaviour of masonry" MASONRY INTERNATIONAL 14,67-73,2001
[9] B.P. SINHA - "A simplified ultimate load analysis of laterally loaded model orthotropic brickwork panels of low tensile strength" J. STR. ENG. (ASCE) 56,81-84,1978
[10] G. MILANI, P. LOURENCO, A. TRALLI - "Homogenization approach for the limit analysis of out-of-plane loaded masonry walls" J. of STRUCTURAL ENGINEERING ASCE , vol. 132, n.10, pp.1650-1663, 2006
[11] E. MILANI, G. MILANI, A. TRALLI - "Limit analysis of masonry vaults by means of curved finite elements and homogenization" INT. J. SOLIDS & STUCTURES (IJSS) vol. 45, n. 20, pp.5258-5288, oct. 2008.
[12] G. MILANI, E. MILANI, A. TRALLI - "Upper bound homogenized limit analysis of FRP-reinforced masonry curved structures. Part I & Part II" COMPUTERS & STRUCTURES, vol. 87, 23-24 1516-1533, 2009

WP2. Analisi dei meccanismi locali e criteri di verifica

a. Validazione dei diversi metodi di analisi (anche con riferimento a dati sperimentali) (UNIGE-a – Lagomarsino)

La Circolare esplicativa delle norme tecniche, emanata nel 2009, e prima ancora l'OPCM 3431 del 2005 prevedono la verifica dei meccanismi locali attraverso un procedimento agli spostamento, che utilizza lo spettro di risposta. Tale metodo non ha ancora, ad oggi, robuste validazioni in letteratura. Nel primo progetto ReLUIS sono state eseguite alcune importanti sperimentazioni sui meccanismi locali, che rappresentano un utile riferimento per la validazione dei metodi di verifica normativa. Inoltre sono disponibili analisi numeriche di dettaglio che possono essere considerate come sperimentazioni virtuali. Queste sono rivolte da un lato all'analisi della risposta di pareti a più paramenti, che non manifestano quel comportamento monolitico che sta alla base dei modelli di verifica più semplificati, dall'altro vengono studiati con analisi dinamiche non lineari la risposta ad accelerogrammi di caratteristiche diverse, al fine di valutare quali siano i parametri dell'input più significativi per i modelli di verifica. Tutto ciò costituisce la base per conseguire nel prossimo triennio un'attendibile validazione, con eventuali affinamenti della procedura.

Bibliografia

- LAGOMARSINO S., RESEMINI S. (2009). The Assessment of Damage Limitation State in the Seismic Analysis of Monumental Buildings. EARTHQUAKE SPECTRA, vol. 25, No 2, pp. 323-346.
- RESEMINI S, LAGOMARSINO S., CAUZZI C (2008). Dynamic Response of Rocking Masonry Elements to Long Period Strong Ground Motion. In: 14th World Conference on Earthquake Engineering. Beijing, China, 12-17 October 2008, vol. CD Rom, p. ID 05-01-0499
- CURTI E, LAGOMARSINO S., PODESTÀ S (2007). Dynamic models for the seismic analysis of ancient bell towers. In: Structural Analysis of Historical Constructions. New Delhi, India, 6-8 November 2006MacMillan, vol. 2, p. 1067-1074, ISBN/ISSN: 978-1403-93156-6
- S. Lagomarsino, S. Resemini, 2005, "L'analisi limite delle costruzioni murarie: uno strumento per il progetto di interventi in zona sismica", Atti del Seminario Internazionale "Teoria e Pratica del costruire: saperi, strumenti, modelli", Ravenna, Ottobre 2005, ISBN 888990002-4, 3, pp. 1175-1188.
- Al Shawa O., Benedetti S., Bellisario M., de Felice G., Mauro A., Paolacci, F., Ranieri N., Roselli I., Sorrentino L. (2009b). "Prove Sperimentali su tavola vibrante di pareti murarie sollecitate fuori dal piano", ReLUIS final deliverable, Annex PF-1.2-UR09_15.
- de Felice G. (2009). "Valutazione della capacità sismica di pareti rispetto ad azioni fuori dal piano", ReLUIS 3rd year report, Annex 1.2-UR09-1.
- Decanini L., Masiani R., Sorrentino L., Tocci C. (2006). "Risposta fuori del piano di pareti murarie, libere e vincolate in sommità, a settanta segnali naturali", ReLUIS 1st year report, Annex 1.2-UR15-1.
- Decanini, L.D., Masiani, R., Al Shawa, O., Benedetti, S. & Sorrentino, L. (2008). "Prove sperimentali di dondolamento libero di pareti murarie", ReLUIS 3rd year report, Annex 1.2-UR15-4.
- Liberatore D., Santarsiero D. (2009). "Oscillazioni di blocchi snelli sotto azioni sismiche: effetto del coefficiente di restituzione e della monolateralità del moto", Atti del XIII Convegno Nazionale ANIDIS "L'Ingegneria Sismica in Italia". Bologna, 28 giugno-2 luglio 2009.

b. Influenza della qualità muraria e incertezze di modello (ROMA3 – De Felice)

Il metodo di analisi per la verifica dei meccanismi locali [1] costituisce uno dei più significativi passi in avanti del quadro normativo di verifica sismica delle costruzioni murarie esistenti. Esso ha il duplice merito di avvicinare il progettista all'effettivo comportamento sismico della costruzione muraria, e di valorizzare gli strumenti classici della meccanica settecentesca (l'analisi per meccanismi), correttamente integrati nell'ambito delle moderne procedure di verifica sismica (definizione del sistema equivalente e verifica mediante spettro di capacità).
D'altra parte, per diventare prassi consolidata e condivisa, il metodo richiede un momento di sedimentazione e analisi critica delle procedure di verifica proposte, perché siano apportati quei correttivi necessari in ciascuno dei passi in cui si articola e precisamente in: 1) definizione del meccanismo locale; 2) determinazione della curva di capacità; 3) valutazione della domanda sismica.
Quanto al punto 1, la scelta autonoma del progettista dell'insieme dei meccanismi locali da verificare appare non del tutto soddisfacente. L'assunzione a priori del meccanismo di collasso, infatti, non sempre risponde alle effettive caratteristiche del manufatto; inoltre, anche piccole variazioni nella configurazione adottata per il meccanismo locale, possono comportare grandi differenze nella curva di capacità risultante.
Quanto al punto 2, la norma prevede che il metodo sia applicabile a condizione che sia garantita una certa monoliticità della parete muraria tale da impedire collassi puntuali per disgregazione della muratura. Nella realtà, non vi è una netta separazione tra muri che si disgregano e muri che ribaltano; esiste tutta un'ampia casistica di situazioni intermedie, che poi riguardano la maggior parte del costruito storico [2].
Quanto al punto 3, vi è ancora oggi una grande indeterminazione sulla risposta sismica di strutture murarie rispetto a meccanismi locali. I risultati ottenuti attraverso modelli di rocking [3] mostrano una grande dispersione della risposta a parità di intensità sismica. Tale dispersione non si riduce significativamente con l'impiego di altre misure di intensità. Inoltre gli effetti delle condizioni iniziali e di bordo (distacchi, scorrimenti, o rotazioni) introducono un ulteriore elemento di aleatorietà nella risposta dinamica. D'altra parte, la dipendenza del periodo di oscillazione dall'ampiezza del moto rende questionabile l'approccio proposto in normativa, basato sulla definizione di una rigidezza secante [4] e sull'equivalenza con un oscillatore semplice [5].

Bibliografia

1. Lagomarsino, S., Podestà, S., Seismic vulnerability of ancient churches: I: Damage assessment and emergency planning, Earthquake Spectra, Vol. 20 (2), p. 377–394, 2004.
2. Valluzzi, M.R, Da Porto, F., Modena, C. Behavior and modeling of strengthened three-leaf stone masonry walls. Materials and Structures, Vol. 37(3), p. 184-192, 2004.
3. de Felice, G. Out-of-plane fragility of historic masonry walls. In Proceedings of the SAHC'04, 4th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, Padova, Italy: Balkema. Vol.2, p. 1143-1148, 2004.
4. Griffith, M.C., Magenes, G., Melis, G., Picchi, L. Evaluation of out-of-plane stability of unreinforced masonry walls subjected to seismic excitation. Journal of Earthquake Engineering, Vol. 7(1), p. 141-169, 2003.
5. Makris, N., and Konstantinidis, D. The rocking spectrum and the limitations of practical design methodologies.

Earthquake Engineering & Structural Dynamics , Vol. 32, p. 265-289, 2003.
6. de Felice, G., Amorosi, A., Malena, M. Elasto-plastic analysis of block structures through a homogenization method, International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, vol. 34(3), p. 221–247, 2010.
7. Salerno, G., de Felice, G. Continuum modelling of periodic brickwork, International Journal of Solids and Structures, vol. 46(5), p. 1251-1267, 2009.
8. Milani, G., Lourenço, P.B., Tralli, A. Homogenization Approach for the Limit Analysis of Out-of-Plane Loaded Masonry Walls, Journal of Structural Engineering, Vol. 132, p. 1650-1663, 2006.
9. Calderini, C., Lagomarsino, S. Continuum Model for In-Plane Anisotropic Inelastic Behavior of Masonry. Journal of structural Engineering-ASCE, Vol. 134(2), p. 209-220, 2008.

c. Capacità deformativa e dissipazione (ROMA1a – Decanini, Liberatore)

Gli ultimi anni hanno visto un crescente ricorso all'analisi dinamica non lineare per la valutazione della vulnerabilità sismica di meccanismi locali di collasso [1-4]. Questo tipo di analisi ha il vantaggio di eliminare molte delle approssimazioni convenzionali proprie delle procedure statiche equivalenti; peraltro essa richiede un'attenta modellazione del comportamento non lineare e della dissipazione dell'energia propri della risposta dinamica. In passato la dissipazione dell'energia è stata indagata con riferimento a oggetti, blocchi di calcestruzzo o elementi di marmo posati a secco [5-8], che solo in prima approssimazione possono essere di riferimento per meccanismi murari. Nel passato triennio del progetto ReLUIS significativi passi in avanti sono stati compiuti avviando una campagna sperimentale su campioni murari [9,10]. L'attività sperimentale ha mostrato che le formulazioni analitiche colgono qualitativamente l'andamento del fenomeno al variare della geometria del sistema, ma tendono a sottostimarlo da un punto di vista quantitativo. Nelle prove svolte l'influenza delle caratteristiche dei materiali impiegati per gli elementi è risultata trascurabile. Un ulteriore aspetto considerato è stata la condizione di vincolo: parete libera e accostata a muri trasversali. La prima è rappresentativa di muri di parapetto, elementi di recinzione, sopravvivenze archeologiche; la seconda del succedersi delle fasi costruttive, con scarsa cura delle immorsature o di presidi di collegamento diverso. Le prove hanno mostrato che le oscillazioni monolatere, nelle quali all'urto contro la base di appoggio si accompagna quello contro le pareti ortogonali, sono caratterizzate dalla dissipazione di una considerevole quantità di energia. Tale dissipazione aggiuntiva può giocare un ruolo rilevante sulla propensione al ribaltamento della parete [11,12]. Le prove sperimentali hanno mostrato anche una sostanziale stabilità della capacità di spostamento della parete, che tuttavia può essere più contenuta rispetto a quella nominale basata sul solo esame della geometria del meccanismo. L'influenza di una ridotta capacità di spostamento non appare essere indagata fino ad ora in letteratura.

Bibliografia

1. Lam, Nelson T.K. – Griffith, Michael C. – Wilson, John L. and Doherty, Kevin T. (2003). Time–history analysis of URM walls in out-of-plane flexure, *Engineering Structures*, 25(6): 743-754
2. Meisl C.S., Elwood K.J., Mattman D.W., Ventura C.E. 2006. Out-of-Plane Seismic Performance of Unreinforced Clay Brick Masonry Walls. *8th U.S. National Conference on Earthquake Engineering, San Francisco, California, USA, April 18-22*, 2006, Paper No. 959.
3. Goretti A, De Matteis U, Liberatore D. Analisi Sismica delle Mura Storiche di Camerino. *XII Convegno nazionale "L'ingegneria sismica in Italia", Pisa, Italy, 10-15 June 2007*, Paper No. 169. Pisa: Pacini.
4. Curti, E., Lagomarsino, S., Resemini, S., Giovinazzi, S. (2007). "Analisi non lineari di meccanismi locali di danno in strutture monumentali". XII Convegno nazionale "L'ingegneria sismica in Italia", Pisa, Italy, 10-15 Giugno 2007, CD: 67. Pisa: Pacini.
5. Priestley, M.J.N. – Evison, R.J. and Carr, A.J. (1978). Seismic Response of Structures Free to Rock on Their Foundations, *Bulletin of the New Zealand National Society for Earthquake Engineering,* vol.11, n.3, September, pp.141-150
6. Lipscombe, P.R. and Pellegrino, S. (1993). Free rocking of prismatic blocks, *American Society of Civil Engineers – Journal of Engineering Mechanics*, vol.119, n.7, July, pp.1387-1410
7. Liberatore D. e Spera G. (2001). Oscillazioni di blocchi snelli: valutazione sperimentale della dissipazione di energia durante gli urti, *X Convegno Nazionale L'ingegneria sismica in Italia, Potenza-Matera, 9-13 settembre*, p.80, rif.E202
8. Peña, F., Prieto, F., Lourenço, P.B. & Campos-Costa, A. (2006). "Dynamical Behaviour of Rigid Block Structures Subjected to Earthquake Motion". *5th International Seminar Structural Analysis of Historical Construction, New Delhi, 6-8 November 2006*, Delhi et al: Macmillan India Ltd., 707-714.
9. Sorrentino L, Masiani R, Benedetti S 2008. Experimental Estimation Of Energy Damping During Free Rocking Of Unreinforced Masonry Walls. First Results. *2008 Seismic Engineering International Conference commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake, Reggio Calabria, Italy, 8-11 July 2008*, 1135-1142.
10. Decanini, L.D., Masiani, R., Al Shawa, O., Benedetti, S. & Sorrentino, L. (2009). Prove sperimentali di dondolamento libero di pareti murarie. Rapporto conclusivo. Progetto di Ricerca ReLUIS, Linea 1, Obiettivo 1.2, Unità 15, allegato 4, III anno.
11. Sorrentino, L., Kunnath, S., Monti, G., Scalora, G., 2008. Seismically induced one-sided rocking response of unreinforced masonry façades, *Engineering Structures*, 30(8): 2140-2153, doi:10.1016/j.engstruct.2007.02.021.
12. Liberatore, D., Santarsiero, D. (2009). Oscillazioni di blocchi snelli sotto azioni sismiche: effetto del coefficiente di restituzione e della monolateralità del moto, *XIII Convegno Nazionale ANIDIS "L'Ingegneria Sismica in Italia"*. Bologna, 28 giugno-2 luglio 2009.

d. Comportamento dinamico (UNINA-e – Casapulla)

Gli obiettivi raggiunti da questa UR nell'ambito del primo Progetto ReLUIS costituiscono la base di partenza scientifica per il nuovo progetto di ricerca.
Il contributo di questa UR è stato rivolto ai meccanismi locali negli edifici in muratura, nel piano e fuori dal piano, con l'obiettivo principale di individuare metodi di analisi e verifica semplificati per la valutazione della capacità sismica di tali meccanismi attraverso analisi statiche e dinamiche. Nello specifico, la ricerca si è occupata di due aspetti fondamentali: 1) la valutazione dell'azione sismica che può attivare il meccanismo di danno, con formazione dello stesso attraverso fessurazione o perdita delle connessioni tra gli elementi; 2) la definizione della capacità sismica dei meccanismi locali in condizioni dinamiche, ovvero dopo che il meccanismo si è attivato.

Bibliografia

Casapulla C. (2008). Lower and upper bounds in closed form for out-of-plane strength of masonry structures with frictional resistances. Proc. of VI International Conference on "Structural Analysis of Historic Constructions" (SAHC08), Bath, UK, July 2008.

Casapulla C. (2010). Meccanismi locali. Capacità sismica negli edifici in muratura. Aracne Editrice, Roma, Febbraio 2010.

Casapulla C., Jossa P., Maione A. (2010). Il moto sotto sisma del blocco murario: analisi per progressiva correzione della risposta in risonanza. In corso di stampa su Ingegneria Sismica (memoria accettata).

Curti E., Lagomarsino S., Resemini S., Giovinazzi S. (2007). Analisi non lineari di meccanismi locali di danno in strutture monumentali. Atti XII Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Pisa. (CD-Rom)

Decanini L.D., Masiani R., Al Shawa O., Benedetti S., Sorrentino L. (2008). Prove sperimentali di dondolamento libero di pareti murarie. Rapporto conclusivo. Progetto di Ricerca ReLUIS, Linea 1, Obiettivo 1.2.

D'Ayala D., Speranza E. (2003). Definition of collapse mechanisms and seismic vulnerability of masonry structures. Earthquake Spectra, 19(3), pp. 479-509.

Gilbert M., Casapulla C., Ahmed H.M. (2006). Limit analysis of masonry block structures with non-associative frictional joints using linear programming. Computers and Structures, 84(13-14), pp. 873-887.

Jossa P., (2005). Vulnerabilità e analisi di strutture murarie storiche. Aspetti qualitativi e quantitativi. Clean Edizioni, Napoli.

Liberatore D., Spera G., D'Alessandro G., Nigro D. (2001). Risposta di blocchi snelli soggetti a un moto sismico alla base. Atti X Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Potenza/Matera. (CD-Rom)

Orduña A., Lourenço P.B. (2005). Three-dimensional limit analysis of rigid blocks assemblages. Part I: torsion failure on frictional interfaces and limit formulation. International Journal of Solids and Structures, 42, pp. 5140-5160.

Restrepo-Vélez L.F., Magenes G. (2005). A mechanics based methodology for the evaluation of the seismic risk of unreinforced masonry buildings. Research Report no. ROSE-2005/05, IUSS Press, Pavia.

Sorrentino, L., Masiani, R. & Decanini, L.D. (2006). Overturning of rocking rigid bodies under transient ground motions. Structural Engineering Mechanics, 22(3), pp. 293-310.

Taniguchi T. (2002). Non-linear response analyses of rectangular rigid bodies subjected to horizontal and vertical ground motion. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 31, pp. 1481–1500.

WP3. Analisi del comportamento globale

a. Simulazione delle prove dinamiche effettuate presso Eucentre/ENEA (UNIPV-c – Magenes)

Le prove dinamiche su tavola vibrante condotte presso il laboratorio di EUCENTRE (TREES Lab) su prototipi di edificio in muratura di pietra a doppio paramento (edifici di due piani senza riduzione di scala) hanno prodotto abbondanti dati sperimentali sul comportamento sismico di questa tipologia costruttiva [1]. Particolarmente interessante è, inoltre, il confronto tra i diversi prototipi sperimentali caratterizzati da geometria e materiali nominalmente identici e dettagli costruttivi diversi (simulazione di interventi di consolidamento). Le proprietà meccaniche della muratura a doppio paramento sono state ottenute da specifiche campagne di caratterizzazione sperimentale svolte nella Linea 1 del progetto Reluis 2005-2008: in tale ambito sono state eseguite prove di compressione semplice e compressione diagonale su muretti [2], prove cicliche nel piano di taglio-compressione su grandi pannelli [3] e prove cicliche su sottosistemi strutturali con fasce di piano.
Le prove su tavola vibrante hanno messo in luce gli effetti sulla risposta sismica del grado di collegamento tra pareti e orizzontamenti (lignei) e della rigidezza a taglio nel piano di questi ultimi. Il prototipo privo di idonei collegamenti ha esibito un comportamento associato alla formazione di un meccanismo di collasso locale, mentre negli edifici con buoni collegamenti è entrata in gioco la rigidezza nel piano degli orizzontamenti nella ripartizione delle azioni orizzontali tra le pareti e nell'attivazione di effetti torsionali in pianta.
Risulta perciò interessante procedere ad una simulazione numerica delle prove, andando ad indagare sia il comportamento globale attivatosi nel caso di idonee connessioni sia il comportamento dinamico associato

alla formazione dei meccanismi locali. Nel primo caso di potrà ricorrere a modelli a telaio equivalente mettendo anche a confronto tecniche di analisi statica non lineare equivalente [4] e modelli dinamici non lineari [7]. Nel secondo caso, invece, potranno essere utilizzati modelli dinamici a blocchi rigidi e agli elementi finiti che tengano conto opportunamente di problemi di contatto e urti.

Bibliografia

1. Magenes G., Penna A., Galasco A. (2010a). A full-scale shaking table test on a two-storey stone masonry building, Proc. 14th European Conference on Earthquake Engineering, Ohrid (in press).
2. Magenes G., Penna, A., Galasco A., Rota M. (2010b) Experimental characterisation of stone masonry mechanical properties. Proc. 8th International Masonry Conference, Dresden.
3. Magenes G., Galasco A., Penna A., Da Paré M. (2010c) In-plane cyclic shear tests of undressed double leaf stone masonry panels, Proc. 14th European Conference of Earthquake Engineering, Ohrid (in press).
4. Magenes G. (2000). A method for pushover analysis in seismic assessment of masonry buildings, Proc. 12th WCEE, Auckland.
5. Roca P., Molins C, Marì AR, 2005. Strength capacity of masonry wall structures by the equivalent frame method, ASCE J. Struct. Engng 1601-1610.
6. Belmouden Y., Lestuzzi P. 2009. An equivalent frame model for seismic analysis of masonry and reinforced concrete buildings. Construction and Building Materials 23 (1): 40-53.
7. Lagomarsino S., Galasco A., Penna A. (2007). Non Linear Macro-element Dynamic Analysis of Masonry Buildings, Proc. ECCOMAS COMPDYN Conference, Rethymno, Crete, Greece.
8. Rota M., Penna A., Magenes G. (2010) A methodology for deriving analytical fragility curves for masonry buildings based on stochastic nonlinear analyses, Engineering Structures, 32 (5), 1312-1323.
9. Benedetti D., Carydis P., Pezzoli P. (1998). Shaking table tests on 24 simple masonry buildings, Earthquake Engng Struct. Dynamics, 27, 1.
10. Dolce M., Ponzo F.C., Goretti A., Moroni C., Nigro D., Giordano F., De Canio G., Marnetto R. (2008) 3d dynamic tests on 2/3 scale masonry buildings upgraded with different systems, Proc. 14th WCEE, Beijing.
11. Mazzon N., Valluzzi M.R., Aoki T., Garbin E., De Canio G., Ranieri N., Modena C. (2009) Shaking table tests on two multi-leaf stone masonry buildings, Proc. 11th Canadian Masonry Symposium, Toronto.

b. Il ruolo delle fasce di piano ed i relativi criteri di resistenza (UNINA-b – Calderoni)

Il comportamento meccanico delle fasce di piano definisce il grado di accoppiamento tra i maschi murari, condizionando significativamente la capacità portante globale delle pareti murarie, come dimostrato da analisi numeriche condotte da più autori, anche impiegando approcci diversi di modellazione [1,2]. D'altra parte l'analisi della risposta delle fasce di piano degli edifici in muratura ordinaria è stato un tema scarsamente studiato dal punto di vista sia teorico che sperimentale, come dimostrato anche dai modelli di calcolo semplificati utilizzati nel recente passato [3,4]. Anche le normative internazionali e nazionali si mostrano poco dettagliate e poco convincenti su questo punto. In particolare la norma italiana, pur proponendo una appropriata modellazione a telaio equivalente, limita in realtà la possibilità di valorizzare le fasce di piano con verifiche di resistenza che appaiono troppo cautelative in relazione alle varie possibili tipologie di fasce riscontrabili negli edifici esistenti (fascia debole, fascia puntone e fascia trave [2]).
A tal proposito alcuni autori [5,6,8] propongono differenziazioni nei criteri di resistenza da adottarsi in funzione delle modalità di determinazione dello sforzo normale agente nella fascia di piano, che, pur non essendo dipendente dai carichi esterni, risulta invece di fondamentale importanza per le valutazioni di resistenza e deformabilità
Allo stato attuale le campagne sperimentali specifiche per le fasce sono limitate nel numero e tutte di recente sviluppo [7,8,9,10], per cui è sicuramente necessario approfondire anche tale aspetto. D'altro canto le sperimentazioni relative a prototipi più complessi quali telai, pareti o modelli in scala di edifici, appaiono sicuramente utili per la comprensione del ruolo delle fasce di piano nel comportamento globale della parete muraria.

Bibliografia

1. Magenes G., Bolognini D. Braggio C. (2000), Metodi semplificati per l'analisi sismica non lineare di edifici in muratura, CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti.
2. Calderoni B., Cordasco E.A., Lenza P. (2007), Il ruolo della fascia di piano nel comportamento sismico degli edifici in muratura Ingegneria Sismica, n.1, Anno XXIV, 26-40.
3. C.M.L.P.n° 21745, 30 luglio 1981. Legge 14 maggio 1981, n. 219 - art. 10, Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.
4. Tomazevic M.(1978), The computer program POR. Report ZRMK (in Sloveno).
5. Betti M., Galano L., Vignoli A. (2008), Seismic Response of Masonry Plane Walls: A Numerical Study on Spandrel Streng, Proc. of Seismic Engineering Conference Commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake, Italy, 8-11 July 2008.
6. Cattari S., Lagomarsino S. (2008), A strength criterion for the flexural behaviour of spandrel in un-reinforced masonry walls, Proc. of the 14th WCEE, Beijng, Cina, on CD-ROM.
7. Gattesco N., Clemente I., Macorini L., Noè S. (2008), Experimental investigation on the behaviour of spandrels in

ancient masonry buildings, Proc. of the 14th WCEE, Beijng, Cina, on CD-ROM.
8. Calderoni B., ordasco E.A., enza P. 2009), La capacità di accoppiamento delle fasce di piano nelle pareti murarie soggette a forze orizzontali, Atti del Workshop "WONDERmasonry 2007", Ischia 11-12 Ottobre 2007.
9. Correa R.S., Page A. (2003), Experimental Study of Masonry Walls with Openings, Proc. 9th NAMC, Clemson, South Carolina, pp.896-907.
10. Foraboschi P. (2008), Coupling effect between masonry spandrels and piers, Materials and Structures, DOI 10.167/s11527-008-9405-7.

c. Il ruolo degli orizzontamenti ed i relativi criteri di modellazione (ROMA2 – Iannirubertо)

E' ben noto il ruolo centrale degli impalcati nel comportamento sismico degli edifici in muratura. Ad essi, infatti, è generalmente affidato il compito di collegare tra loro le diverse pareti verticali dell'edificio al fine di garantire l'auspicato comportamento scatolare globale. Numerosi studi, di carattere soprattutto sperimentale, hanno evidenziato la possibiltà di ricorrere a soluzioni alternative al cemento armato per la realizzazione dei collegamenti di piano e di copertura. In particolare, nell'ambito del precedente progetto triennale RELUIS, gli impalcati a base di legno eventualmente accoppiati con calcestruzzo, acciaio o FRP sono stati studiati in modo approfondito al fine di valutarne la risposta strutturale in termini di curve carico orizzontale-spostamento. Note le risposte costitutive delle diverse tipologie di impalcato è possibile rivolgere l'attenzione al problema del comportamento globale dell'edificio in presenza di impalcati di diversa natura.

Bibliografia

1. Baldessari C., Piazza M., Pederzolli S. (2008). "Prove sperimentali nel piano di solai lignei diversamente rinforzati", Collana Scientifica, Vol. 30, Università di Trento. Dip. di Ingegneria Meccanica e Strutturale, Dicembre 2008.
2. Capretti S., Ceccotti A.,"Solai composti legno-calcestruzzo: metodo di calcolo secondo l'EC5", L'Edilizia n. 12, 747-752, Milano, 1992.
3. Chesi C., Parisi M.A., Tardini C. (2008). "Concezione strutturale e risposta sismica delle strutture lignee di copertura", Ingegneria Sismica, Patron Editore, n. 3, luglio-settembre 2008, pp. 36-45.
4. Giuriani E., "Solai in legno rinforzati con lastra collaborante: criteri di dimensionamento", L'Edilizia, Speciale Legno Strutturale, n°4/2002.
5. Giuriani E., Marini A., "Coperture in legno antisismiche", Università degli Studi di Brescia, Dip. Ingegneria civile, Technical Report, n.6, 2002.
6. Giuriani E., Plizzari G., "Studio sperimentale sul comportamento di solai in legno rinforzati con lastre di acciaio per resistere alle azioni sismiche", IV Workshop italiano sulle strutture composte, Palermo, 23-24 novembre 2000.
7. Giuriani E., Marini A., Plizzari G., "Comportamento di solai in legno rinforzati con assito- diaframma per resistere alle azioni sismiche", V Workshop italiano sulle strutture composte, Salerno, 28-30 novembre 2002.
8. Giuriani E., Marini A. (2009). "Diaframmi di piano: criteri di dimensionamento e tecniche di intervento", ReLUIS 3rd year report, Annex 3a.1-UR11-13.
9. Modena C., Valluzzi M.R., Garbin E., dalla Benetta M. (2009). "Prove nel piano di solai lignei: caratterizzazione del comportamento nel piano di solai rinforzati e non rinforzati sottoposti a carichi monotoni", ReLUIS 3rd year report, Annex 3a.1-UR07-03.
10. Piazza M., Turrini G. "Una tecnica di recupero statico dei solai in legno", Recuperare, 5, 6, 7, Milano, 1983.
11. Tomazevic M., "Earthquake-resistant design of masonry buildings", Imperial College Press Editor, London, 1999.

d. Verifica di edifici irregolari, complessi e con solai flessibili (UNIGE-a – Lagomarsino)

Il metodo dell'analisi statica non lineare (pushover), con verifica in termini di spostamento (capacity spectrum method), è stato proposto dall'OPCM 3274 come il metodo di maggiore attendibilità per gli edifici in muratura, in particolare quelli esistenti. Le NTC 2008 hanno introdotto alcune limitazioni al suo uso, nel caso in cui la massa partecipante sul primo modo non raggiunga un certo livello; ciò avviene negli edifici irregolari, in altezza o in pianta, e comunque quando i solai sono flessibili. La preoccupazione sull'attendibilità del metodo in queste situazioni è giustificata, ma l'alternativa (analisi modale lineare) è caratterizzata da ancora maggiori incertezze; la Circolare esplicativa delle NTC 2008 recupera infatti la possibilità di uso dell'analisi statica non lineare anche nelle situazione più problematiche.
Tuttavia appare necessario un approfondimento della problematica, attraverso l'esecuzione di analisi parametriche e confronti con risultati ottenuti da modelli di maggiore attendibilità (analisi dinamica non lineare).

Bibliografia

- Lagomarsino S., Cattari S. (2009). Non linear seismic analysis of masonry buildings by the equivalent frame model. 11° D-A-CH Conference: Masonry and earthquakes, Zuri ch, 10-11 September 2009, pp. 85-100. ISBN 978-3-03732-021-1.
- Galasco A., Lagomarsino S., Penna A. 2006. On the use of pushover analysis for existing masonry buildings. Proc. of the 13th European Conference on Earthquake Engineering, Geneva (CH), 3-8 September 2006, ID 1080
- CATTARI S, LAGOMARSINO S. (2008). A Strength Criterion for the Flexural Behaviour of Spandrels in Un-Reinforced Masonry Walls. In: 14th World Conference on Earthquake Engineering. Beijing, China, 12-17 October 2008, vol. CD Rom, p. ID 05-04-0041

e. Criteri per la modellazione e verifica di unità edilizie negli aggregati di centri storici (ROMA1b – Monti)

La valutazione della sicurezza sismica di un aggregato edilizio viene eseguita sull'Unità Strutturale o sull'Unità Edilizia derivanti dallo studio interpretativo della porzione di tessuto urbano interessata. L'identificazione della Unità di interesse avviene attraverso metodologie, oggetto di approfondimento nel task AT-1.1.1a.1a, che devono consentire di definirla in maniera univoca. Essa sarà delimitata da edifici contigui individuabili per regole aggregative/dispositive alla scala dell'aggregato o per caratteri tipo-morfologici e formali, oppure da corpi di fabbrica costruiti con tipologie costruttive e strutturali diverse o in epoche distinte, ovvero da spazi aperti o da giunti strutturali.
La NTC 2008 consente, a questo punto, di eseguire una verifica semplificata. Nel caso, infatti, di orizzontamenti riconosciuti come rigidi nel proprio piano si ha che (Circolare Esplicativa n.617 par. C8A.3): a) l'analisi può essere eseguita piano per piano, b) la variazione di sforzo assiale nelle pareti murarie può essere trascurata, c) la rotazione nel piano dei solai può essere trascurata, ovvero si prescinde da eventuali effetti torsionali.
La normativa obbliga però ad eseguire tale verifica mediante il metodo dell'analisi non lineare, senza peraltro specificare come questa debba essere eseguita. Recentemente è stata proposta (Monti e Vailati 2009) una procedura non lineare che, in accordo ai dettami normativi, consente di valutare la sicurezza sismica di un edificio in aggregato, nell'ipotesi di solai rigidi nel proprio piano. Il metodo consente di individuare i piani più vulnerabili e, all'interno di essi, le pareti murarie che determinano tale vulnerabilità.
Modelli meccanici semplificati che rispettano le indicazioni della succitata Circolare Esplicativa sono stati proposti per gli edifici in muratura (ad esempio per la valutazione LV1 nelle Linee Guida per la valutazione del rischio sismico del patrimonio culturale) e richiamati in un report finale del primo progetto ReLUIS, Linea 1 (Vulnerabilità delle costruzioni in muratura).

Bibliografia

Monti, G., Vailati, M. (2009). Procedura di analisi non lineare statica per la valutazione sismica degli edifici in aggregato. Proc. XIII Convegno L'Ingegneria Sismica in Italia, Bologna, 28 June-2 July.

Monti, G., Vailati, M. (2009). Analisi di vulnerabilità sismica di edifici in aggregato: un caso esempio. Proc. XIII Convegno L'Ingegneria Sismica in Italia, Bologna, 28 June-2 July.

G.U. n. 24 del 29 gennaio 2008 (suppl. ord. n. 25). Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12 ottobre 2007, Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale.

Cattari S., Parodi S., Lagomarsino S. (2009). Formulazione di un modello meccanico per l'analisi di vulnerabilità sismica del costruito in muratura, Atti del XIII Convegno ANIDIS "L'Ingegneria Sismica in Italia", Bologna, 28 giugno - 2 luglio 2009, CD-Rom.

Carocci C., Tocci C., Cattari S., Lagomarsino S. (2009). "Linee guida per gli interventi di miglioramento sismico degli edifici in aggregato nei centri storici", Report Finale RELUIS.

f. Analisi non lineare degli aggregati edilizi nei centri storici (UNINA-c – Formisano)

Gli aggregati edilizi rappresentano il risultato di una genesi articolata e non unitaria, dovuta a molteplici fattori, come la sequenza costruttiva, il cambio di materiali, le mutate esigenze e l'avvicendarsi dei proprietari. L'analisi di tali complessi strutturali non può quindi prescindere dalle possibili interazioni derivanti dalla contiguità strutturale tra edifici adiacenti, connessi o in aderenza. È fondamentale, pertanto, scindere le singole unità strutturali dal complesso edilizio e condurre un'accurata indagine sull'aggregato al fine di identificarne le connessioni, i giunti strutturali, i meccanismi di giustapposizione e sovrapposizione. Sebbene le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 08) consentano una verifica globale semplificata per gli edifici in aggregato, sia nel caso di solai rigidi che di solai flessibili, analizzando singolarmente ciascuna unità strutturale, l'analisi dettagliata di tali complessi murari richiede necessariamente la modellazione di tutto l'organismo strutturale e l'esecuzione di analisi in ambito non lineare allo scopo di valutare correttamente l'influenza dei parametri di interazione strutturale fra gli edifici adiacenti.

Bibliografia

Bernardini, A., Giovinazzi, S., Lagomarsino, S., Parodi, S. (2007) Vulnerabilità e previsione di danno a scala territoriale secondo una metodologia macrosismica coerente con la scala EMS-98. Atti del XII Congresso Nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia", Pisa, 10-14 giugno 2007.

Decreto Ministeriale 14/01/2008 (NTC 08) (2008). Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni. G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008.

Giovinazzi, S., Balbi, A., Lagomarsino, S. (2004) Un metodo di vulnerabilità per gli edifici nei centri storici. Atti del XI Congresso Nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia", Genova, 25-29 gennaio 2004.

Monti (2009). Vulnerabilità degli aggregati edilizi con incertezze intrinseche ed epistemiche. Atti del Workshop WONDERmasonry 2009 on "Design for Rehabilitation of Masonry Structures".

Valluzzi, M.R., Munari, M., Modena, C., Cardani, G., Binda, L. (2007). Analisi di vulnerabilità sismica di aggregati storici: il caso di Castelluccio di Norcia. Atti del XII Congresso Nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia", Pisa, 10-14 giugno 2007.

g. Metodi e procedure di analisi di strutture monumentali (UNINA-f – De Luca)*

L'analisi sismica di strutture monumentali a tipologia specialistica, come ad esempio le chiese, non può beneficiare dei modelli a telaio equivalente, previsti dalla normativa tecnica e sviluppati in codici di calcolo per la tipologia dell'edificio. Tali strutture non sono infatti costituite da un insieme scatolare di pareti, disposte in genere secondo due direzioni ortogonali e con aperture più o meno regolari, ma sono composte da macroelementi, caratterizzati da un comportamento abbastanza autonomo, data l'assenza di orizzontamenti intermedi.
Tuttavia, prima di procedere a verifiche locali, è necessario valutare come le azioni sismiche si distribuiscono tra i diversi elementi. A tal fine l'analisi lineare ad elementi finiti e l'analisi modale sono strumenti essenziali per una corretta valutazione della risposta sismica.

Bibliografia

- A. De Luca, E. Mele, G. Brandonisio, R. de Lucia, R. Santaniello (2007). Geometrical and mechanical characteristics of a sample of masonry church buildings. Studies on Historical Heritage - 17-21 September 2007 Antalya (Turkey)
- A. De Luca, E. Mele, A. Giordano, R. De Lucia (2008). Effects of vertical loads on horizontal capacity of masonry arches trough limit analysis. Prohitec 2008
- A. De Luca, A. Giordano, E. Mele, A. Romano (2007). A simple formula for predicting the horizontal capacity of masonry portal frames. Engineering Structures

*h. Modelli e codici di calcolo strutturale per interventi di adeguamento sismico (UNICAS – Sacco**)*

I nuovi metodi di calcolo e verifica proposti dalle recenti normative hanno portato allo sviluppo di codici di calcolo automatico, prevalentemente indirizzati alla valutazione degli edifici esistenti nel loro comportamento attuale. Poco invece è stato fatto nei riguardi della valutazione delle strutture consolidate, in particolare se ci si rivolge alla progettazione di interventi di rinforzo basati sull'utilizzo di materiali innovativi. A tale riguardo anche la stessa normativa è carente e rimanda al documento di istruzioni del CNR DT200/2004.

Bibliografia

- E. Sacco, A nonlinear homogenization procedure for periodic masonry. European Journal Of Mechanics. A, Solids, Vol. 28; pp. 209-222, 2009.
- S. Marfia, M. Ricamato, E. Sacco, Stress Analysis of Reinforced Masonry Arches. International Journal for Computational Methods in Engineering Science and Mechanics, Vol. 9, pp. 77 - 90, 2008.
- E. Grande, G. Milani, E. Sacco, Modelling and analysis of FRP-strengthened masonry panels. Engineering Structures, Vol. 30, pp. 1842-1860, 2008
- A. Caporale ; R. Luciano ; L. Rosati Limit analysis of masonry arches with externally bonded FRP reinforcements. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Vol. 196, pp. 247-260, 2006.
- A. Benedetti, E. Sacco, Il rinforzo delle strutture murarie con FRP. Building and Construction for Engineers L'Edilizia, Vol. 139, pp. 52-61, 2005.

SUB-TASK 1b - Strutture in muratura: sperimentazione, valutazione dell'efficacia degli interventi
Coordinatore: Claudio Modena

Il sub task 1b è dedicato principalmente alla sperimentazione, in situ o di laboratorio, e alla verifica per via sperimentale dell'efficacia degli interventi di rinforzo o consolidamento. Il progetto costituisce in buona parte la naturale prosecuzione di alcune sperimentazioni avviate nel triennio precedente, ma si aprono anche nuovi campi di indagine.

Si prevedono tre ambiti tematici principali corrispondenti ad altrettante macro-attività (WP): 1) Valutazione in sito/sperimentale della qualità muraria e dell'efficacia delle tecniche di consolidamento della muratura, 2) Orizzontamenti, coperture, sottostrutture lignee, volte murarie e loro interazione con le strutture verticali, 3) Sperimentazione e modellazione su sistemi e sottosistemi in muratura. Le sezioni della scheda di task seguono quindi questa suddivisione.

All'interno di ciascun WP si articolano argomenti più specifici. Accanto a ciascun argomento sono indicate le UR coinvolte.

WP1. Valutazione in sito/sperimentale della qualità muraria e dell'efficacia delle tecniche di consolidamento/miglioramento della muratura

a. Conoscenza della costruzione, indagini in sito- Sperimentazione e diagnostica in sito e di laboratorio -

muratura: indagini in sito atte a definire la qualità muraria (POLIMI-a, UNIPG, UNIFI)

L'esperienza maturata sui beni culturali di maggior rilievo, con il suo patrimonio di tecniche di indagine specialistiche, e le numerose murature in pietra rilevate su tutto il territorio nazionale hanno messo in luce l'estrema varietà di tipologie murarie presenti sul territorio italiano, realizzate secondo modalità variabili e legate a molteplici fattori locali, che solo una accurata procedura di conoscenza guidata attraverso l'uso di tecniche di indagine diagnostiche può condurre ad un'adeguata conoscenza finalizzata all'intervento.

È necessario in prima istanza riconoscere la tipologia muraria definendo le sue principali caratteristiche, in modo da attribuirne un giudizio di qualità. Tale giudizio qualitativo si basa sull'osservazione visiva sia dei paramenti che della sezione di una parete. Una scheda di rilievo dedicata (prodotti Reluis 2005-2008) si rivela il metodo più comodo per rilevare sistematicamente i dati necessari ed è possibile riportare una descrizione univoca della tipologia muraria rilevata e delle sue caratteristiche morfologiche come da attuale normativa.

Eventualmente è anche possibile attribuire dei valori numerici indicativi ad alcune delle voci riportate nella scheda in modo da raggiungere un punteggio finale, in grado di classificare numericamente la qualità di una muratura ("Indice di Qualità Muraria I.Q.M. di Borri e De Maria [4] e/o "Lunghezza del Minimo Tracciato L.M.T. di Doglioni et al. [8]) e di conseguenza la vulnerabilità.

Il giudizio sulla qualità muraria assume invece un valore quantitativo, solo se l'analisi è seguita dall'esecuzione di alcune indagini diagnostiche in situ mirate a definirne le proprietà fisico-meccaniche. Il giudizio qualitativo preliminare si rivela in ogni modo essenziale come guida nella scelta dei punti dove condurre le indagini diagnostiche, in modo da ottenere dei risultati significativi.

La tabella della circolare esplicativa delle NTC 2008, riferimento operativo per correlare gli aspetti qualitativi agli aspetti quantitativi relativi al comportamento meccanico delle murature, riporta solo alcune tipologie murarie, descritte peraltro in alcuni casi in modo piuttosto generico. Appare per questo opportuno ampliare ed integrare con altre tipologie murarie tale tabella, migliorando così uno strumento operativo indispensabile per le applicazioni pratiche.

Appare necessario approfondire anche, con l'occasione, alcune problematiche specifiche della metodologia di prova diagonale in situ per quanto riguarda la determinazione del modulo G . Tale parametro infatti (che ha un notevole peso per le analisi che possono essere condotte sulla costruzione muraria) presenta valori molto diversi da caso a caso, a parità di tipologia muraria. Si tratta di identificare le cause di tale variabilità attraverso un esame più approfondito e mirato delle prove che verranno condotte in questa occasione.

Appare necessario inoltre verificare la bontà delle correlazioni tra gli indicatori di qualità muraria (ad es. l'IQM proposta nello scorso progetto dalla UR di Perugia) ed i valori delle caratteristiche meccaniche ottenibili direttamente da prove sperimentali in situ. Se confermata, tale correlazione consentirebbe un significativo miglioramento del livello di conoscenza per le costruzioni in muratura esistenti.

[1] Binda L. (A cura di), Caratterizzazione delle murature in pietra e mattoni ai fini dell'individuazione di opportune tecniche di riparazione, CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma, 2000.

[2] Binda L., A. Borri, A. Vignoli, Sull'analisi della qualità muraria e la modellazione della risposta sismica del costruito: verso un "manuale delle murature storiche", atti dell'XI Convegno Nazionale: L'Ingegneria sismica in Italia, Genova, 2002

[3] Binda L., Borri A., Cardani G., Doglioni F., Scheda Qualità Muraria: relazione finale e linee guida per la compilazione della scheda di valutazione della qualita' muraria, in: Reluis, progetto esecutivo 2006-2008, Progetto di ricerca n. 1, Valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di edifici in muratura, rendicontazione scientifica 3°anno, Marzo 2009.

[4] Borri A., De Maria A. (2009). "L'indice di qualità muraria (IQM): evoluzione e sue applicazioni nell'ambito delle NTC 2008", L'Edilizia, editrice De Lettera, n.160, XV, Milano, 46-57.

[5] Corradi M., Tedeschi C., Binda L., Borri A. (2008). "Experimental evaluation of shear and compression strength of masonry wall before and after reinforcement: deep repointing", Construction and Building Materials, Elsevier, 22/4, pp. 463-472.

[6] Corradi M., Borri A., Vignoli A. (2008). "Experimental evaluation of in-plane shear behavior of masonry walls retrofitted using conventional and innovative methods", Masonry International, 21/1, pp. 29-42.

[7] Cifani G., E. Curti, A. Lemme, A. Martinelli, S. Podestà, Sisma Molise 2002: indicazioni per la valutazione della qualità muraria, XII Convegno Nazionale L'Ingegneria sismica in Italia, Pisa, 2007

[8] Doglioni, F., Mirabella Roberti, G., Bondanelli, M., , Definizione della Linea del Minimo Tracciato come elemento per la qualifica dell'ingranamento nel piano e fuori dal piano, Prodotto finale Linea 1, progetto Reluis,2009.

[9] ASTM C 1196-92, 'Standard test method for in-situ compressive stress within solid unit masonry estimated using flat-jack measurements', American Society for Testing andMaterials, West Conshohocken, 1997.

[10] ASTM C 1197, 'Standard test method for in-situ measurement of masonry deformability properties using the flat jack method', 1991.

[11] de Vekey, R.C., 'Measurement of load eccentricity using flat jacks', Proc. Brit. Mas. Soc. (9) (Proc. 6th IMC) Vol. 1 (2002) 79-85.

[12] Binda, L., Tiraboschi, C., 'Flat-Jack Test as a Slightly Destructive Technique for the Diagnosis of Brick and Stone Masonry Structures', Int. Journal for Restoration of Buildings and Monuments, Int. Zeitschrift fur Bauinstandsetzen und Baudenkmalpflege, Zurich, pp. 449-472, 1999.

[13] Binda, L., 'Characterisation of stone and brick masonries finalised to the choice of appropriate strengthening techniques', Milan Research Unit, Final Report for Contract CNR/GNDT, 1999.
[14] Binda, L., Cantini, L., Cardani, G., Saisi, A., Tiraboschi, C., Use of Flat-Jack and Sonic Tests for the Qualification of Historic Masonry, 10th Tenth North American Masonry Conference (10NAMC), St. Louis, Missouri, 3-6/06/07, Session 6C, CD-ROM, 2007, 791-803.
[15] Binda L., Saisi A., Cardani G., Specifiche di Prova, Misura in situ dello stato di sforzo a compressione mediante l'uso di martinetto piatto, in: Reluis, progetto esecutivo 2006-2008, Progetto di ricerca n. 1, Valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di edifici in muratura, rendicontazione scientifica 3°anno, Nove mbre 2008.
[16] Binda L., Saisi A., Cardani G., Specifiche di Prova, Misura in situ delle proprietà elastiche mediante l'uso di martinetto piatto, in: Reluis, progetto esecutivo 2006-2008, Progetto di ricerca n. 1, Valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di edifici in muratura, rendicontazione scientifica 3°anno, Novembre 2008

b. Valutazione sperimentale del comportamento per azioni nel piano di muratura in pietra a doppio paramento con diversi gradi di connessione trasversale (UNIGE-b)

Uno degli elementi che concorre a definire la qualità muraria in termini meccanici nella muratura a più paramenti è il grado di connessione trasversale tra i paramenti, ovvero la presenza di diatoni o forme più o meno complete di ingranamento. L'effetto dell'incremento delle caratteristiche meccaniche dovuto ad un maggior grado di connessione trasversale è tabellato nella Circolare esplicativa delle NTC 2008, tuttavia sembra opportuno approfondire il livello di incremento di caratteristiche quali ad esempio la resistenza a compressione o la resistenza a taglio nel piano. E' prevedibile che un comportamento disaccoppiato dei paramenti esterni, la presenza di un sacco interno di elevato spessore possa diminuire significativamente il valore di resistenza a taglio.

[1] Brignola A., Frumento A., Lagomarsino S., Podestà S., (2009). Identification of shear parameters of masonry panels through the in-situ diagonal compression test. INTERNATIONAL JOURNAL OF ARCHITECTURAL HERITAGE, vol. 3; p. 52-73, ISSN: 1558-3058.
[2] Podestà S., Riotto G., Marazzi F., (2008). Reliability of dynamic identification techniques connected to structural monitoring of monumental buildings. STRUCTURAL CONTROL & HEALTH MONITORING, vol. 15; p. 622-641, ISSN: 1545-2255.
[3] Brignola A., Ferrini M., Lagomarsino S., Mangone F., Podestà S. (2006). Valutazione sperimentale dei parametri di deformabilità e di resistenza a taglio della muratura. INGEGNERIA SISMICA, vol. XXIII(3); p. 19-32, ISSN: 0393-1420"
[4] Brignola A., Curti E., Frumento S., Lagomarsino S., Podestà S., Riotto G., (2006). Prove soniche su pannelli in muratura di edifici esistenti. In: Atti del Convegno Nazionale di Sperimentazione su materiali e strutture. Venezia, Italia, Dicembre, 2006, p. 183-192.
[5] Brignola A., Frumento A., Lagomarsino S., Podestà S., (2006). Valutazione sperimentale dei parametri di deformabilità e di resistenza a taglio della muratura. In: Atti del Convegno Nazionale di sperimentazione su materiali e strutture. Venezia, Italia, Dicembre, 2006, p. 173-182.

c. Valutazione sperimentale dell'efficacia di interventi di miglioramento/rinforzo sulla muratura (POLIMI-a, UNIPD-c, UNIPG, UNIFI, UNIBO)

Il miglioramento del comportamento meccanico della muratura mediante opportune tecniche di consolidamento e rinforzo è uno degli obiettivi di maggior interesse applicativo, in particolare quando la qualità della muratura originale è particolarmente bassa. Accanto a tecniche più tradizionali quali le iniezioni di miscele, sono emerse da qualche anno e stanno continuamente emergendo nuove tecniche basate sull'utilizzo di materiali innovativi che vanno opportunamente verificate mediante sperimentazione. Tra i problemi di interesse rientrano sia gli aspetti relativi alla meccanica "locale" dei rinforzi (ed es. per gli FRP l'adesione per azioni normali, l'adesione per azioni tangenziali) che gli effetti strutturali d'insieme.
Risulta inoltre sempre di grande importanza la disponibilità di tecniche ingegnerizzate per una valutazione quantitativa dell'efficacia degli interventi di consolidamento mediante iniezioni, sia per la scelta della tecnica più idonea allo specifico caso in esame che per il controllo dell'esecuzione. Tali metodologie possono essere ad esempio basate sull'utilizzo di tecniche sperimentali non distruttive (indagini soniche, impact – echo).

[1] Borri A., Castori G., Vetturini R. (2009). "Interventi di rinforzo intradossale su archi in muratura con lamine pultruse in FRP" , Atti del XIII Convegno Nazionale "L'Ingegneria sismica in Italia", Bologna, Luglio 2009.
[2] Borri A., Castori G., Casadei P., Hammond J. (2009). "Strengthening of brick masonry arches with externally bonded steel reinforced composites", Journal of Composites for Construction, ASCE, n. 13(6), pp. 468-475.
[3] Borri A., Castori G., Vetturini R. (2009). "Rinforzo intradossale di archi murari con lamine pultruse", Atti del IV Convegno Nazionale su Crolli, Affidabilità Strutturale, Consolidamento (IF CRASC'09), 2-4 Dicembre 2009, Napoli, Italia.
[4] Borri A., Corradi M., Giannantoni, A., Speranzini E. (2009). "Reinforcement of historic masonry: the reticolatus

technique", 13th scientific-technical Conference - Remo 2009 - Repair, conservation and strengthening of traditionally erected buildings and historic buildings, 2-4 dicembre 2009, Wroclaw, Poland.
[5] Corradi M., Borri A., Vignoli A. (2008). "Experimental evaluation of in-plane shear behavior of masonry walls retrofitted using conventional and innovative methods", Masonry International, 21/1, pp. 29-42.
[6] Corradi M., Borri A., Vignoli A. (2003). Experimental study on the determination of strenght of masonry walls, CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS, vol. 17, pp. 325-337.
[7] Garbin, E., Panizza, M., Valluzzi, M. R. e Modena, C. (accettato). Experimental assessment of bond behaviour of FRP on brick masonry, IABSE Structural Engineering International.
[8] Valluzzi, M. R. (2008). Strengthening of masonry structures with Fibre Reinforced Plastics: from modern conception to historical building preservation – keynote lecture. In: VI Int. Conf. on Structural Analysis of Historic Constructions. Bath (UK), pp. 33-45.
[9] Valluzzi, M.R., Garbin, E., Dalla Benetta, M. e Modena C. (2008). Experimental assessment and modelling of in-plane behaviour timber floors, In: VI Int. Conf. on Structural Analysis of Historic Constructions. Bath (UK), pp. 755-762.
[10] Valluzzi, M. R., Tinazzi, D. e Modena, C. (2002). Shear behavior of masonry panels strengthened by FRP laminates, Construction and Building Materials, 16(7), 409-416.
[11] Valluzzi, M. R., Valdemarca, M. e Modena, C. (2001). Behaviour of brick masonry vaults strengthened by FRP laminates. ASCE Int. Journal of Composites for Construction, 5(3), 163-169.

d. Tecniche di valutazione in sito della resistenza a taglio della muratura (UNICT, UNIBG, UNIPI)

La valutazione in sito della resistenza a taglio della muratura mediante compressione diagonale o prova di taglio alla Sheppard è un'operazione in genere molto invasiva e costosa. Sono quindi di interesse nuove tecniche sperimentali che riducano la necessità di scassi e manomissione della muratura e non richiedano sistemi di applicazione/reazione delle forze complessi ed ingombranti. Nel corso di recenti ricerche (anche svolte nell'ambito del triennio Reluis 2005-2008) sono stati proposti alcuni sistemi di prova di taglio in sito (prova di scorrimento con martinetti piatti, prova di taglio a pannelli contrapposti) la cui validità e operatività può essere ampliata andando ad arricchire il database di informazioni di cui si dispone mediante ulteriori prove sperimentali.

[1] Caliò I. (2009a). "La prova di scorrimento con martinetto piatto: specifiche di prova", ReLUIS 3rd year report, Annex 3.b.3-UR14-1.
[2] Caliò I. (2009b). "La prova di scorrimento con martinetto piatto: applicazione", ReLUIS 3rd year report, Annex 3.b.3-UR14-2.
[3] Caliò I. (2009c). "La prova di scorrimento con martinetto piatto: validazione sperimentale e numerica", ReLUIS 3rd year report, Annex 3.b.3-UR14-3.
[4] M. Sassu, A procedure for testing masonry structures: the pile-model and the opposite panel shear compression tests, 14th IB2MAC, pp 1121-1130, Sydney,vol. 2,2008
[5] M. Sassu, L. Angelini, M.L. Beconcini, Prove di compressione e taglio in sito su pannelli in muratura: la tecnica dei maschi murari contrapposti, XII ANIDIS 2007, art 135, Pisa,vol. unico,2007

e. Ottimizzazione delle strategie e delle tecniche diagnostiche (UNIPD-a)

Le tecniche diagnostiche e il monitoraggio nel settore delle strutture storiche rappresentano un'attività fondamentale per accrescere il livello di conoscenza del comportamento strutturale di monumenti ed edifici e per ottenere una valutazione più approfondita delle loro condizioni, permettendo di intervenire con più efficacia e solo se necessario. Tra le varie tecniche non distruttive, le prove di identificazione dinamica si sono rivelate uno strumento molto efficace per conseguire conoscenze avanzate delle condizioni strutturali degli edifici storici, poiché consentono di definire sperimentalmente i parametri relativi al comportamento globale di una struttura. L'uso combinato di procedure di identificazione dinamica e di tecniche diagnostiche NDT o MDT (prova soniche, ultrasoniche, martinetti piatti, ecc.), oltre al monitoraggio dei parametri ambientali, rappresenta un vantaggio fondamentale nello sforzo di raggiungere un grado di conoscenza maggiore sul reale comportamento strutturale dei monumenti, in quanto fornisce informazioni quantitative sulle condizioni locali di elementi strutturali o parti di struttura (ad esempio l'apertura delle lesioni).
Il monitoraggio rappresenta inoltre un importante ausilio per il controllo *step-by-step* dell'esecuzione degli interventi e per la validazione della loro efficacia nel tempo.

[1] F. Casarin, C. Modena (2010), Il monitoraggio strutturale di alcuni monumenti a l'aquila in seguito ai danni provocati dal sisma dell'aprile 2009, i Beni Culturali (Anno XVIII - 2010 - Numero 1), BetaGamma ed. Viterbo.
[2] F. Casarin, C. Modena, M. R. Valluzzi, F. da Porto (2010), Structural monitoring of damaged cultural heritage buildings after the April 2009 Abruzzi earthquake. Proc. 3rd Euro Mediterranean Symposium On Advances in

Geomaterial and Structures, AGS'10 - Djerba, Tunisia, 10-12 May 2010.
[3] F. Casarin, M.R. Valluzzi, F. da Porto, C. Modena (2008), Structural monitoring for the evaluation of the dynamic response of historical monuments, RILEM Symposium on On Site Assessment of Concrete, Masonry and Timber Structures - SACoMaTiS 2008, eds. L. Binda, M. di Prisco, R. Felicetti, ISBN 978-2-35158-061-5, pages 787 – 796, Publisher RILEM Publications SARL.
[4] G. Riva, C. Bettio, C. Modena. "The use of sonic wave technique for estimating the efficiency of masonry consoldiation by injection", Proc. 11th Int. Brick/Block Masonry Conf., Shangai, China, Oct. 1997.
[5] P.Roca, G.Martinez, F.Casarin, C.Modena, P.P. Rossi, I.Rodriguez, A.Garay (2008). Monitoring of long-term damage in long-span masonry constructions. Learning from failure, long-term behavior of heavy masonry structures. (pp.125-152), Editor: L. Binda, WIT press 2008.

WP2. Orizzontamenti, coperture, sottostrutture lignee, volte murarie e loro interazione con le strutture verticali

a. Sottostrutture lignee

Per quanto riguarda i solai lignei e le strutture lignee di copertura, l'influenza di questi elementi sulla risposta sismica dell'edificio è stata ulteriormente evidenziata dal terremoto di L'Aquila. Alcuni aspetti ed esempi riguardanti le problematiche relative alle strutture lignee esistenti e ai relativi interventi sono presenti in letteratura (ad es. rif 1-6). Per i solai, gli studi precedenti hanno riguardato il controllo della loro azione di solidarizzazione del sistema strutturale, che è regolata dalle caratteristiche meccaniche proprie e dalla qualità dei collegamenti alle strutture adiacenti. Con analisi di carattere soprattutto sperimentale, sono stati messi a confronto in termini di capacità e rigidezza nel piano numerosi campioni di solaio sia nella forma di semplici tavolati, usuale nelle costruzioni esistenti, sia in presenza di diversi sistemi di irrigidimento e rinforzo. Sono ora disponibili risultati per diverse tipologie di rinforzo, sia basate sull'utilizzo dello stesso materiale, come nel caso di una doppia o tripla stratificazione di tavole di legno, con differenti modalità di disposizione delle tavole stesse e di connessione, sia con l'apporto di elementi eterogenei di rinforzo quali lamine in acciaio, fibrorinforzati, solette collaboranti in calcestruzzo. Considerando la necessità di riscontri sperimentali e la difficoltà di una sperimentazione su larga scala, la sensibilità dei risultati alle dimensioni del campione è stata pure oggetto di studio allo scopo di poter definire le dimensioni minime necessarie per ottenere risultati significativi. Studi sperimentali e analitici sono disponibili anche su diversi tipi di connettori metallici in uso in queste strutture lignee (rif. 7-14).
Per quanto riguarda le strutture lignee di copertura, si era evidenziata la necessità di definire criteri per riconoscere situazioni di criticità nei confronti dell'azione sismica e di individuare opportune modalità di intervento. A questi requisiti sono corrisposti la formulazione di un modello di valutazione della vulnerabilità sismica per le coperture che riguarda la struttura nel suo insieme (rif. 15-17) e studi su aspetti ed elementi specifici che hanno effetto sul comportamento globale. In particolare, sono disponibili analisi dell'effetto della morfologia strutturale sulla risposta dinamica (rif. 18-19) e lavori di carattere numerico e sperimentale sul comportamento di alcuni tipi di giunzioni di carpenteria (ad esempio, giunzioni a dente semplice e doppio) rinforzate con diversi tipi di elementi metallici (ad es. rif. 20-24).

[1] Piazza M., Riggio M.P., (2008). NDT Methods For The Assessment Of Structural Timber: Report On The Researches Carried Out At The University Of Trento, SACoMaTis 2008, RILEM International Conference, Varenna (Como Lake, Italy), September 1-2, 2008, RILEM Publications PRO 59, vol. 2: 1039-1047.
[2] Piazza M., Riggio M.P., (2008). Visual strength grading and NDT of timber in traditional structures, Journal of Building Appraisal, Vol. 3, n. 4, pp. 267-296
[3] Riggio M.P., Piazza M., (2009). Analisi in situ di elementi lignei in strutture storiche: metodologie, normative e applicazioni di tecniche non distruttive, "Consolidamento delle strutture in legno (Rehabilitation of timber structures)", Piazza M. (ed.), HEVELIUS Edizioni srl, Benevento, pp. 9-24.
[4] Tomasi R., Ferrario F., Piazza M., (2006), Rehabilitation of a historical theatre in Italy, Proceedings of the 5th International conference: "Structural Analysis of Historical Constructions: Possibilities of numerical and experimental techniques", 6-8 November, 2006, New Delhi, India, vol. 3, New Delhi: MacMillan India Ltd., 2006, pp. 1885-1892
[5] Piazza M., Riggio M.P., (2007), Typological and structural authenticity in reconstruction: the timber roofs of the "Pieve" in Cavalese, 'International Journal of Architectural Heritage', 1:1, pp. 60 – 81.
[6] Parisi M.A., Piazza M., (2007). Restoration and strengthening of timber structures: principles, criteria and examples, ASCE 'Practice Periodical on Structural Design and Construction', 12(4), pp. 177 – 185.
[7] Piazza M., Baldessari C., Tomasi R., (2008). The role of in-plane stiffness in the seismic behaviour of traditional buildings, 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, October 12-17.

[8] Modena, C., Valluzzi, M. R., Garbin, E., dalla Benetta, M., (2009). Prove nel piano di solai lignei: caratterizzazione del comportamento nel piano di solai rinforzati e non rinforzati sottoposti a carichi monotoni, RELUIS 3rd year report, Annex 3a.1, UR07-03.
[9] Branco J.M., Cruz P.J., Piazza M., (2009). Experimental analysis of laterally loaded nailed timber-to-concrete connections, Construction and Building Materials, 23(1): pp. 400-410
[10] Crosatti A, Piazza M., Tomasi R, Angeli A., (2009). Refurbishment of traditional timber floor with inclined screw connectors, PROHITECH International Conference, Roma (Italy), June 21-24.
[11] Piazza M., Riggio M.P., Tomasi R., (2009). Operational stages and criteria in the rehabilitation of timber floors in the Belasi castle (Trentino, Italy), 13th Scientific-Technical Conference REMO 2009, Journal of the Association of Monument Conservators, Conservation News n. 26/2009, Jelenia Gòra, Wroclaw, Poland, December 2-4.
[12] M. Piazza, M. Riggio, R. Tomasi, I. Giongo, (2010). Comparison of in situ and laboratory testing for the characterization of old timber beams before and after intervention, Proceedings 7th International conference "Structural Analysis of Historical Constructions", SAHC-2010, October 6-8, 2010, Shanghai, China (accepted, in press)
[13] Giuriani, E., Marini,A., (2009). Diaframmi di piano: criteri di dimensionamento e tecniche di intervento, RELUIS 3rd year report, Annex 3a.1, UR11-13.
[14] Giuriani, E., Marini,A., (2008). Wooden roof box structure for the anti-seismic strengthening of historic buildings, Journal of Architectural Heritage: Conservation, Analysis and Restoration, Vol. 2(3), 226-246.
[15] Chesi, C., Parisi, M.A., Tardini, C., (2008). "Concezione strutturale e risposta sismica delle strutture lignee di copertura", (in Italian, summary in English), Ingegneria Sismica, Patron Editore, n. 3, July-September, pp. 36-45.
[16] Parisi, M. A., Chesi, C., Tardini, C., Piazza, M., (2009). Traditional Timber Roof Structures: Seismic Vulnerability Assessment and Preservation, Procs, Prohitech Conf., pp. 391-396, Rome.
[17] Parisi, M. A., Chesi, C., Tardini, C,. Piazza, M. (2008). "Seismic vulnerability assessment for timber roof structures", Procs, 14th WCEE, October 12-17, Beijing.
[18] Chesi, C., Parisi, M.A., Tardini, C. (2009). Seismic response of timber roof structures, Proceedings, Symposium "Timber Structures from antiquity to the present", IASS, Istambul, Giugno 2009.
[19] C. Chesi, M.A. Parisi, C. Tardini (2009). Comportamento sismico delle strutture lignee di copertura e concezione strutturale, XII Convegno Nazionale "L'ingegneria sismica in Italia", ANIDIS, 28 giugno-2 luglio, Bologna.
[20] Parisi, M.A., Piazza, M., (2000). Mechanics of plain and retrofitted traditional timber connections, Journal of Structural Engineering, ASCE, 126 (12), 1395-1403.
[21] Tomasi R., Piazza M., Parisi M.A., Branco J., (2007) Analisi sperimentale su collegamenti tradizionali e rinforzati nelle capriate lignee, XII ANIDIS, "L'ingegneria sismica in Italia", Pisa, 10-14 giugno 2007, CD-ROM, Paper no. 78
[22] Parisi, M.A., Piazza, M., (2008). Seismic strengthening of traditional carpentry joints, Procs, 14th WCEE, October 12-17, Beijing.
[23] M.A. Parisi, M. Piazza (2009). Giunzioni di carpenteria: caratteristiche di comportamento e adeguamento sismico, Proceedings, XII Convegno Nazionale "L'ingegneria sismica in Italia", ANIDIS, 28 giugno-2 luglio, Bologna.
[24] Parisi M.A., Cordié C., (2010). Mechanical behavior of double-step timber joints, Construction and Building Materials, Vol.24, Issue 8, pp. 1364-1371.

b. Tecniche diagnostiche non distruttive per il legno (UNINA-d - Faggiano)

Nel campo dell'analisi, diagnosi e consolidamento delle strutture lignee, la caratterizzazione fisica e meccanica del materiale risulta particolarmente difficile a causa della grande influenza di vari fattori, quali la specie botanica, i difetti, il degrado, l'eterogeneità e l'anisotropia microstrutturale del materiale. Allo stato attuale le norme disciplinano le procedure per la diagnosi dello stato di conservazione e la classificazione a vista degli elementi in opera, fornendo i profili resistenti per diverse categorie di appartenenza e specie legnose. Nella pratica applicativa spesso l'ispezione a vista può essere eseguita solo in modo parziale. In tali circostanze, il ricorso a tecniche di indagine strumentale di tipo non distruttivo (NDT) può rappresentare una possibile alternativa a completamento della classificazione a vista o in sua sostituzione, dato che il loro utilizzo non altera l'integrità e la sicurezza strutturale. L'uso di tali tecniche costituisce però un campo di attività ancora giovane, caratterizzato in massima parte da metodologie di prova ancora in fase sperimentale che mancano attualmente di standardizzazione e regolamentazione. Pertanto, la possibilità di accrescere la fiducia nell'utilizzo di tecniche NDT per l'identificazione strutturale degli elementi in opera è legata alla costruzione di opportune banche dati per le varie essenze legnose che permettano un'affidabile correlazione tra il parametro rilevato dalla tecnica impiegata e la caratteristica meccanica da determinare, di resistenza e deformabilità.
In questo contesto è stata sviluppata un'ampia attività a carattere teorico-sperimentale nell'ambito del

progetto nazionale PRIN 2006 ("Valutazione sperimentale delle proprietà meccaniche del legno mediante tecniche non distruttive comparate per la caratterizzazione delle strutture lignee esistenti" respons. di unità B. Faggiano, coord. naz. prof. Piazza,) e del progetto internazionale PROHITECH ("Earthquake Protection of Historical Buildings by reversibile mixed technologies", coord. prof. Mazzolani). Una campagna di prove sperimentali è stata svolta presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST) dell'Università di Napoli Federico II su elementi strutturali in legno di castagno prelevati da costruzioni esistenti. Nella prima fase dell'attività, sono state utilizzate differenti tecniche non-distruttive (NDT) con lo scopo di valutare l'umidità del legno mediante prove igrometriche, le proprietà dinamiche del materiale con indagini ultrasoniche, la consistenza e le variazioni di densità del legno mediante prove sclerometriche e resistografiche. Successivamente, con prove distruttive (DT) a compressione parallela alla fibratura e a flessione, sono state determinate le proprietà di rigidezza e resistenza degli elementi testati, individuandone le sezioni critiche e le modalità di collasso. I risultati sperimentali sono stati analizzati su base statistica, individuando utili correlazioni NDT-DT per la determinazione delle proprietà fisiche e meccaniche del materiale.

[1] Calderoni, B., De Matteis, G., Giubileo C., Mazzolani, F.M. (2006). Flexural and shear behaviour of ancient wooden beams: Experimental and theoretical evaluation. Engineering Structures, 28, pp. 729-744, Elsevier ltd (ISSN 0141-0296).

[2] Ceraldi, C., Mormone, V., Ermolli, E. (2001). Resistographic inspection of ancient timber structures for the evaluation of mechanical characteristics. Materials and Structures. Rilem, Vol. 34: pp. 59-64.

[3] Faggiano, B., Grippa, M.R., Marzo, A (2009). Valutazione sperimentale delle proprietà meccaniche del legno mediante tecniche non distruttive comparate per la caratterizzazione delle strutture lignee esistenti. In Consolidamento delle strutture in legno (risultati degli studi condotti nell'ambito della ricerca PRIN 2006 sul recupero delle strutture lignee esistenti), a cura di Maurizio Piazza, Hevelius Edizioni, pp: 25-78.

[4] Faggiano, B., Grippa, M.R., Marzo, A., Mazzolani, F.M. (2009). Mechanical identification by NDT of old chestnut structural timber. Proceedings of the First International Conference PROHITECH09 "Protection of Historical Buildings". Rome, Italy, 22-24 June 2009 - (F.M. Mazzolani Editor): Vol. 1, pp. 295-300.

[5] Faggiano, B., Grippa, M.R., Marzo, A., Mazzolani, F.M. (2009). Combined non-destructive and destructive tests for the mechanical characterization of old structural timber elements. 3rd International Conference on Advances in Experimental Structural Engineering. San Francisco, United States, 15-16 October, 2009.

[6] Feio, A.O., Lourenco, P.B., Machado, J.S. (2004). Compressive behaviour and NDT correlations for chestnut wood. Proceeding of the 4th International Seminar "SAHC 2004". Padova, Italy, 10-13 November 2004.

[7] Giordano G. 1996. Tecnica delle costruzioni in legno. Hoepli ed., Milano, Italia.

[8] Mazzolani, F.M., Faggiano, B., Marzo, A. (2006). Analysis of roofing structures in monumental buildings. Proceeding of the V International Seminar "SAHC 2006". New Delhi, India. Lourenço, Roca, Modena, Agrawal (editors), Macmillan India Ltd Publisher, 2006, ISBN 972 8692 27 7, CD ROM, Vol. 1 "Timber structures", paper n. 19, pp. 471-478.

[9] Mazzolani, F.M., Faggiano, B., Marzo, A. & Grippa, M.R. (2009). The Diplomatic Hall of the Royal Palace of Naples: diagnosis, analysis and retrofitting of the timber structures. Proceedings of the First International Conference PROHITECH09 "Protection of Historical Buildings". Rome, Italy, 22-24 June 2009 - (F.M. Mazzolani Editor). Vol. 1, pp. 367-373.

[10] Migliore, M.R. & Ramundo, F. (2009). Experimental testing for the identification of mechanical characteristics of ancient timber elements. Proceedings of the First International Conference PROHITECH09 "Protection of Historical Buildings". Rome, Italy, 22-24 June 2009 - (F.M. Mazzolani Editor). Vol. 1, pp. 375-380.

[11] Piazza, M. & del Senno, M. (2002). Applicabilità di indagini strumentali. L'Edilizia n.4, Milano, Italy.

[12] Piazza, M., Tomasi, R., Modena, R. (2005). Strutture in legno. Hoepli ed., Milano, Italia.

[13] UNI 11035-2 (2003). Legno strutturale. Regole per la classificazione a vista secondo la resistenza e i valori caratteristici per tipi di legname strutturale italiani.

[14] UNI 11119 (2004). Beni culturali. Manufatti lignei. Strutture portanti degli edifici. Ispezioni in situ per la diagnosi degli elementi in opera.

[15] UNI EN 408 (2004). Strutture di legno. Legno massiccio e legno lamellare incollato. Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche.

c. Archi, volte, diaframmi e loro interazione con le strutture verticali (UNIBS)

L'analisi del comportamento sismico degli edifici storici ha evidenziato come la vulnerabilità delle strutture in muratura sia frequentemente associata all'innesco di meccanismi di danno quali: la rotazione della facciata, la flessione fuori piano delle pareti perimetrali tra gli archi diaframma ed lungo l'altezza di interpiano, la rottura a taglio nel piano. Questi meccanismi ormai ampiamente discussi in letteratura.
Esistono tuttavia strutture particolari, quali ad esempio le chiese, nelle quali il ribaltamento al piede delle pareti laterali può risultare inibito da pesanti contrafforti oppure da piedritti massicci situati lungo la navata.

La vulnerabilità sismica di queste strutture risulta frequentemente associata al dondolio (o rocking) eccessivo dei piedritti degli archi diaframma [3, 4, 5, 7, 8, 9].
Nel passaggio dalla condizione di riposo al dondolio si osserva un repentino e consistente incremento della tensione delle catene esistenti [5, 6, 10]. Tale sovrasollecitazione è spesso causa della crisi delle catene esistenti che si manifesta con rottura del sistema di ancoraggio o, raramente, con snervamento della sezione. La stima dell'incremento della tensione nelle catene esistenti è fondamentale in quanto catene "deboli", appena sufficienti per sostenere la spinta dei sistemi ad arco in condizioni di riposo, possono necessitare opere di rinforzo per resistere ai carichi indotti dal sisma.
Archi adiacenti possono inoltre manifestare rocking differenziale a causa della differente rigidezza degli archi diaframma (particolarmente accentuata in corrispondenza della prima e ultima campata della navata, [5, 6]), oppure in conseguenza del rocking controfase. In questo scenario, le volte che coprono la prima e ultima campata sono soggette a deformazioni a taglio tanto più importanti quanto più è pronunciato il dondolio differenziale. L'attivazione del cinematismo di si evidenzia con la comparsa di fessurazioni a taglio lungo la volta.
I sistemi voltati sono inoltre soggetti a flessione differenziale delle lunette [5]. Il meccanismo è amplificato dal dondolio degli archi diaframma. In caso di azioni sismiche di particolare intensità, le fessure possono propagarsi fino ad interessare l'intero spessore della volta. Il danno è particolarmente severo per volte sottili, quali le volte in folio, per le quali la flessione differenziale delle lunette insieme al rocking differenziale risulta frequente causa di crollo.
La comprensione di questi meccanismi, poco discussi in letteratura, è importante sia per la corretta valutazione della vulnerabilità delle strutture, sia la messa a punto di tecniche atte a ritardarne l'innesco. Rinforzi di composito [1] oppure frenelli leggeri [2] possono essere organizzati sull'estradosso delle strutture voltate per migliorare il comportamento nei confronti della flessione differenziale. Al fine del contenimento del dondolio e del dondolio differenziale di pareti e archi diaframma possono invece essere proposte diverse soluzioni: catene perimetrali; diaframmi di piano o coperture scatolari leggere in legno multistrato [5].
L'incatenamento perimetrale consente la formazione di un sistema arco-catena nello spessore del muro. L'efficacia del rinforzo è condizionata da molteplici aspetti che riguardano: la qualità muraria, la presenza di canne fumarie, la snellezza delle pareti. Murature di qualità scadente non riescono ad esempio a sviluppare un efficace sistema ad arco; in presenza di canne fumarie l'arco compresso non può attivarsi data la soluzione di continuità del paramento; per locali molto allungati l'azione di confinamento offerta dall'incatenamento è penalizzata o assente in quanto l'arco resistente orizzontale che si sviluppa nella muratura è eccessivamente ribassato ed ha una resistenza modesta [5].
Quando il sistema di incatenamento risulta inefficace è possibile ricorrere la soluzione dei diaframmi di piano e/o della copertura scatolare [6]. Tali strutture si realizzano trasformando impalcati e falde di copertura in diaframmi che, opportunamente collegati alle pareti portanti, raccolgono l'azione sismica delle murature e la trasferiscono ai setti resistenti al taglio. Nelle chiese le coperture scatolari consentono inoltre di ridurre il rocking differenziale degli archi diaframma e di contenere la deformazione a taglio delle volte. Le tecniche per la formazione dei diaframmi di falda sono mutuate da quelle proposte per il rinforzo flessionale degli impalcati lignei. Le soluzioni a secco, realizzate con pannelli multistrato e fasce di coprigiunto, sono in generale preferite in quanto comportano un trascurabile incremento del peso.
Il corretto funzionamento dei diaframmi dipende dall'efficacia del sistema di connessione alle pareti perimetrali, spesso realizzate con pioli, atti atrasferire azioni taglianti, e tiranti, disposti per trattenere le pareti caricate fuori piano. Il collegamento copertura scatolare-muratura, particolarmente delicato a causa della modesta resistenza a taglio dei muri lungo il coronamento, può essere realizzato mediante ancoraggi profondi, previa disposizione di un sottile strato di malta armata con rete da intonaco con funzione di ripartitore [6].
Sviluppi futuri della ricerca dovranno chiarire il ruolo della deformabilità dei diaframmi di piano e falda sul comportamento globale delle strutture con particolare attenzione al dondolio delle pareti perimetrali e di eventuali archi diaframma, e sulla deformabilità a taglio delle volte in muratura. Per quanto riguarda le connessioni sono necessari modelli semplificati a supporto dei progettisti per il dimensionamento delle connessioni.

[1] Borri A., Casadei P., Castori G., Ebaugh S. (2007). Research on composite strengthening of masonry arches. FRPRCS- University of Patras, Patras, Greece, July 16-18, 2007
[2] Ferrario L., Marini A., Riva P., Giuriani E. (2009). Traditional and Innovative Techniques for the Seismic Strengthening of Barrel Vaulted Structures Subjected to Rocking of the Abutments. . ATC-SEI Conference on Improving the Seismic Performance of Existing Buildings and Other Structures. San Francisco, California, December 9 -11, 2009.
[3] Doglioni, F., Moretti, A., Petrini, V. (1994). Le chiese e il terremoto, Trieste, Edizioni Lint.
[4] Giardina G., Marini A., Riva P., Giuriani E. (2008). Experimental behavior of barrel vaulted structure subjected to rocking of the abutments. ISSM International seminar on structural masonry. Istanbul 05-07 nov 2008. Pag. 259-

268. Ed. Braj P. Sinha, Leyla Tanacan. ISBN 978-975-561-342-0.
[5] Giuriani E., Marini A., (2008a). E. Giuriani, A.Marini 2008. Experiences from the Northern Italy 2004 earthquake: vulnerability assessment and strengthening of historic churches. Invited paper. VI International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions SAHC 2008. Bath, England. pag. 13-24. Ed. Taylor and Francis, London, UK. ISBN 978-0-414-46872-5.
[6] Giuriani E., Marini A. (2008b). "Wooden roof box structure for the anti-seismic strengthening of historic buildings" Journal of Architectural Heritage: Conservation, Analysis and Restoration. ISSN 1558-3058 Vol.2(3) Pag. 226-246.
[7] E.Giuriani, A. Marini, C. Porteri, M. Preti. 2009. Seismic vulnerability of churches associated to transverse arch rocking. International Journal of Architectural Heritage, 3: 1–24, 2009. Ed. Taylor & Francis Group, LLC. ISSN: 1558-3058.
[8] Lagomarsino (1998). A new methodology for the post earthquake investigation of ancient churches. In Proceedings of 11th European Conference on Earthquake Engineering, Balkema, Rotterdam, ISBN 90 5410 982 3
[9] Lagomarsino, S., Brun, S., Giovinazzi, S., Idri, C., Penna, A., Podestà, S., Resemini, S., Rossi, B. (1999). Modelli di calcolo per il miglioramento sismico delle chiese. In Proceedings of 9th Italian Conference on Earthquake Engineering.
[10] Lagomarsino, S., Podestà, S., Resemini, S., Curti, E., Parodi, S. (2004). Mechanical models for the seismic vulnerability assessment of churches. In Structural analysis of historical construction (C. Modena, P. B. Lourenço, P. Roca Eds.), Proc. of IV Int. Seminar SAHC, Padova, Italy, A.A. Balkema, London (UK), Vol 2, pp. 1091-1101.

WP3. Sperimentazione e modellazione su sistemi e sottosistemi in muratura

a. Sperimentazione (in scala reale) e modellazione di elementi di fascia muraria (UNIPV-c-Magenes e UNITS-Gattesco, UNINA-a-Augenti)

Il comportamento sismico delle pareti murarie è fortemente influenzato dalle proprietà di resistenza, deformazione e duttilità delle fasce di piano, così come dimostrato dalle prove condotte su modelli di edificio e di parete in muratura [2, 5]. Mentre alcuni risultati sono stati ottenuti per la valutazione della resistenza a presso-flessione dei pannelli di fascia privi di armatura attraverso domini basati su differenti criteri di resistenza [1, 3, 4], non vi sono ancora modelli che consentano di quantificare la deformabilità ed in generale il comportamento post fessurativo di tali elementi. Va inoltre approfondito lo studio del comportamento esibito da pannelli di fascia armati in modo tradizionale o con materiali innovativi.

[1] Augenti N. (2007). Resistenza delle "fasce di piano" di edifici in muratura sollecitati da azioni sismiche, XII Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Pisa, Italy, articolo n. 7.
[2] Benedetti D., Magenes G. (2001). Correlazione tra tipo di danno ed energia dissipata negli edifici in muratura, Ingegneria Sismica, 2, 53-62.
[3] Cattari S., Lagomarsino S. (2008). A strength criterion for the flexural behaviour of spandrels in un-reinforced masonry walls. 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, paper no. 05-04-0041.
[4] Gattesco N., Macorini L., Clemente I., Noè S. (2009). Shear resistance of spandrels in ancient brick-masonry buildings. XIII Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Bologna, Italy, paper no. S4-18.
[5] Parisi F., Augenti N., Balsamo A, Prota A., Manfredi G. (2010). Lateral loading tests on a masonry system with and without external reinforcement. 14th European Conference on Earthquake Engineering, Skopje, Macedonia, paper No. 1795. (in corso di pubblicazione)

b. Prove su pareti murarie in assenza ed in presenza di sistemi di rinforzo basati sull'utilizzo di materiali innovativi (UNINA-a-Augenti)

L'efficacia di interventi di miglioramento sismico è stata analizzata ampiamente, sia su singoli pannelli murari soggetti ad uno stato di sollecitazione tipico di quello presente nei maschi murari soggetti ad azioni sismiche [1, 6], sia su modelli di edificio [5, 7]. Nuove tecniche basate su materiali tradizionali [4] o innovativi [3] sono state proposte per garantire anche i principi di minimo intervento e di reversibilità richiesti per edifici storici in muratura. Tuttavia, si riscontra la mancanza di modelli teorici capaci di consentire la valutazione dell'efficacia di interventi di rinforzo con materiali compositi (quali FRP, SRP, FRG ed SRG) per le fasce di piano di edifici in muratura. A tal uopo, Augenti et al. [2] hanno condotto una prima serie di prove cicliche su una parete in muratura rinforzata con materiali compositi innovativi.

[1] Atkinson R.H., Schuller M.P. (1992). Development of injectable grouts for the repair of un-reinforced masonry, International workshop CNR-GNDT - Effectiveness of injection techniques for retrofitting of stone and brick masonry walls in seismic areas, Milan, Italy, 117-38.
[2] Augenti N., Parisi F., Balsamo A., Prota A., Manfredi G. (2010). In-plane strengthening of an unreinforced masonry wall through a new external reinforcement system, 10th International Conference on Computational Structures

Technology, Valencia, Spain. (in corso di pubblicazione)
[3] Borri A., Corradi M., Speranzini E., Giannantoni A. (2009). Reinforcement of historic masonry: the "Reticolatus technique", IF CRASC '09, N. Augenti (Editor), Napoli, Italy, 483-495.
[4] Dolce M., Nigro D., Ponzo F.C., Marnetto R. (2001). The CAM system for the retrofit of masonry structures, 7th International Seminar on Seismic Isolation, Passive Energy Dissipation and Active Control of Vibrations of Structures, A. Martelli (Editor), Assisi, Italy.
[5] Karantoni F.V., Fardis M.N. (1992). Effectiveness of seismic strengthening techniques for masonry buildings, Journal of Structural Engineering, 118(7), 1884-1902.
[6] Prota A., Marcari G., Fabbrocino G., Manfredi G., Aldea C. (2006). Experimental in-plane behavior of tuff masonry strengthened with cementitious matrix-grid composites, Journal of Composites for Construction, 10(3), 223-233.
[7] Triantafillou T.C. (1998). Strengthening of masonry structures using epoxy-bonded FRP laminates, Journal of Composites for Construction, 2(2), 96-104.

c. Ricostruzione della muratura storica (UNIRC-Ceradini)

Uno dei problemi principali che si presenta per il post terremoto nell'Aquilano è come ricostruire la muratura storica, là dove si ritiene che una ricostruzione nel rispetto della regola dell'arte e della qualità muraria sia la modalità da seguire per ripristinare un patrimonio storico/architettonico di grande valore. In questo contesto risulta fondamentale anche il coinvolgimento del mondo professionale e delle maestranze locali, al fine di delineare chiaramente l'approccio ad una ricostruzione corretta, consapevole, discussa e condivisa dell'edilizia storica muraria.

[1] Ceradini V., Terenzi P, Praticò M, Chiesa e Borgo di Sant'Eusanio Martire, "Il giornale dell'arte", Speciale Abruzzo, 2009, pp. 20, ISSN: 0394-0543.
[2] Alessia Bianco, Vittorio Ceradini, The restoration of Pompeii and Herculaneum and the reconstruction of Reggio Calabria: experimental application of reinforced concrete, Atti del Convegno Internazionale CONCRETE2009, (Termoli (CB) 19-21 febbraio 2009)
[3] V. Ceradini A. Suraci, , "A failure collapse in explosive situation in Reggio Calabria", I Convegno di Ingegneria Forense – IV Convegno su crolli, affidabilità strutturale,, consolidamento IF CRASC 2009, (Napoli 2-4 dicembre 2009).
[4] Ceradini V., Dopo il terremoto del 1908: Reggio Calabria, città sperimentale, in: E. Guidoboni, G. Valensise, Bertolaso, Boschi, Il terremoto e il maremoto del 28 dicembre 1908, INGV, Roma, 2009, pp. 393-404.
[5] M. Candela, V. Ceradini, M. A. De Cunzo, A. Giuffrè, G. Zampino. Prove sperimentali su un modello al vero di una volta in tufo del Palazzo Reale di Napoli" II° Congr esso Nazionale ARCO (Roma 1995)

d. Sviluppo di tecniche di presidio provvisorio per edifici di interesse storico-artistico (UNIPI-Sassu)

I presidi provvisori preventivi sono uno strumento di protezione fondamentale in fase post-terremoto, e specificamente nell'edilizia di culto possono coadiuvare la salvaguardia del bene, soprattutto se contenente manufatti di valore storico artistico che ostacolano opere di consolidamento. Si ritiene sia utile investigare nuove tecniche di presidio caratterizzate da efficacia, basso costo e facile removibilità.

[1] M. Sassu, M. Andreini, "Una strategia di prevenzione sismica a basso costo per edifici di culto e monumentali: presidi provvisori in fibre sintetiche o metalliche." Atti del Workshop Sustainable Development Strategies for Construction in Europe and China – ISA Roma, 19-20 aprile 2010.
[2] Cavriani M., Grimaz S., Mannino E., Munaro L., (2009) Schede tecniche di opere provvisionali (STOP) per la messa in sicurezza post-sisma. Notiziario Vigili del Fuoco, luglio 2009.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:
SUB-TASK 1a - Analisi e verifica di costruzioni in muratura
Coordinatore: Sergio Lagomarsino

WP1. Conoscenza della costruzione, delle vulnerabilità e individuazione degli schemi strutturali

a. Identificazione delle unità strutturali nell'aggregato. Lettura dei danni e identificazione dei possibili meccanismi. Rilievo costruttivo (UNISR – Carocci)

L'unità di ricerca si pone l'obiettivo di razionalizzare le conoscenze finora acquisite (soprattutto nel primo triennio della ricerca ReLUIS, ma anche con le esperienze condotte a seguito del sisma dell'aprile 2009 a L'Aquila) mediante la realizzazione di prodotti sintetici finalizzati all'uso nella pratica corrente dei tecnici.
A tal proposito si individuano tre ambiti che corrispondono ad altrettanti risultati che si pensa di poter

conseguire durante il triennio:

- elaborazione di un percorso procedurale per la identificazione delle unità strutturali nell'aggregato; associato a esempi esplicativi e a un sintetico documento-guida;
- identificazione dei meccanismi di danno mediante una diretta derivazione degli stessi dalla realtà della costruzione (sia in presenza che in assenza di danni e dissesti) ed esplicitazione del legame tra meccanismo e tecnica costruttiva locale originaria o alterata;
- ridefinizione di abachi di meccanismi di danno mediante la comparazione tra le "famiglie" di abachi esistenti con la finalità di rendere confrontabili i diversi schemi e di sottolinearne il legame con la realtà costruttiva.

b. Aspetti critici della modellazione di costruzioni in muratura (UNIFE – Tralli)

Un primo obiettivo della ricerca è dare indicazioni su come si possano ottenere risultati affidabili con codici di calcolo a telaio equivalente, magari utilizzando come confronto analisi svolte con strumenti e metodologie diverse, ad esempio l'analisi limite [4,5].
Un secondo obiettivo è superare alcuni limiti tipici di questi programmi ad esempio il modo in cui sono messe in conto le fasce di piano, il limite rappresentato dalla necessità di prevedere solai piani e rigidi nel proprio piano etc. Almeno per quanto riguarda le fasce di piano si ritiene possibile proporre un elemento che ne descriva il comportamento in modo più attendibile di considerarle travi in muratura facilmente implementabile nei codici esistenti.
L'unità di ricerca dopo aver modellato in una serie di lavori [10-12] il comportamento allo stato limite ultimo di perdita dell'equilibrio di queste strutture anche in presenza di rinforzi in FRP intende proporre modelli di calcolo per la simulazione del comportamento non lineare sotto carichi crescenti (pushover) di queste strutture. Una volta determinate le linee di frattura si intendono definire, a partire da tecniche di omogeneizzazione che tengono conto della tessitura dell'apparato murario, i legami non lineari momenti curvature (o più in generale azioni affioranti movimenti relativi) delle strutture, che presentano inevitabilmente tratti di rigidezza decrescente (softening). Le strutture nel loro complesso risultano descritte da modelli agli elementi finiti ove il comportamento non lineare si sviluppa in zone limitate, modelli facilmente importabili su codici commerciali esistenti.

WP2. Analisi dei meccanismi locali e criteri di verifica

a. Validazione dei diversi metodi di analisi (anche con riferimento a dati sperimentali) (UNIGE-a – Lagomarsino)

Nel triennio si prevede di analizzare la validità dei metodi di analisi e verifica dei meccanismi locali proposti nelle recenti normative sismiche italiane. In particolare un primo aspetto che sarà analizzato è quello della valutazione del moltiplicatore di attivazione e della capacità limite di spostamento nel caso di pareti reali, che non possono essere considerate come corpi rigidi (a tal fine saranno forniti criteri per introdurre nei modelli semplificati, approcci che risultino a favore di sicurezza).
Un secondo aspetto è quello della risposta dinamica del blocco oscillante (o più in generale di un qualunque cinematismo, rappresentabile come sistema non lineare ad un grado di libertà); la norma attuale prevede di assimilarlo ad un sistema lineare equivalente, con periodo secante definito su uno spostamento minore di quello ultimo, ma esistono possibilità alternative. Merita sicuramente approfondimento lo studio dello smorzamento equivalente, da utilizzare nelle procedure che usano lo spettro di capacità. La ricerca sarà basata su analisi dinamiche non lineari, sia attraverso il modello di Housner sia attraverso oscillatori elastici-non lineari, al fine di valutare quanto anche una limitata elasticità possa rende maggiormente stabile la risposta dinamica. Si prevede anche l'esecuzione di prove dinamiche su una piccola tavola vibrante.
Un ultimo aspetto è quello della risposta dei meccanismi locali posti ad una certa altezza, che risultano eccitatati non dal moto sismico alla base ma da quello filtrato dalla costruzione. Anche su questo punto la normativa propone un metodo derivato dallo studio delle appendici strutturali in sistemi lineari. Si prevede quindi di eseguire una sistematica analisi parametrica, al fine di comprendere i risultati forniti dal metodo al variare dei diversi parametri della struttura e del macroelemento interessato dal meccanismo. Le situazioni più critiche saranno quindi analizzate con modelli ad elementi finiti di dettaglio, per verificare l'attendibilità del metodo.

b. Influenza della qualità muraria e incertezze di modello (ROMA3 – De Felice)

Per quanto attiene alla "Definizione del meccanismo locale" l'obiettivo da raggiungere a fine progetto è quello di disporre di metodi di calcolo in grado di generare e modellare l'effettivo meccanismo di collasso atteso. Per le strutture in muratura irregolare, si tratta di sviluppare metodi basati sul riconoscimento

automatico della tessitura e sull'analisi agli elementi distinti con azioni quasi-statiche, impulsive e sismiche. Per strutture in muratura regolare, si tratta di formulare modelli continui, i cui parametri costitutivi sono ricavati da metodi di omogeneizzazione [6,7,8] o aggiornati attraverso approcci multiscala [9] sufficientemente versatili da poter essere impiegati nella verifica sismica.
Per quanto attiene alla "Determinazione della curva di capacità", l'obiettivo da raggiungere è quello di includere nel modello di capacità sismica la dipendenza dalle caratteristiche della muratura (forma e dimensione degli elementi, tessitura muraria). A questo fine, verrà simulato il comportamento di muri a più paramenti, al variare delle condizioni al bordo (parete libera e vincolata in sommità), indagata la riduzione della capacità sismica rispetto a meccanismi fuori dal piano indotta dalla mancanza di connessione trasversale della parete, valutati gli effetti delle connessioni tra le diverse pareti murarie e il loro contributo in termini di resistenza e capacità di spostamento. I risultati delle simulazioni numeriche potranno essere confrontate con i danni effettivi rilevati nel recente terremoto di L'Aquila.
Infine, per quanto attiene alla "Valutazione della domanda sismica" si tratta di prendere le mosse dai risultati delle prove sperimentali già eseguite nel corso del primo triennio del progetto (prove su tavola vibrante presso Enea e Eucentre) e quelle previste nel corso del nuovo triennio. Dovrà essere simulata, con modelli adeguati, la dinamica dei meccanismi locali che si sono verificati, dall'attivazione del meccanismo fino al collasso, eseguite le analisi di sensibilità necessarie per garantire l'affidabilità del modello e quindi svolta una vasta campagna di simulazioni numeriche dalle quali ricavare i parametri statistici utili alla definizione della domanda sismica.

c. Capacità deformativa e dissipazione (ROMA1a – Decanini, Liberatore)

La stima del coefficiente di restituzione di una muratura rimane al momento incerta. Una rilevante parte di questa incertezza è legata al ruolo che può giocare la malta, ruolo non indagato nel passato triennio. Nel prossimo triennio si studierà l'influenza sulla dissipazione dell'energia del tipo di malta, impiegando da un lato malte con un rapporto calce : pozzolana più alto rispetto a precedenti esperienze, dall'altro malte cementizie. Le prove riguarderanno oscillazioni libere fuori del piano su pareti murarie libere allettate con malte dall'alto rapporto calce: pozzolana e con malte cementizie. Al termine del triennio si produrrà un rapporto sulle prove sperimentali accompagnato da brevi linee guida per la stima del coefficiente di restituzione.
L'influenza della dissipazione dell'energia sarà indagata numericamente anche con riferimento all'eccitazione attesa. La dissipazione è infatti rilevante in presenza di più di un ciclo di oscillazione del meccanismo, mentre può divenire meno significativa nel caso di eccitazioni fortemente impulsive, quali quelle in prossimità della sorgente, per le quali un forte impulso iniziale può portare al ribaltamento senza essere preceduto da urti significativi.
Analisi dinamiche non lineari numeriche saranno effettuate anche con riferimento a una capacità di spostamento ridotta, come conseguenza degli inevitabili scostamenti della geometria della sezione sede delle cerniere di dondolamento dalla geometria perfettamente parallelepipeda.
Si indagheranno, attraverso analisi numeriche, anche gli effetti della contemporanea presenza della componente verticale del moto al suolo e gli effetti del diverso orientamento della parete, al fine di quantificarne l'influenza sul ribaltamento.
Le analisi dinamiche non lineari svolte saranno confrontate con le procedure statiche equivalenti di analisi dei meccanismi locali di collasso in edifici esistenti in muratura (Circolare 02/02/2009, § C8A.4) formulando, se necessario, suggerimenti per una loro modifica.

d. Comportamento dinamico (UNINA-e – Casapulla)

Uno degli obiettivi di questo progetto è l'approfondimento di una procedura semplificata, proposta nel precedente progetto ReLUIS, volta ad individuare delimitazioni affidabili delle effettive resistenze sismiche di meccanismi locali di danno, sia nel piano che fuori dal piano. Il modello di muratura adottato è quello a blocchi rigidi con giunti privi di resistenza a trazione ma resistenti per attrito (legge di Coulomb in assenza di coesione), già opportunamente validato dalla comunità scientifica nazionale ed internazionale. Un'ulteriore semplificazione è data dalla rinuncia ad un'analisi discreta con micro blocchi a favore di un sistema articolato in distinti corpi rigidi o macro blocchi separati da un certo numero di lesioni in cui sono assunte concentrate le resistenze attritive. Il passaggio di scala consente da un lato di conservare "memoria" del modello discreto e dall'altro di azzerare gli oneri computazionali e favorire calcoli "manuali" da sviluppare con l'uso di un qualunque foglio elettronico. La procedura si avvale del classico approccio cinematico in analisi limite col fine di valutare in forma chiusa maggioranti e minoranti delle azioni sismiche che possono attivare meccanismi di danno nel piano e fuori dal piano, in funzione dei parametri geometrici e meccanici più significativi. Si prevede di applicare la procedura ad un certo numero di meccanismi ricorrenti negli scenari post-sismici.
Per quanto riguarda, invece, il comportamento dinamico delle pareti murarie o di parti di pareti murarie, qualora queste esibiscano un comportamento sostanzialmente autonomo dopo l'innesco del meccanismo

locale, è stato analizzato il moto rotatorio sotto sisma del blocco rigido quale riferimento fondamentale. Si propone una nuova strategia di analisi in alternativa al più classico approccio probabilistico. Questa si sviluppa in due fasi.
Nella prima fase, già sviluppata, si assumono a riferimento quelle azioni che sono causa, secondo teoria, delle risposte estreme, più sfavorevoli. Si tratta di azioni del tutto indipendenti dai dati reali, che conducono il blocco in condizioni di perfetta risonanza. Questa fase ha comportato dapprima la costruzione di accelerogrammi artificiali caratterizzati da una combinazione di impulsi elementari che può essere assunta come la più sfavorevole e poi la definizione di una fase di stabilizzazione della condizione di risonanza, caratterizzata da un moto di tipo periodico e da soluzioni in forma chiusa del limite superiore degli angoli di rotazione.
Nella seconda fase, da sviluppare nell'ambito del nuovo progetto, si riducono le risposte ottenute, escludendo progressivamente quanto non riscontrabile nell'osservazione di un gran numero di terremoti, quindi di terremoti registrati in territori ed in archi di tempo quanto più possibile ampi. Questa fase prevede un utile confronto con l'analisi dell'oscillatore elastico elementare in condizioni di risonanza, con l'obiettivo ultimo di ottenere spettri di risposta per i blocchi e per i sistemi murari in analogia con quelli comunemente accettati per i sistemi elastici. Si prevede anche un confronto dei risultati con quelli forniti dalla normativa italiana NTC08 per la verifica agli stati limite dei blocchi murari.

WP3. Analisi del comportamento globale

a. Simulazione delle prove dinamiche effettuate presso Eucentre/ENEA (UNIPV-c – Magenes)

Obiettivo del WP3 sarà effettuare la modellazione globale dei tre prototipi di edificio in muratura di pietra a due paramenti (edifici di due piani senza riduzione di scala) provati sulla tavola vibrante del laboratorio di EUCENTRE (TREES Lab), mediante una schematizzazione della struttura a telaio equivalente con macro-elementi rappresentativi del comportamento non lineare ciclico nel piano degli elementi strutturali (maschi e fasce). Saranno effettuate modellazioni lineari per l'identificazione dinamica del modello strutturale e analisi dinamiche non lineari per la simulazione della risposta sperimentale. Saranno anche eseguiti confronti tra i risultati di analisi statiche e dinamiche non lineari, al fine di verificare l'applicabilità dei metodi di previsione della domanda basati su analisi pushover. Su quest'ultimo punto potranno essere proposti approcci migliorativi o correttivi che risultino idonei anche per edifici in muratura con orizzontamenti deformabili.
Inoltre, sarà effettuata la simulazione della risposta sismica di porzioni strutturali coinvolte in meccanismi di danno locali principalmente associati al comportamento fuori piano delle pareti: saranno individuati i meccanismi locali attivatisi durante le prove su tavola vibrante, che saranno modellati con approcci di tipo cinematico, da confrontare con i risultati di analisi numeriche di dettaglio agli elementi finiti non lineari e analisi basate sulla dinamica dei corpi rigidi con idonee formulazioni dei problemi di contatto.

b. Il ruolo delle fasce di piano ed i relativi criteri di resistenza (UNINA-b – Calderoni)

La ricerca proposta è rivolta all'analisi del ruolo giocato dalle fasce di piano nel comportamento sismico degli edifici esistenti in muratura ordinaria, al fine di fornire criteri per la loro modellazione e la loro verifica da utilizzare nelle valutazioni globali della vulnerabilità sismica.
Infatti la valutazione della sicurezza di una struttura storica deve essere svolta con modelli affidabili che consentano di valorizzare al massimo il ruolo di tutti gli elementi strutturali, in modo da ridurre al minimo ed ottimizzare gli eventuali interventi di consolidamento anche in relazione al rapporto efficacia/invasività.
Pertanto la ricerca prevede come obiettivo ultimo anche la messa a punto di metodi semplificati, che, sulla base dei più accurati studi teorici e sperimentali che costituiscono comunque il cuore della ricerca proposta, consentano valutazioni rapide ed efficaci, anche in relazione ad indagini svolte su ampie parti del patrimonio costruito.
In definitiva si arriverà dapprima alla definizione dei criteri di valutazione della resistenza e della deformabilità delle fasce di piano delle diverse tipologie, necessari anche per la loro modellazione nello schema globale della parete muraria.
Quindi si forniranno le metodologie di verifica delle fasce con le relative procedure applicative.
Infine si procederà alla redazione di linee guida per la valutazione della vulnerabilità degli edifici in muratura esistenti in relazione ai possibili interventi di miglioramento e/o adeguamento con particolare riferimento a quelli da eseguirsi sugli elementi di fascia.

c. Il ruolo degli orizzontamenti ed i relativi criteri di modellazione (ROMA2 – Iannirubertο)

Lo scopo del progetto è quello di mettere a fuoco la relazione tra vantaggi e svantaggi delle diverse soluzioni di impalcato sul comportamento d'insieme e dei singoli elementi strutturali della costruzione. In particolare è importante comprendere con chiarezza il ruolo che gioca la rigidezza di piano nella ripartizione delle azioni

tra le pareti dell'edificio e sul valore delle sollecitazioni nelle pareti stesse e in corrispondenza delle connessioni impalcato-pareti. Quindi, partendo dai risultati del precedente progetto triennale, si intende sviluppare un'ampia indagine numerica in campo non lineare che, tenendo conto del comportamento dei diversi elementi strutturali, consenta di definire i criteri di progetto di un impalcato di un edificio in muratura in zona sismica al fine ad ottenere un comportamento ottimale della struttura nel suo complesso.

d. Verifica di edifici irregolari, complessi e con solai flessibili (UNIGE-a – Lagomarsino)

L'attività di ricerca si baserà su una serie di analisi parametriche, al fine di comprendere l'influenza delle scelta arbitrarie che sono insite nel procedimento di verifica proposto dalla normativa: nodo di controllo, distribuzione delle forze, definizione della capacità ultima di spostamento. Tali scelte possono portare, nel caso di edifici irregolari, complessi o con solai flessibili, a risultati anche molto diversi.
Per quanto riguarda il nodo di controllo, scegliere questo in una parete caratterizzata da un maggiore o minore danneggiamento porta ad attribuire all'edificio maggiori o minori capacità di spostamento; risultati anche molto diversi si possono ottenere scegliendo il nodo di controllo a piani diversi della costruzione. Appare quindi necessario definire un criterio univoco per la scelta del nodo di controllo, da validarsi con analisi dinamiche non lineari; a tal fine sarà utilizzato un modello a telaio equivalente con elementi dotati di un adeguato comportamento isteretico.
La scelta della distribuzione di forze da usarsi per l'analisi pushover è determinante, in quanto ad esempio quella rappresentativa della prima forma modale può risultare completamente inattendibile in presenza di solai flessibili. Anche su questo aspetto saranno eseguiti confronti tra diverse situazioni, attraverso un'ampia analisi parametrica.
Infine, la definizione della capacità ultima di spostamento dell'edificio a partire dalla risposta globale (decadimento del 20% della resistenza sulla curva pushover) può funzionare per edifici compatti, di modeste dimensioni e con solai abbastanza rigidi. Nel caso invece di edifici di grande dimensione, un decadimento del 20% si potrebbe verificare quando intere pareti sono ormai giunte a collasso. Attraverso un'ampia analisi parametrica si intende proporre un approccio multicriterio per la definizione dello stato limite ultimo e di quello di danno (tra l'altro le NTC 2008 introducono due diversi stati limite ultimi – SLV e SLC – e non è chiaro a quale dei due sia riferito quello corrispondente al decadimento del 20%).

e. Criteri per la modellazione e verifica di unità edilizie negli aggregati di centri storici (ROMA1b – Monti)

La metodologia a tutt'oggi sviluppata per l'analisi di sicurezza sismica di edifici in aggregato, poiché semplice sebbene non lineare, si presta ad essere migliorata sotto diversi punti di vista, che costituiscono gli obiettivi di questo studio.
Un primo aspetto su cui si incentrerà l'attenzione sarà la generalizzazione della procedura ad includere anche il caso di solai non rigidi, mediante la definizione di un parametro "rigidezza nel piano del solaio" la cui variazione determina un graduale cambiamento nella modalità di ripartizione delle forze fra i diversi elementi resistenti: da una basata sulle rigidezze, nel caso di solaio infinitamente rigido nel piano, ad una basata sulle masse portate, nel caso di solaio infinitamente flessibile. Un'impostazione del genere consentirà di valutare in maniera più realistica situazioni intermedie in cui il solaio sia dotato di rigidezza finita.
L'obiettivo è dunque quello di pervenire ad una trattazione unificata del problema, per trattare con la stessa formulazione indifferentemente aggregati a solai rigidi o deformabili, in funzione di un termine descrittivo della rigidezza stimata del solaio.
Un secondo aspetto riguarda la trattazione delle incertezze che inevitabilmente affliggono il processo conoscitivo dell'aggregato e che hanno un riflesso determinante sull'esito della verifica di sicurezza sismica. Non solo la geometria degli elementi resistenti, i dettagli costruttivi e le caratteristiche dei materiali costituenti, ma anche l'aspetto appena trattato della rigidezza nel piano dei solai saranno trattate come variabili casuali caratterizzate da incertezze di tipo sia intrinseco sia epistemico. Si considererà anche il caso tipico in cui il professionista sia obbligato ad operare nell'ambito di un'Unità Immobiliare, avendo una conoscenza limitata del resto dell'aggregato.
L'obiettivo è dunque di estendere la metodologia di analisi sopra descritta ad includere anche la trattazione delle incertezze, per valutare la sensitività della risposta alla loro variazione. Ciò consentirà di arrivare alla definizione di una procedura pre-normativa che indirizzi il professionista sia nella fase diagnostica, per una riduzione ottimale delle incertezze epistemiche, sia nella fase di verifica analitica, per l'identificazione degli elementi strutturali che maggiormente contribuiscono alla vulnerabilità dell'aggregato.
L'obiettivo ultimo è comunque quello di fornire al professionista gli strumenti e le procedure, a carattere pre-normativo, per orientare i rafforzamenti nel rispetto del criterio di minimizzazione degli interventi, puntando a massimizzare le prestazioni sismiche dell'aggregato, anche in quei casi, molto frequenti, in cui si sia obbligati ad operare per Unità Immobiliari piuttosto che per Unità Strutturali.

f. Analisi non lineare degli aggregati edilizi nei centri storici (UNINA-c – Formisano)

Verrà effettuata la valutazione del comportamento non lineare degli aggregati edilizi, danneggiati da eventi sismici e ricadenti nei centri storici italiani, al fine di valutare i meccanismi di collasso più probabili e di implementare interventi volti alla mitigazione del danneggiamento sismico. In particolare:

- si valuterà la vulnerabilità sismica dei complessi murari mediante valutazioni speditive e semplificate, con eventuale riferimento anche a quelle previste dalla recente normativa (NTC 08);
- verranno implementati modelli di calcolo non lineari, i cui risultati saranno confrontati con quelli derivanti da modelli semplificati e con quelli relativi al reale comportamento strutturale sotto sisma;
- saranno previsti interventi di protezione sismica, la cui efficacia sarà provata mediante l'esecuzione di nuove analisi in campo non lineare.

g. Metodi e procedure di analisi di strutture monumentali (UNINA-f – De Luca)*

In riferimento allo studio degli edifici storici monumentali in muratura, con particolare attenzione alle chiese, saranno sviluppati metodi e procedure di analisi strutturale che saranno poi testati mediante applicazioni su casi studio reali quali ad esempio gli edifici di culto danneggiati dal terremoto che ha colpito l'Aquilano nell' Aprile del 2009.
Saranno investigate le potenzialità e le metodologie di impiego di:

- analisi Lineare: mirata ad una identificazione delle caratteristiche dinamiche delle strutture e ad ottenere una ripartizione (in condizioni "non fessurate") dell'azione sismica tra le parti strutturali (macroelementi);
- analisi Non Lineare: finalizzata all'individuazione delle risorse plastiche della struttura soggetta a carichi orizzontali;
- analisi Limite: impiegata come strumento di analisi relativamente semplice e veloce, indipendentemente, od anche per la verifica dell'attendibilità dei risultati dell'Analisi Non Lineare che a causa della complessità delle metodologie di calcolo non risulterebbero altrimenti controllabili.

*h. Modelli e codici di calcolo strutturale per interventi di adeguamento sismico (UNICAS – Sacco**)*

Le attività previste sono le seguenti:

- definizione degli aspetti peculiari relativi alle problematiche della modellazione strutturale di costruzioni in muratura rinforzati con materiali innovativi;
- sviluppo di modelli per la valutazione del grado di sicurezza di costruzioni murarie rinforzate e non nei confronti delle azioni sismiche;
- implementazione in codici calcolo automatico di modelli numerici che simulino il comportamento delle costruzioni in muratura rinforzate con materiali innovativi, valutandone il grado di sicurezza.

In particolare, alla luce delle evidenze sperimentali nonché delle indicazioni contenute nei recenti documenti normativi, tra i quali il documento CNR-DT200, tramite il codice di calcolo sviluppato sarà possibile eseguire una modellazione tridimensionale in campo non lineare della struttura volta ad evidenziare sia i meccanismi di collasso nel piano sia i meccanismi di collasso fuori del piano fornendo al progettista informazioni circa le criticità locali della struttura nonché il livello di vulnerabilità sismica globale. Nel codice di calcolo saranno implementate differenti tipologie di rinforzo, ovvero basate sia sui diversi materiali FRP sia sui differenti sistemi di rinforzo attualmente presenti in commercio. In tale ambito, particolare attenzione sarà rivolta alla modellazione del meccanismo di interazione tra rinforzo FRP e supporto in muratura fornendo la possibilità di selezionare sia modelli semplificati, utili in una fase preliminare di progettazione del sistema di rinforzo, sia modelli più accurati in grado di tener conto dell'evoluzione del processo di de-coesione del sistema di rinforzo sulla risposta globale della struttura rinforzata. Tale aspetto rappresenta uno dei punti fondamentali su cui sarà incentrata una parte significativa della presente attività di ricerca.

SUB-TASK 1b - Strutture in muratura: sperimentazione, valutazione dell'efficacia degli interventi
Coordinatore: Claudio Modena

1. Valutazione in sito/sperimentale della qualità muraria e dell'efficacia delle tecniche di consolidamento/miglioramento della muratura

a. Conoscenza della costruzione, indagini in sito- Sperimentazione e diagnostica in sito e di laboratorio - muratura: indagini in sito atte a definire la qualità muraria (POLIMI-a, UNIPG, UNIFI)

POLIMI-a

In termini generali le indagini diagnostiche previste devono essere in grado di: a) dare una risposta ad ipotesi formulate preventivamente, b) fornire parametri fisici e meccanici da utilizzarsi per l'analisi strutturale, c) se necessario, fornire dati di controllo della struttura nel tempo, d) controllare in sito l'efficacia di alcune tecniche di riparazione (iniezioni, ristilatura profonda dei giunti).
La fase diagnostica è prevista a diversi livelli di approfondimento, in base al tipo di edificio ed alle finalità e motivazioni dell'indagine. Le indagini eseguite in situ sull'edilizia storica devono in ogni caso essere il più possibile non distruttive.
Gli obiettivi sono quindi quelli di proporre una scelta minima di prove caratterizzanti una muratura storica. Questo punto prevede l'esecuzione di alcune indagini non distruttive seguite da quelle più distruttive, con l'accortezza di utilizzare un'unica zona, scelta come rappresentativa dell'intera parete muraria sulla quale localizzare le indagini.
Anche se sono pochi i parametri che si ricavano dalle indagini non distruttive, dall'esperienza fino a qui maturata, si sono rivelati utili due tipi di indagini:
- l'indagine sonica per trasparenza
- l'indagine con singolo e doppio martinetto piatto
La procedura d'indagine proposta prevede la qualificazione della muratura, a livello di conoscenza 1, per mezzo di rilievi ed ispezioni puntuali, e a livello 2 con l'aggiunta di prelievi, indagini di laboratorio ed in sito, per affinare il riconoscimento della tipologia muraria e, in seguito, la scelta di materiali compatibili per la riparazione.
E' stato realizzato un data-base concernenti edifici in muratura rilevati in centri storici in zona sismica, dove possibile compilando una scheda con le caratteristiche delle loro murature. I risultati delle indagini in situ completeranno il database già avviato negli anni passati
UNIPG
Gli obiettivi della UR UNIPG sono i seguenti:
- ampliamento ed integrazione con altre tipologie murarie della tabella delle caratteristiche delle murature delle NTC2008, migliorando così uno strumento operativo indispensabile per le applicazioni pratiche;
- approfondimento delle problematiche specifiche della metodologia di prova diagonale in situ per quanto riguarda la determinazione del modulo;
- validazione attraverso il confronto con i risultati delle prove sperimentali della metodologia IQM (Indice Qualità Muraria) proposta nello scorso progetto ReLUIS dalla UR di Perugia per la classificazione delle tipologie murarie per gli edifici esistenti;
UNIFI
La ricerca ha come scopo principale la valutazione delle caratteristiche meccaniche di murature di pietrame e laterizio di caratteristiche simili, per tessitura e materiali, alle murature presenti nelle zone della provincia de L'Aquila in vista degli interventi di consolidamento. La ricerca si articolerà nelle seguenti fasi:
1. Raccolta dei dati a disposizione sulle caratteristiche meccaniche delle murature e dei suoi componenti; nel caso della muratura i dati sono quelli provenienti da prove in-situ; nel caso dei componenti i dati sono quelli provenienti da prove in-situ o in laboratorio condotte su campioni prelevati in-situ.
2. Raccolta dei dati ottenuti dai saggi su prospetti e sezioni murarie.
3. Elaborazione dei dati in maniera da avere per ciascuna muratura indagata un'informazione il più completa possibile (scheda prospetto, scheda sezione, prove non distruttive e distruttive sul pannello, prove in-situ e in laboratorio sui componenti).

b. Valutazione sperimentale del comportamento per azioni nel piano di muratura in pietra a doppio paramento con diversi gradi di connessione trasversale (UNIGE-b Podestà)

Si prevede la realizzazione di una sperimentazione su pannelli in muratura in pietra con diverso grado di ammorsamento trasversale (presenza sistematica di diatoni, disposizione a quinconcio, mancanza totale di ammorsamento, presenza di sacco interno) che saranno sottoposti a prove di compressione diagonale, presso il Sistema di Laboratori del DICAT – Laboratorio Strutture. Ogni pannello sarà, inoltre, sottoposto, prima della prova a rottura per compressione diagonale, ad una serie di test sonici che investigare le potenzialità di tale metodologia di indagine, quando applicata su pannelli murari in situ, ad individuare il livello di connessione tra i paramenti esterni. Le prove soniche saranno effettuate in diverse condizioni ambientali (i.e.: livello di umidità della parete) consentendo di valutare parallelamente la sensibilità dei risultati alle variazioni ambientali che sono presenti quando si opera direttamente in situ.

c. Valutazione sperimentale dell'efficacia di interventi di miglioramento sismico/rinforzo sulla muratura

c1. Valutazione sperimentale dell'efficacia di interventi di miglioramento sismico/rinforzo sulla muratura su murature riparate mediante iniezioni o con FRP (sperimentazione e diagnostica in sito e di laboratorio)

(POLIMI-a, UNIPD-c e *UNIBO)*

POLIMI-a
L'UR POLIMI-a prevede come obiettivo di controllare l'iniettabilità delle murature e studiare l' efficacia di alcune miscele da iniezione. Mediante la prova sonica eseguita prima e dopo l'iniezione ci si propone di studiare la penetrazione e diffusione delle miscele. In collaborazione con il gruppo del Prof. Modena verranno studiate e verificate le tecniche di iniezione in situ su pannelli di muratura utilizzati in località Onna (L'Aquila). I materiali di iniezione prelevati in situ verranno caratterizzati in Laboratorio al DIS, Milano. Contemporaneamente, al DIS verranno eseguite prove di durabilità su muretti in mattoni e malta a base di calce riparati con FRP. Le prove riguardano cicli termici e cristallizzazione salina sull'adesione FRP-muratura.
UNIBO
La ricerca ha come scopo principale la messa a punto di metodologie sperimentali non distruttive (indagini soniche, impact – echo) per la verifica dell'efficacia degli interventi di consolidamento mediante iniezioni. Tali tecniche saranno basate sul confronto dei risultati di tempi di volo e spettro di frequenze dei segnali di trasmissione delle onde sui pannelli murari, prima e dopo l'esecuzione delle iniezioni. Sarà anche valutata la soglia di risoluzione ed il margine di errore delle tecniche adottate. Saranno anche elaborati dei protocolli per la pianificazione dei controlli di esecuzione degli interventi.
UNIPD-c
L'attività dell'Unità di Ricerca UNIPDc verterà essenzialmente sull'esecuzione di indagini sperimentali volte ad approfondire i seguenti aspetti relativi al rinforzo di strutture murarie e lignee mediante applicazione di materiali compositi (FRP, *Fibre Reinforced Polymers*; SRP/G, *Steel Reinforced Polymers/Grouts*; fibre naturali):

1) adesione per azioni normali;
2) adesione per azioni tangenziali;
3) rinforzo nel piano di solai lignei;
4) rinforzo di archi e volte a botte in muratura.

Tali indagini, che permetteranno di acquisire informazioni fondamentali per eventuali successive trattazioni analitiche e numeriche dei fenomeni connessi, saranno mirate essenzialmente ad approfondire gli aspetti esecutivi (principalmente punti 1 e 2) e a valutare le modifiche nel comportamento strutturale apportate dalla presenza del rinforzo e l'efficacia della tecnica adottata (principalmente punti 3 e 4).

1) L'adesione per azioni normali verrà indagata tramite l'esecuzione di prove di *Pull-off* (prova di strappo normale) su diversi tipi di supporto murario, includendo come variabili il tipo di laterizio, la presenza o meno di giunti murari, il tipo di rinforzo. Tale attività, fondamentale per ricavare una prima valutazione sull'idoneità del sistema di rinforzo, è volta ad approfondire, per quanto riguarda la muratura, gli aspetti del collaudo dell'intervento proposti al paragrafo 5.8.1.1 delle "Linee guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di Interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP".

2) L'adesione per azioni tangenziali verrà indagata mediante *Shear tests* (prove di strappo a taglio) condotti su vari tipi di supporto e di rinforzo, ponendo inoltre a confronto diverse modalità di prova, al fine di approfondirne gli aspetti esecutivi, in assenza di linee guida. I dati ottenuti offriranno un contributo alla validazione dei parametri di progetto proposti all'interno delle sopraccitate Linee Guida.

3) Il rinforzo di solai lignei verrà indagato tramite esecuzione di opportune prove mirate a valutare gli incrementi di resistenza e rigidezza nel proprio piano correlati all'applicazione di elementi diagonali in materiale composito, ponendo a confronto diversi tipi di elemento resistente.

Il rinforzo di volte a botte in muratura verrà indagato mediante l'esecuzione di prove su campioni in scala quasi-reale, ponendo a confronto come variabili il tipo di applicazione (estradossale/intradossale), il tipo di rinforzo e la geometria strutturale in termini di rapporto luce/spessore. Le prove verranno condotte applicando due carichi verticali concentrati, in posizione simmetrica, variabili asincronicamente in modo tale da produrre una prova di tipo ciclico sui campioni in oggetto.

c2. Valutazione sperimentale dell'efficacia di tecniche innovative di rinforzo della muratura (laterizio armato, reticolatus, bandelle estradossali) (UNIPG)

Oltre alle prove su pannelli nelle loro condizioni originarie ("tal quali") verranno condotti test, sempre in situ,

su pannelli rinforzati con tecniche innovative (reticolatus, laterizio armato), per verificare l'efficacia reale di tali interventi.

Infine, per ampliare lo stato delle conoscenze sul comportamento di archi murari rinforzati con bandelle intradossali si prevede di condurre alcune prove di laboratorio applicando questa tipologia di intervento.

c3. Valutazione sperimentale dell'efficacia di tecniche innovative di rinforzo della muratura (betoncino armato con fibre di acciaio inossidabile, materiali fibrosi) (UNIFI)

L'obiettivo è di integrare i dati disponibili su murature non consolidate con prove in-situ e in laboratorio (prove di compressione, prove di taglio-compressione, prove di compressione diagonale), su pannelli senza rinforzo e poi rinforzati mediante tecniche innovative (betoncino armato con fibre di acciaio inossidabile, FRP e/o fibre di iuta).

d. Tecniche di valutazione in sito della resistenza a taglio della muratura

d1. Sviluppo di tecniche di valutazione in sito della resistenza a taglio della muratura mediante martinetti piatti (UNICT, UNIBG)

UNICT

Allo stato attuale l'UR di Catania dispone di numerosi dati relativi ad indagini in situ su diverse tipologie murarie tipiche della Sicilia e della Calabria. Alcune di queste indagini sono relative ad una prova di scorrimento con martinetto piatto introdotta quale nuova metodologia di prova nell'ambito del primo progetto triennale RELUIS. Nell'ambito delle attività condotte in questo sub task si intende arricchire il database di informazioni di cui si dispone attraverso ulteriori indagini, alcune delle quali saranno effettuate in Abruzzo nei territori colpiti dal sisma del 2009. Verrà inoltre verificata l'applicabilità di ulteriori metodologie di indagine in situ anche attraverso il confronto con altre metodologie note. L'obiettivo principale della ricerca che si intende condurre è quello di individuare nuove strategie di indagine in situ, generalmente condotte con martinetti piatti, orientate alla stima delle caratteristiche di resistenza a taglio della muratura.

UNIBG

L'obiettivo della ricerca è la validazione di prove a taglio "poco distruttive" con l'uso di martinetti piatti mediante sperimentazione in laboratorio. La sperimentazione prevede diverse disposizioni dei tagli e una ottimizzazione della conformazione dei martinetti. Alla sperimentazione si affiancano la simulazione numerica dello stato tenso-deformativo indotto nella prova e l'individuazione delle grandezze significative.
Si prevedono prove su prototipi di muratura in laterizio soggette a carichi verticali crescenti.

d2. Sviluppo di una tecnica di valutazione in sito della resistenza a taglio mediante la prova a pannelli contrapposti (UNIPI)

L'obiettivo è di proseguire l'utilizzo della tecnica di prova di taglio-compressione su pannelli in muratura contrapposti, e della tecnica penetrometrica su malte, da applicare su casi studio in sito, già disponibili a seguito di convenzioni con territori sismici (Villafranca Lunigiana – MS; San Pio delle Camere – AQ).

e. Ottimizzazione delle tecniche diagnostiche (UNIPD-a)

Si persegue l'obiettivo di ottimizzare le tecniche diagnostiche disponibili allo stato dell'arte e di trasferire le conoscenze acquisite nell'ambito della sperimentazione in sito e delle tecniche di monitoraggio al fine di ottimizzare la progettazione per il rinforzo ed il consolidamento di strutture in muratura danneggiate dal terremoto de L'Aquila

Nello specifico il programma di ricerca prevede:

- Definizione delle tecnologie di intervento adeguate e realizzabili per gli elementi strutturali verticali;
- Definizione e miglioramento delle procedure di laboratorio per la valutazione delle tecnologie di intervento e le specifiche per i campioni di laboratorio;
- Esecuzione di prove sperimentali distruttive, debolmente distruttive e non distruttive necessarie per caratterizzare la risposta di pareti e pilastri in muratura allo stato originale e rinforzato, al fine di ottenere

informazioni sulle prestazioni del sistema e sull'efficacia degli interventi e di determinare le principali leggi costitutive per la modellazione;

- Simulazione numerica del comportamento sperimentale e valutazioni parametriche per la definizione delle caratteristiche meccaniche critiche e delle procedure di progettazione;
- Definizione sperimentale dei parametri relativi al comportamento globale dell'edificio attraverso prove di identificazione dinamica;
- Progettazione e installazione di sistemi di monitoraggio in grado di fornire una conoscenza più approfondita delle condizioni di una struttura storica. Essi permettono di intervenire con maggiore efficacia e solo se veramente necessario e sono in grado di monitorare le diverse fasi del cantiere di restauro.

2. *Orizzontamenti, coperture, sottostrutture lignee, volte murarie e loro interazione con le strutture verticali*

a. *Sottostrutture lignee*

a1. Studio del comportamento elastico e post-elastico di sistemi di connessione di carpenteria (tradizionali) per elementi lignei rinforzati con elementi metallici (UNITN-Piazza, POLIMI-b-Parisi)

La definizione del comportamento elastico e post-elastico di alcune giunzioni tradizionali di carpenteria rinforzate con elementi metallici di diverso tipo permetterà di completare il quadro delle tipologie di giunzione maggiormente utilizzate nelle strutture lignee. Ne risulterà la possibilità di stimare l'efficacia di specifici interventi sul comportamento della giunzione, con particolare riguardo all'eliminazione di fragilità, e analizzare l'effetto di tali interventi sul comportamento globale della struttura lignea per i principali tipi di strutture che si riscontrano negli edifici esistenti.

Per le strutture lignee di copertura si era precedentemente definita una metodologia di rilievo e valutazione della vulnerabilità sismica. L'obiettivo attuale è di affinare la classificazione, calibrandola particolarmente sulla base di analisi numeriche e di alcuni casi studio, compresi alcuni esempi di comportamento osservato nel sisma aquilano. Il sistema di valutazione permetterà così di individuare necessità e priorità di interventi e stimare in via preventiva l'effetto di differenti strategie di miglioramento nell'ottica di una analisi costi-benefici.

a2. Studio di metodi di rinforzo dei solai lignei alternativi all'uso della soletta collaborante in calcestruzzo (UNITN-Piazza)

L'ampliamento della casistica trattata per le diverse tipologie tradizionali di orizzontamenti presenti nelle strutture esistenti è opportuno per completare il quadro dei possibili metodi di rinforzo alternativi all'uso della soletta collaborante in calcestruzzo; l'associazione degli elementi esistenti con differenti materiali, quali l'acciaio, i materiali compositi, ecc., disposti in modo tale da conferire rigidezza e resistenza al sistema travi-tavolato in legno, non solo per il comportamento flessionale ma anche per quello membranale permette di intervenire con massa ridotta e rispettando, soprattutto nel caso di beni culturali, il criterio di reversibilità. L'espressione di leggi empiriche che modellino il comportamento dei solai rinforzati permetterà di progettare l'incremento più opportuno delle proprietà meccaniche del solaio, anche in relazione alle caratteristiche dei muri adiacenti.

a3. Analisi della risposta delle strutture e degli elementi lignei nel terremoto dell'Aquila (POLIMI-b-Parisi)

Per le strutture lignee di copertura si era precedentemente definita una metodologia di rilievo e valutazione della vulnerabilità sismica. L'obiettivo attuale è di affinare la classificazione, calibrandola particolarmente sulla base di analisi numeriche e di alcuni casi studio, compresi alcuni esempi di comportamento osservato nel sisma aquilano. Il sistema di valutazione permetterà così di individuare necessità e priorità di interventi e stimare in via preventiva l'effetto di differenti strategie di miglioramento nell'ottica di una analisi costi-benefici.

a4. Analisi delle cause più probabili di vulnerabilità sismica degli edifici tradizionali (per la parte di coperture e solai a struttura lignea) e delle varie metodologie di intervento proponibili (UNITN-Piazza,, POLIMI-b-Parisi)

Sia per il caso delle coperture che per i solai, l'obiettivo finale è la definizione di procedure codificate (anche con ausilio di abachi, tabelle, modelli fisici a carattere semplificato), che permettano di definire le priorità di intervento per giungere a un effettivo miglioramento sismico.

b. Tecniche diagnostiche non distruttive per il legno (UNINA-d - Faggiano)

L'obiettivo principale è la definizione di una metodologia di indagine per l'identificazione strutturale di costruzioni lignee esistenti mediante l'uso di tecniche NDT per la stima delle proprietà fisiche e meccaniche del materiale, quale fase propedeutica all'attuazione di qualsiasi studio e progetto d'intervento per il consolidamento del costruito ligneo. Sulla base delle tendenze individuate nell'ambito del progetto di ricerca PRIN 2006, si prevede di sviluppare un'ulteriore campagna di prove sperimentali presso il Laboratorio DIST, estendendo il campione di indagine ed esaminando differenti specie legnose. Al fine di valutare l'influenza dei difetti sul comportamento meccanico del legno, saranno testati sia elementi in dimensione d'uso strutturale sia provini in legno netto. Le indagini non-distruttive (NDT) comprenderanno prove sclerometriche, per la stima della durezza e della consistenza superficiale del legno, e misurazioni resistografiche, per la rilevazione delle variazioni di densità del legno e la localizzazione di difetti interni. Le prove distruttive (DT) a compressione e a flessione saranno eseguite secondo i metodi codificati dalle norme UNI-ISO. In particolare, la natura ortotropica del legno sarà analizzata mediante prove a compressione in direzione sia parallela che perpendicolare alla fibratura, tenendo in conto l'orientamento degli anelli di accrescimento rispetto alla direzione di applicazione del carico. Al termine dell'elaborazione statistica e sulla base del modello di regressione multipla, le correlazioni ottenute tra i parametri NDT e DT forniranno i metodi combinati per la stima della densità, del modulo elastico e della resistenza del materiale, caratterizzati da un maggior grado di rappresentatività e di affidabilità. Infine, la metodologia individuata sarà validata e confermata mediante indagini diagnostiche e prove strumentali in situ su sistemi strutturali lignei in opera.
Lo scopo ultimo sarà la redazione di linee guida per l'applicazione, utili ai fini normativi, che forniscano da un lato criteri per la diagnosi e la caratterizzazione meccanica in situ di membrature lignee, dall'altro indici di vulnerabilità delle costruzioni lignee esistenti nei confronti di diversi tipi di azioni.

c. Archi, volte, diaframmi e loro interazione con le strutture verticali

c1. Studio sperimentale del rocking di archi diaframma soggetti ad azioni orizzontali e studio sperimentale di una tecnica di irrigidimento flessionale delle volte in foglio mediante costoloni alleggeriti (UNIBS)

L'attività di ricerca comprenderà il completamento dello studio sperimentale sul rocking di archi diaframma soggetti ad azioni orizzontali. Lo studio, condotto su un prototipo in scala 1:2, sarà finalizzato alla validazione di un modello analitico semplificato, basato sull'analisi limite, sviluppato per la valutazione della vulnerabilità sismica di strutture voltate.
Contestualmente verranno approfonditi lo studio del rocking differenziale di archi diaframma adiacenti e della conseguente deformazione a taglio delle volte, ed il tema della flessione differenziale delle volte sottili. Tali meccanismi risultano particolarmente pericolosi per le volte in folio. Per ridurre la vulnerabilità delle volte in folio è prevista la messa a punto e la successiva verifica sperimentale di una tecnica innovativa di irrigidimento flessionale mediante costoloni alleggeriti con anima di polistirolo, rivestita con malta di calce armata con reti di fibre di vetro.

c2. Studio analitico e sperimentale sul comportamento ciclico delle connessioni diaframmi-pareti perimetrali e delle connessioni copertura scatolare-murature di coronamento (UNIBS)

Obiettivo della ricerca è chiarire il ruolo della deformabilità dei diaframmi di piano e delle coperture scatolari sul dondolio (rocking) di pareti perimetrali e sulla deformabilità a taglio delle volte in muratura.
Si intende approfondire il tema delle connessioni dei diaframmi alle murature con il completamento di prove sperimentali sul comportamento ciclico delle connessioni diaframmi-pareti perimetrali realizzate con spinotti e delle connessioni copertura scatolare-murature di coronamento mediante ancoraggi profondi. è inoltre prevista la messa a punto di modelli analitici semplificati di supporto ai progettisti nel dimensionamento delle connessioni.

c3. Studio sperimentale dell'efficacia di diaframmi sottili in malta di calce ad alte prestazioni armati con rete in fibre di vetro e di diaframmi sottili in FRC (UNIBS)

Contestualmente sarà sviluppato uno studio sperimentale dell'efficacia di diaframmi sottili in malta di calce ad alte prestazioni armati con rete in fibre di vetro. Si prevedono prove a taglio su pannelli in scala reale. La

soluzione è proposta quale alternativa alla tecnica di rinforzo con lastra sottile in cemento armato.

3. *Sperimentazione e modellazione su sistemi e sottosistemi in muratura*

   a. *Sperimentazione (in scala reale) e modellazione di elementi di fascia muraria (UNIPV-c-Magenes e UNITS-Gattesco, UNINA-a-Augenti).*

Le attività sperimentali delle tre UR conivolte nel task sono di tipo complementare, in particolare per quel che riguarda le tipologie murarie considerate.

UNIPV

L'obiettivo è l'ampliamento della sperimentazione svolta nell'ambito del progetto Reluis precedente, e la contestuale modellazione di sottosistemi in muratura di pietrame a doppio paramento. Si effettueranno prove sperimentali di tipo ciclico quasi-statico nel piano su semplici sottosistemi strutturali contenenti pannelli di fascia in muratura in pietrame a doppio paramento con opportune condizioni al contorno (presenza di compressione orizzontale, presenza/tipologia di architravi) e diversi valori di snellezza e di compressione assiale. I risultati sperimentali potranno essere simulati numericamente attraverso modellazioni a macroelementi, facendo uso di modelli esistenti opportunamente calibrati, ovvero sviluppando modelli ad hoc.

UNITS

L'UR di Trieste condurrà un'indagine sperimentale sul comportamento delle fasce di piano di edifici esistenti in muratura. Le fasi operative saranno le seguenti:

1. Ricerca documentale per identificare le caratteristiche dei materiali impiegati nella costruzione della muratura e soprattutto la tecnologia costruttiva adottata per la realizzazione delle fasce di piano. Tale ricerca documentale sarà integrata da sopralluoghi in centri storici ritenuti significativi per rilevare sul campo le caratteristiche tipologiche e formali delle fasce di piano.
2. Scelta dei materiali, delle caratteristiche dimensionali e delle tecniche costruttive dei campioni di muratura da sottoporre a prove sperimentali e progettazione del sistema sperimentale.
3. Esecuzione di prove sperimentali su campioni in scala reale dove le fasce di piano vengono sottoposte alle sollecitazioni cui sono soggette nella muratura quando questa è interessata da azioni orizzontali agenti nel proprio piano. Le prove saranno condotte sul campione con fascia "debole" (non rinforzata), fino all'incipiente collasso della traversa, poi si procederà al rinforzo mediante diverse tecniche (es. tiranti orizzontali, angolari fissati con barre iniettate, fasce o reti in FRP, etc.).
4. Analisi e interpretazione dei risultati delle prove sperimentali; discussione dettagliata dei meccanismi di rottura. Comparazione con le indicazioni normative esistenti; proposte di integrazione e/o modifica.

UNINA

Il contributo fornito dalle fasce di piano alla risposta sismica di edifici in muratura verrà indagato attraverso modelli analitici derivati non solo da trattazioni teoriche, ma anche dall'elaborazione di specifiche attività sperimentali svolte dalla stessa UR e da altri gruppi di ricerca . Tali avanzamenti saranno inclusi nella formulazione di procedure di analisi statiche e dinamiche non lineari specificamente rivolte agli edifici in muratura.

   b. *Prove su pareti murarie in assenza ed in presenza di sistemi di rinforzo basati sull'utilizzo di materiali innovativi (UNINA-a-Augenti)*

Si prevedono prove sperimentali condotte su modelli in scala reale, sia in campo statico che in campo dinamico, al fine di caratterizzare il comportamento non lineare di pareti (regolari e irregolari) e di edifici in muratura in assenza e in presenza di sistemi di rinforzo basati su materiali innovativi. Eventuali prove su tavole vibranti o pseudo-dinamiche consentiranno di valutare la risposta sismica sotto input naturali o artificiali aventi differenti caratteristiche sismogenetiche.
E' prevista, inoltre, la prosecuzione dell'attività di raccolta e organizzazione dei parametri meccanici delle murature, iniziata nell'ambito del triennio 2005-2008. Particolare attenzione sarà rivolta ai risultati di prove sperimentali condotte in campo non lineare e sotto azioni cicliche. Tale attività consentirà, peraltro, di fornire

utili riferimenti normativi per la progettazione e la verifica di edifici in muratura.

c. Ricostruzione della muratura storica (UNIRC-Ceradini)

Si prevede la realizzazione di una porzione muraria con materiali locali e maestranze locali (circa 10 mc comprendente cantonale, vano porta, piattabanda architravata, cordolo murario, connessione con travi di solaio e tetto, catene) al fine di illustrare come realizzare un muro a regola d'arte con tutte le sue componenti terminali e di connessione. Seguiranno quindi prove meccaniche e diagnostica per lo studio del comportamento meccanico del modello realizzato in sito e delle sue componenti

d. Sviluppo di tecniche di presidio provvisorio per edifici di interesse storico-artistico (UNIPI-Sassu)

Dalle recenti esperienze del territorio abruzzese sull'uso di presidi provvisori strutturali, da parte del Comando nazionale dei Vigili del Fuoco e del protocollo STOP riportato su apposito Vademecum, si propone l'uso preventivo di fasciature e contenimenti preventivi rimuovibili, utilizzando nastri di fibrorinforzati pretensionati, da applicare in presenza di allarme sismico su edifici monumentali. Si intendono effettuare uno o più casi studio, d'intesa con il Servizio Sismico della Regione Toscana, in centro abitato ad alta sismicità del territorio toscano.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

Il task "Valutazione della vulnerabilità di edifici in muratura, centri storici e beni culturali" è suddiviso in due sub-task, le cui attività sono coordinate in modo distinto:

1a. Analisi e verifica di costruzioni in muratura (Coordinatore: Sergio Lagomarsino)

1b. Strutture in muratura: sperimentazione, valutazione dell'efficacia degli interventi (Coordinatore: Claudio Modena)

SUB-TASK 1a - Analisi e verifica di costruzioni in muratura
Coordinatore: Sergio Lagomarsino

Il lavoro di ricerca è suddiviso in tre macro-attività (WP), ciascuna delle quali è articolata in attività di cui è responsabile una singola unità di ricerca.

WP1. Conoscenza della costruzione, delle vulnerabilità e individuazione degli schemi strutturali

a. *Identificazione delle unità strutturali nell'aggregato. Lettura dei danni e identificazione dei possibili meccanismi. Rilievo costruttivo. (UNISR – Carocci)*
b. *Aspetti critici della modellazione di costruzioni in muratura (UNIFE – Tralli)*

WP2. Analisi dei meccanismi locali e criteri di verifica

a. *Validazione dei diversi metodi di analisi (anche con riferimento a dati sperimentali) (UNIGE-a – Lagomarsino)*
b. *Influenza della qualità muraria e incertezze di modello (ROMA3 – De Felice)*
c. *Capacità deformativa e dissipazione (ROMA1-a – Decanini, Liberatore)*
d. *Comportamento dinamico (UNINA-e – Casapulla)*

WP3. Analisi del comportamento globale

a. *Simulazione delle prove dinamiche effettuate presso Eucentre/ENEA (UNIPV-c – Magenes)*
b. *Il ruolo delle fasce di piano ed i relativi criteri di resistenza (UNINA-b – Calderoni)*
c. *Il ruolo degli orizzontamenti ed i relativi criteri di modellazione (ROMA2 – Iannirubertо)*
d. *Verifica di edifici irregolari, complessi e con solai flessibili (UNIGE-a – Lagomarsino)*
e. *Criteri per la modellazione e verifica di unità edilizie negli aggregati di centri storici (ROMA1-b – Monti)*
f. *Analisi non lineare degli aggregati edilizi nei centri storici (UNINA-c – Formisano)*
g. *Metodi e procedure di analisi di strutture monumentali (UNINA-f – De Luca*)*

h. *Modelli e codici di calcolo strutturale per interventi di adeguamento sismico (UNICAS – Sacco**)*

** Attività svolta senza finanziamento nell'ambito del Task AT1-1.1*

*** Attività svolta nell'ambito di un altro Task del progetto ReLUIS (Sviluppo ed analisi di nuovi materiali per l'adeguamento sismico)*

SUB-TASK 1b - Strutture in muratura: sperimentazione, valutazione dell'efficacia degli interventi
Coordinatore: Claudio Modena

Il lavoro di ricerca è suddiviso in 3 macro-attività (WP), ciascuna delle quali è articolata in attività di cui sono indicate le UR responsabili.

WP1. Valutazione in sito/sperimentale della qualità muraria e dell'efficacia delle tecniche di consolidamento/miglioramento della muratura

a. *Conoscenza della costruzione, indagini in sito- Sperimentazione e diagnostica in sito e di laboratorio - muratura: indagini in sito atte a definire la qualità muraria (POLIMI-a, UNIPG, UNIFI)*
b. *Valutazione sperimentale del comportamento per azioni nel piano di muratura in pietra a doppio paramento con diversi gradi di connessione trasversale (UNIGE-b)*
c. *Valutazione sperimentale dell'efficacia di interventi di miglioramento/rinforzo sulla muratura*
   c1. *Valutazione sperimentale dell'efficacia di interventi di miglioramento sismico su murature riparate mediante iniezioni o con FRP (sperimentazione e diagnostica in sito e di laboratorio) (POLIMI-a, UNIPD-c* e *UNIBO*)*
   c2. *Valutazione sperimentale dell'efficacia di tecniche innovative di rinforzo della muratura (laterizio armato, reticolatus, bandelle estradossali) (UNIPG)*
   c3. *Valutazione sperimentale dell'efficacia di tecniche innovative di rinforzo della muratura (betoncino armato con fibre di acciaio inossidabile, materiali fibrosi) (UNIFI)*
d. *Tecniche di valutazione in sito della resistenza a taglio della muratura*
   d1. *Sviluppo di tecniche di valutazione in sito della resistenza a taglio della muratura mediante martinetti piatti (UNICT, UNIBG)*
   d2. *Sviluppo di una tecnica di valutazione in sito della resistenza a taglio mediante la prova a pannelli contrapposti (UNIPI)*
e. *Ottimizzazione delle strategie e delle tecniche diagnostiche (UNIPD-a)*

WP2. Orizzontamenti, coperture, sottostrutture lignee, volte murarie e loro interazione con le strutture verticali

a. *Sottostrutture lignee*
   a1. *Studio del comportamento elastico e post-elastico di sistemi di connessione di carpenteria (tradizionali) per elementi lignei rinforzati con elementi metallici (UNITN-Piazza, POLIMI-b-Parisi)*
   a2. *Studio di metodi di rinforzo dei solai lignei alternativi all'uso della soletta collaborante in calcestruzzo (UNITN-Piazza)*
   a3. *Analisi della risposta delle strutture e degli elementi lignei nel terremoto dell'Aquila (POLIMI-b-Parisi)*
   a4. *Analisi delle cause più probabili di vulnerabilità sismica degli edifici tradizionali (per la parte di coperture e solai a struttura lignea) e delle varie metodologie di intervento proponibili (UNITN-Piazza,, POLIMI-b-Parisi)*
b. *Tecniche diagnostiche non distruttive per il legno (UNINA-d - Faggiano)*
c. *Archi, volte, diaframmi e loro interazione con le strutture verticali*
   c1. *Studio sperimentale del rocking di archi diaframma soggetti ad azioni orizzontali e studio sperimentale di una tecnica di irrigidimento flessionale delle volte in foglio mediante costoloni alleggeriti (UNIBS)*
   c2. *Studio analitico e sperimentale sul comportamento ciclico delle connessioni diaframmi-pareti perimetrali e delle connessioni copertura scatolare-murature di coronamento (UNIBS)*
   c3. *Studio sperimentale dell'efficacia di diaframmi sottili in malta di calce ad alte prestazioni armati*

con rete in fibre di vetro e di diaframmi sottili in FRC (UNIBS)

WP3. Sperimentazione e modellazione su sistemi e sottosistemi in muratura

a. *Sperimentazione (in scala reale) e modellazione di elementi di fascia muraria (UNIPV-c-Magenes e UNITS-Gattesco, UNINA-a-Augenti)*
b. *Prove su pareti murarie in assenza ed in presenza di sistemi di rinforzo basati sull'utilizzo di materiali innovativi (UNINA-a-Augenti)*
c. *Ricostruzione della muratura storica (UNIRC-Ceradini)*

Sviluppo di tecniche di presidio provvisorio per edifici di interesse storico-artistico (UNIPI-Sassu)

** Attività svolta senza finanziamento nell'ambito del Task AT1-1.1*

Attività sperimentale prevista:

SUB-TASK 1a - Analisi e verifica di costruzioni in muratura
Coordinatore: Sergio Lagomarsino

Sub-task 1a - WP2b. Grazie ad una convenzione con il Centro Ricerche Enea Casaccia, sarà eseguita una prova sperimentale su tavola vibrante di una parete in muratura di tufo soggetta ad azione sismica fuori dal piano. Obiettivo della prova è simulare l'effettiva risposta dinamica della parete fuori dal piano dall'innesco del moto fino al collasso e la dipendenza dalle caratteristiche dell'input sismico.

Sub-task 1a - WP2c. Stima sperimentale del coefficiente di restituzione attraverso prove di oscillazioni libere fuori del piano su pareti murarie libere allettate con malte dall'alto rapporto calce-pozzolana e con malte cementizie.

SUB-TASK 1b - Strutture in muratura: sperimentazione, valutazione dell'efficacia degli interventi
Coordinatore: Claudio Modena

WP1. Valutazione in sito/sperimentale della qualità muraria e dell'efficacia delle tecniche di consolidamento/miglioramento della muratura

a. *Conoscenza della costruzione, indagini in sito- Sperimentazione e diagnostica in sito e di laboratorio - muratura: indagini in sito atte a definire la qualità muraria (POLIMI-a, UNIPG, UNIFI)*

L'UR POLIMI-a prevede di effettuare attività sperimentale e diagnostica in sito (L'Aquila), con indagini volte alla definizione della qualità muraria, e sperimentazione in laboratorio per la caratterizzazione di pietre e mattoni prelevati da costruzioni esistenti.
Si tratta di eseguire in zone preventivamente scelte di murature portanti, anche utilizzando prove (come termografia, radar):
1) prova sonica per rilevare la densità della muratura, la presenza di vuoti ed eventuali diatoni,
2) prova con martinetto piatto singolo per trovare il valore della componente di compressione,
3) prova con martinetto doppio per definire il comportamento tenso-deformativo a compressione, il modulo di Young ed il coefficiente di Poisson,
4) piccoli scassi nella muratura e rilievo della sezione
5) prelievo di campioni di malta, pietra e mattoni,
6) caratterizzazione di malta, pietra e mattoni mediante prove chimiche , fisiche e meccaniche in laboratorio (DIS-POLIMI).

b. *Valutazione sperimentale del comportamento per azioni nel piano di muratura in pietra a doppio paramento con diversi gradi di connessione trasversale (UNIGE-b)*

L'UR UNIGE-b prevede la realizzazione di una sperimentazione su pannelli in muratura in pietra con diverso grado di ammorsamento trasversale (presenza sistematica di diatoni, disposizione a quinconcio, mancanza totale di ammorsamento, presenza di sacco interno) che saranno sottoposti a prove di compressione diagonale (Laboratorio Strutture DICAT-UNIGE).
Ogni pannello sarà, inoltre, sottoposto, prima della prova a rottura per compressione diagonale, ad una

serie di test sonici in diverse condizioni ambientali (livello di umidità della parete) consentendo di valutare parallelamente la sensibilità dei risultati alle variazioni ambientali che sono presenti quando si opera direttamente in situ.

c. *Valutazione sperimentale dell'efficacia di interventi di miglioramento sismico su murature riparate mediante iniezioni o con FRP (sperimentazione e diagnostica in sito e di laboratorio) (POLIMI-a e UNIPD-c)*

POLIMI-a

L'UR POLIMI-a prevede di effettuare attività sperimentali in sito (L'Aquila) per la verifica dell'efficacia di interventi di consolidamento di murature mediante iniezioni di miscele leganti o placcaggio esterno con FRP. Le attività saranno completate da prove in laboratorio sia per la caratterizzazione fisica, chimica e meccanica delle miscele da iniezione e verifica della loro iniettabilità nelle murature prescelte, sia per lo studio della durabilità dei compositi (FRP).
Saranno effettuate prove in sito (prove soniche, piccoli carotaggi e prove con martinetto piatto doppio) per la valutazione dell'efficacia dell'iniezione (penetrabilità e distribuzione) e per la verifica dell'incollaggio (camera termografica) e l'aderenza (prove di strappo) dei compositi.

UNIPD-c
Sono previste le seguenti attività:
- Prove di adesione tra materiali compositi e muratura per azioni normali tramite Pull-off (prova di strappo normale) e per azioni tangenziali tramite Shear tests (prova di strappo a taglio) su diversi tipi di supporto murario, includendo come variabili il tipo di laterizio, la presenza o meno di giunti murari, il tipo di rinforzo.
- Prove su elementi di solaio prove mirate a valutare gli incrementi di resistenza e rigidezza nel proprio piano correlati all'applicazione di elementi diagonali in materiale composito, ponendo a confronto diversi tipi di elemento resistente.
- Prove su campioni in scala quasi-reale di volte a botte rinforzate con materiali compositi

*UNIBO**
Si prevede l'applicazione di metodologie sperimentali non distruttive (indagini soniche, impact – echo) per la verifica dell'efficacia degli interventi di consolidamento mediante iniezioni, e per la pianificazione dei controlli di esecuzione degli interventi.

d. *Valutazione sperimentale dell'efficacia di tecniche innovative di rinforzo della muratura (laterizio armato, reticolatus, bandelle estradossali) (UNIPG)*

L'UR UNIPG prevede di svolgere prove di caratterizzazione meccanica in situ su pannelli murari, prove sia in situ che in laboratorio su pannelli in muratura listata, con listature in laterizio armato con materiali innovativi, sperimentazione sia in situ che in laboratorio su pannelli in muratura rinforzata con reticolatus e sperimentazione in laboratorio su archi murari rinforzati con bandelle intradossali.

e. *Valutazione sperimentale dell'efficacia di tecniche innovative di rinforzo della muratura (betoncino armato con fibre di acciaio inossidabile, materiali fibrosi) (UNIFI)*

L'UR UNIFI prevede di integrare i dati di precedenti campagne sperimentali svolgendo prove in-situ e in laboratorio (prove di compressione, prove di taglio-compressione, prove di compressione diagonale), su pannelli senza rinforzo e poi rinforzati mediante tecniche innovative (betoncino armato con fibre di acciaio inossidabile, FRP e/o fibre di iuta).

f. *Sviluppo di tecniche di valutazione in sito della resistenza a taglio della muratura mediante martinetti piatti (UNICT, UNIBG)*

L'UR UNICT intende arricchire il database di informazioni sperimentali su alcune tipologie murarie con nuove indagini in situ, alcune delle quali svolte con una metodologia di prova di scorrimento con martinetto piatto introdotta nell'ambito del primo progetto triennale RELUIS. La campagna sperimentale comprenderà anche alcune indagini che saranno effettuate in Abruzzo nei territori colpiti dal sisma del 2009.
Parallelamente, l'UR UNIBG procederà all'effettuazione di una sperimentazione in laboratorio (Facoltà

di Ingegneria - UNIBG) volta alla validazione di prove a taglio "poco distruttive" con l'uso di martinetti piatti (sperimentazione di diverse disposizioni dei tagli e ottimizzazione della conformazione dei martinetti). Si prevedono prove su prototipi di muratura in laterizio soggette a carichi verticali crescenti.

g. *Sviluppo di una tecnica di valutazione in sito della resistenza a taglio mediante la prova a pannelli contrapposti (UNIPI)*

L'UR UNIPI intende eseguire prove sperimentali in situ con la tecnica delle prove di taglio-compressione su pannelli in muratura contrapposti, da applicare su casi studio già disponibili (Villafranca Lunigiana - MS; San Pio delle Camere - AQ). Saranno inoltre di regola effettuate anche prove penetrometriche sulle malte.

h. *Ottimizzazione delle tecniche diagnostiche*

L'UR UNIPD-a prevede di eseguire

- prove sperimentali distruttive, debolmente distruttive e non distruttive necessarie per caratterizzare la risposta di pareti e pilastri in muratura allo stato originale e rinforzato, al fine di ottenere informazioni sulle prestazioni del sistema e sull'efficacia degli interventi e di determinare le principali leggi costitutive per la modellazione;
- prove di identificazione dinamica per la definizione sperimentale dei parametri relativi al comportamento globale dell'edificio;
- la progettazione e installazione di sistemi di monitoraggio in grado di fornire una conoscenza più approfondita delle condizioni di una struttura storica.

WP2. Orizzontamenti, coperture, sottostrutture lignee, volte murarie e loro interazione con le strutture verticali

a. *Studio del comportamento elastico e post-elastico di sistemi di connessione di carpenteria (tradizionali) per elementi lignei rinforzati con elementi metallici (UNITN-Piazza)*

L'UR UNITN prevede di eseguire prove sperimentali per la determinazione di capacità resistenti e rigidezze offerte da sistemi di collegamento a secco aventi caratteristiche di reversibilità, da utilizzarsi per il rinforzo degli orizzontamenti.

b. *Studio di metodi di rinforzo dei solai lignei alternativi all'uso della soletta collaborante in calcestruzzo (UNITN-Piazza)*

L'UR UNITN prevede di eseguire prove sperimentali per lo studio del comportamento dei solai rinforzati ampliando la casistica trattata nel precedente progetto esecutivo Reluis per le diverse tipologie tradizionali di orizzontamenti presenti nelle strutture esistenti.

c. *Valutazione in situ delle proprietà meccaniche di elementi strutturali in legno in edifici esistenti mediante tecniche non distruttive (NDT) (UNINA-d - Faggiano)*

L'UR UNINA-d prevede di estendere, considerando anche altre specie legnose, la campagna di prove eseguite presso il DIST-UNINA nell'ambito di ricerche precedenti e finalizzata allo sviluppo di correlazioni tra tecniche NDT e DT per la determinazione in situ delle proprietà meccaniche di elementi strutturali in legno mediante tecniche NDT,.

d. *Studio sperimentale del rocking di archi diaframma soggetti ad azioni orizzontali e studio sperimentale di una tecnica di irrigidimento flessionale delle volte in foglio mediante costoloni alleggeriti (UNIBS)*

L'UR UNIBS effettuerà uno studio sperimentale del rocking di archi diaframma soggetti ad azioni orizzontali: è prevista la realizzazione di un arco diaframma in muratura in scala 1:2.
L'UR UNIBS prevede, inoltre, la messa a punto e verifica sperimentale di una tecnica innovativa di irrigidimento flessionale delle volte in foglio mediante costoloni alleggeriti con anima di polistirolo,

rivestita con malta di calce armata con reti di fibre di vetro.

e. *Studio analitico e sperimentale sul comportamento ciclico delle connessioni diaframmi-pareti perimetrali e delle connessioni copertura scatolare-murature di coronamento (UNIBS)*

L'UR UNIBS prevede il completamento dello studio sperimentale avviato nell'ambito del precedente progetto RELUIS sul comportamento ciclico delle connessioni diaframmi-pareti perimetrali realizzate con spinotti e delle connessioni copertura scatolare-murature di coronamento mediante ancoraggi profondi.

f. *Studio sperimentale dell'efficacia di diaframmi sottili in malta di calce ad alte prestazioni armati con rete in fibre di vetro e di diaframmi sottili in FRC (UNIBS)*

L'UR UNIBS intende effettuare uno studio sperimentale sull'efficacia di diaframmi sottili in malta di calce ad alte prestazioni armati con rete in fibre di vetro e di diaframmi sottili in FRC.

WP3. Sperimentazione e modellazione su sistemi e sottosistemi in muratura

a. *Sperimentazione (in scala reale) e modellazione di elementi di fascia muraria (UNIPVc-Magenes e UNITS-Gattesco, UNINA-a-Augenti)*

L'UR UNIPV intende effettuare prove sperimentali di tipo ciclico quasi-statico nel piano su semplici sottosistemi strutturali contenenti pannelli di fascia in muratura in pietrame a doppio paramento senza riduzione di scala e con opportune condizioni al contorno (presenza di compressione orizzontale, presenza/tipologia di architravi) e diversi valori di snellezza e di compressione assiale. Per l'esecuzione di tali prove l'UR si avvarrà del sistema di prova sviluppato nell'ambito del precedente progetto RELUIS.

L'UR UNITS condurrà un'indagine sperimentale sul comportamento delle fasce di piano di edifici esistenti in muratura mediante prove sperimentali su campioni in scala reale. Le prove saranno condotte sul campione con fascia "debole" (non rinforzata), fino all'incipiente collasso della traversa, poi si procederà al rinforzo mediante diverse tecniche (es. tiranti orizzontali, angolari fissati con barre iniettate, fasce o reti in FRP, etc.).

b. *Prove su pareti murarie in assenza ed in presenza di sistemi di rinforzo basati sull'utilizzo di materiali innovativi (UNINA-a-Augenti)*

L'UR UNINA-a prevede di effettuare prove sperimentali condotte su modelli d parete in scala reale, sia in campo statico che in campo dinamico. Eventuali prove su tavole vibranti o pseudo-dinamiche consentiranno di valutare la risposta sismica sotto input naturali o artificiali.

c. *Ricostruzione della muratura storica (UNIRC-Ceradini)*

L'UR UNIRC prevede l'esecuzione di prove meccaniche e diagnostiche per lo studio del comportamento meccanico del modello e delle sue componenti realizzato in sito nell'Aquilano (circa 12 mc comprendente cantonale, vano porta, piattabanda architravata, cordolo murario, connessione con travi di solaio e tetto, catene).

Milestones	*1. Analisi dello stato dell'arte e condivisione sulla tipologia dei modelli da sviluppare (M12)* *2. Progettazione delle campagne sperimentali in situ e in laboratorio e avvio della sperimentazione (M12)*	*3. Presentazione dei modelli e dei criteri di verifica, applicabili a livello normativo (M24)* *4. Effettuazione delle prove sperimentali ed elaborazione dei primi risultati (M24)*	*5. Valutazione delle applicazioni dei modelli su casi studio (M36)* *6. Completamento dell'attività sperimentale, condivisione dei risultati e simulazioni numeriche (M36)*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	Deliverable	UR responsabile
	1. Rapporto sulla definizione della qualità muraria delle murature sottoposte a indagine e proposta di tecniche per interventi di miglioramento.	*POLIMI-a (M11)*
	2. Rapporto su iniettabilità delle murature ed efficacia di alcune miscele da iniezione.	*POLIMI-a (M19)*
	3. Rapporto su adesione di FRP e altri materiali misurata in sito.	*POLIMI-a (M24)*
	4. Rapporto intermedio sull'analisi di comportamento di coperture lignee nel sisma dell'Aquila	*POLIMIb (M24)*
	5. Manuale di guida alla valutazione della vulnerabilità sismica delle coperture	*POLIMIb (M36)*
	6. Rapporto sulle prove sperimentali di vibrazioni libere fuori dal piano di pareti murarie e linee guida per la stima del coefficiente di restituzione	*ROMA1-a (M36)*
	7. Confronto fra i risultati delle simulazioni numeriche su effetti della dissipazione di energia e del tipo di oscillazione (bilaterale o monolaterale) e i risultati delle procedure di analisi dei meccanismi locali di collasso in edifici esistenti in muratura (Circolare 02/02/2009	*ROMA1-a (M36)*
	8. Linee guida per l'analisi morfologica degli aggregati edilizi, finalizzata alle procedure di verifica della vulnerabilità sismica	*ROMA1-b (M36)*
	9. Definizione di criteri di verifica per le diverse tipologie di impalcati	*ROMA2 (M36)*
	10. Linee guida per la verifica dei meccanismi locali in relazione alle caratteristiche della muratura	*ROMA3 (M36)*
	11. Modellazioni numeriche per l'interpretazione di prove sperimentali a taglio con martinetti piatti, confronti tra differenti modalità operative.	*UNIBG (M18)*
	12. Proposta di prova per la determinazione di resistenza e deformabilità a taglio in sito della muratura.	*UNIBG (M36)*
	13. Protocollo per la esecuzione di indagini non distruttive su murature soggette a consolidamento mediante iniezioni	*UNIBO (M24)*
	14. Analisi del ruolo della deformabilità dei diaframmi.	*UNIBS (M36)*
	15. Tecniche per la realizzazione dei collegamenti tra diaframmi di piano o di falda e murature e modelli analitici per il dimensionamento.	*UNIBS (M36)*

	16. Modello per l'analisi della vulnerabilità sismica dei sistemi voltati e degli archi diaframma	*UNIBS (M36)*
	17. Nuova tecnica per la formazione di diaframmi di piano.	*UNIBS (M36)*
	18. Nuova tecnica per il rinforzo sismico di volte in foglio	*UNIBS (M36)*
	19. Modelli e codici di calcolo strutturale per interventi di adeguamento sismico per edifici in muratura	*UNICAS (M36)*
	20. Report sulle prove in sito con martinetti piatti con indicazione delle specifiche di prova riferite a nuove tipologie di indagine e validazione numerica agli elementi finiti.	*UNICT (M36)*
	21. Database di dati disponibili e acquisiti e confronto e correlazione tra le diverse modalità di prova.	*UNICT (M36)*
	22. Validazione e confronto dei modelli per l'analisi della risposta globale dell'edificio	*UNIFE (M24)*
	23. Modelli a dissipazione concentrata su linee per l'analisi della risposta fuori piano di pareti e volte	*UNIFE (M36)*
	24. Rapporto di raccolta dei dati disponibili e dei risultati del programma sperimentale integrativo.	*UNIFI (M36)*
	25. Validazione del metodo di verifica attraverso l'analisi cinematica non lineare e lo spettro di capacità	*UNIGE-a (M36)*
	26. Analisi di meccanismi locali posti a diverse quote nella costruzione	*UNIGE-a (M36)*
	27. Report contenente i risultati di un'ampia analisi parametrica su edifici in muratura irregolari, analizzati con analisi statica e dinamica non lineare	*UNIGE-a (M24)*
	28. Proposte di aggiornamento della norma in merito ai criteri di verifica di edifici in muratura irregolari, complessi o con solai flessibili	*UNIGE-a (M36)*
	29. Protocolli di indagini diagnostica in situ ed in laboratorio su pannelli con diverso grado di connessione trasversale – Taratura dei coefficienti correttivi della Tabella C8A.2.2 della Circolare Ministeriale del 2 Febbraio 2009, n°617	*UNIGEb (M36)*
	30. Definizione di criteri di resistenza e di legami momento-curvatura su base teorico-sperimentale per le fasce murarie.	*UNINAa (M36)*
	31. Rapporto sulle prove sperimentali svolte su	*UNINAa (M36)*

	modelli di parete	
	32. Modelli statici e dinamici per la valutazione di edifici in muratura, in assenza e in presenza di rinforzo.	*UNINAa (M36)*
	33. Database Murature UNINA-DIST potenziato con parametri di risposta non-lineare e ciclica.	*UNINAa (M36)*
	34. Criteri di valutazione della resistenza e della deformabilità delle fasce di piano e metodologie di verifica	*UNINA-b (M24)*
	35. Linee guida per gli interventi di consolidamento sismico delle fasce di piano	*UNINA-b (M36)*
	36. Valutazione della vulnerabilità sismica dell'aggregato edilizio mediante procedure di analisi statica non lineare e confronto con i risultati di metodi speditivi	*UNINA-c (M24)*
	37. Selezione di interventi di adeguamento sismico degli aggregati e relativa valutazione	*UNINA-c (M36)*
	38. Definizione della metodologia di indagine NDT su elementi lignei.	*UNINAd (M12)*
	39. Determinazione di correlazioni tra prove NDT e prove meccaniche dirette su elementi lignei	*UNINAd (M24)*
	40. Raccomandazioni operative per l'utilizzo di prove NDT su elementi lignei.	*UNINAd (M36)*
	41. Analisi cinematica lineare e soluzioni in forma chiusa di intervalli di moltiplicatori di azioni orizzontali per i meccanismi più ricorrenti	*UNINA-e (M24)*
	42. Soluzioni in forma chiusa del limite superiore degli angoli di rotazione di una parete muraria isolata soggetta ad azioni sismiche	*UNINA-e (M24)*
	43. Nuova strategia di analisi per il comportamento dinamico di rocking (input artificiale limite e criteri di riduzione della risposta in risonanza)	*UNINA-e (M36)*
	44. Indicazioni per futuri aggiornamenti della norma in merito all'analisi dei meccanismi locali di danno e collasso in edifici esistenti in muratura	*UNINA-e (M36)*
	45. Metodologie di analisi per gli edifici storici in muratura a tipologia specialistica ed elaborazione di linee guida per gli interventi destinate al mondo professionale	*UNINA-f (M36)*
	46. Definizione delle specifiche per i campioni di laboratorio e delle strategie di prova sugli elementi	*UNIPDa (M18)*

	verticali	
	47. Sviluppo e calibrazione di tecniche di monitoraggio sia a livello locale che globale e applicazione a casi di studio reali	*UNIPDa (M24)*
	48. Relazione tecnica con i risultati sperimentali sui materiali, le pareti e i pilastri in muratura	*UNIPDa (M30)*
	49. Linee guida sull'utilizzo di prove sperimentali e sistemi di monitoraggio sui casi di studio e definizione delle strategie per il controllo dell'adeguatezza e del livello di qualità degli interventi.	*UNIPDa (M36)*
	50. Relazione sull'attività sperimentale inerente le indagini di adesione per azioni normali (pull-off tests).	*UNIPDc (M18)*
	51. Relazione sull'attività sperimentale inerente le prove di adesione per azioni tangenziali (shear tests).	*UNIPDc (M24)*
	52. Relazione sull'attività sperimentale inerente il rinforzo nel piano di solai lignei	*UNIPDc (M24)*
	53. Relazione sull'attività sperimentale inerente il rinforzo di volte a botte in muratura	*UNIPDc (M36)*
	54. Report di prova e schede di sintesi descrittive delle tecniche di rinforzo/miglioramento della muratura sperimentate.	*UNIPG (M36)*
	55. Relazioni tecniche e divulgative di utilizzo delle tecniche sperimentali.	*UNIPI (M36)*
	56. Schede e manuale di istruzioni per presidi provvisori	*UNIPI (M18)*
	57. Rapporto sulla campagna sperimentale in laboratorio su sistemi strutturali con fasce di piano.	*UNIPV (M36)*
	58. Risultati delle prove sperimentali cicliche sulle fasce, raccolti in un database con accesso remoto.	*UNIPV (M36)*
	59. Rapporto di sintesi dei risultati delle simulazioni numeriche delle prove sperimentali.	*UNIPV (M36)*
	60. Rapporto sulla simulazione numerica delle prove dinamiche su tavola vibrante effettuate presso EUCENTRE.	*UNIPV (M18)*
	61. Relazione sulla realizzazione del modello.	*UNIRC (M24)*

	62. Relazione sulle prove sperimentali.	*UNIRC (M36)*
	63. Linee Guida per l'identificazione delle unità strutturali nell'aggregato	*UNISR (M24)*
	64. Linee guida per l'identificazione dei meccanismi di danno, con abaco sintetico degli stessi negli edifici in aggregato	*UNISR (M36)*
	65. Indicazioni per le valutazioni strutturali preventive, per la definizione delle ipotesi di intervento, per la modellazione del comportamento strutturale delle sottostrutture lignee.	*UNITN (M36)*
	66. Indicazioni per gli interventi da effettuare sulle sottostrutture lignee.	*UNITN (M36)*
	67. Raccolta delle tecniche di realizzazione delle fasce di piano degli edifici esistenti in muratura e delle attuali tecniche di intervento disponibili.	*UNITS (M12)*
	68. Rapporto tecnico che raccoglie i risultati delle prove sperimentali su elementi di fascia, l'analisi degli stessi e le considerazioni sull'efficacia delle tecniche di rinforzo sperimentate	*UNITS (M36)*

Task 1.1.2 - Strutture in cemento armato ordinarie e prefabbricate

Area Tematica	**AT-1 Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito**	
Linea	**1.1 Nuovi aspetti nella valutazione delle strutture esistenti e degli interventi di adeguamento e valutazione del rischio sismico del patrimonio costruito a scala regionale.**	
Task	**Task 1.1.2: Strutture in cemento armato ordinarie e prefabbricate**	
Coordinatore del task	Gaetano Manfredi – Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II Giorgio Monti – Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica, Sapienza Università di Roma Enrico Spacone – Dipartimento PRICOS, Università di Chieti-Pescara	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNINA-DIST	GAETANO MANFREDI
	UR – POLIMI/DIS	FABIO BIONDINI
	UR – UNIBAS-DiSGG	ANGELO MASI
	UR – UNICT-DICA	AURELIO GHERSI
	UR – UNICH	ENRICO SPACONE
	UR – UNIROMA3-DIS	CAMILLO NUTI
	UR – UNIFI-DiCR	MARIO DE STEFANO
	UR – UNISANNIO	LUIGI DI SARNO
	UR –DICAM	MARCO SAVOIA
	UR – POLIBA	GIUSEPPE C. MARANO
	UR – POLIBA – DICAR	MAURO MEZZINA
	UR – UNIAQ, D.I.S.A.T.	DANTE GALEOTA
	UR – UNINA-DIST	GERARDO M. VERDERAME
	UR – UNIROMA1-DISG	GIORGIO MONTI
	UR – UNISA-DICiv	CIRO FAELLA
	UR – UNIUD-DICA	GAETANO RUSSO
	UR – UNIPA-DISAG	MAURIZIO PAPIA
	UR – POLITO	GIUSEPPE MANCINI
	UR –UNINA	EMIDIO NIGRO
	UR –UNIROMA-DISG	FABRIZIO MOLLAIOLI
	UR - UNIPI	WALTER SALVATORE (per le attività della UR UNIPI nell'abito di questo task si rimanda alla scheda di UR allegata)

Stato Delle Conoscenze All'inizio Del Progetto E Bibliografia Essenziale:

Jalayer F., Iervolino I., Manfredi G. "Structural Modeling Uncertainties and their Influence on Seismic Assessment of Existing RC Structures", Structural Safety, Vol. 32(3): 220-228, May 2010.

Jalayer F., Iervolino, I., Manfredi, G. "Calibration of the Confidenace Factors for Seismic Assessment of Esiting Buildings: Recommendations for the Italian Building Code", Proceedings of the conference: ICOSSAR 2009, Osaka, Japan, 13-17 September, 2009.

Jalayer F., Elefante L., Iervolino I., Manfredi G., "Simple Methods for Calculating the Structural Reliability for Different Knowledge Levels",

Atti di Convegno: ANIDIS 2009, Bologna, Palazzo "Re Enzo", 28 giugno – 2 luglio, 2009.

Jalayer F., Elefante L., Iervolino I., Manfredi G. "EuroCode 8 Confidence Factors and the Structural Reliability Assessment", Atti di Convegno: Conclusione del piano triennale del Progetto ReLUIS-DPC 2005-2008, Napoli, 1-3 Aprile 2009.

Jalayer F., Iervolino I., Manfredi G., "Agiornamento Bayesiamo dei Parametri di Modellazione Strutturale e dell'Affidabilità Sismica dei Edifici Esistenti in C.A.", Atti di Convegno: Valutazione e ridozione della vulnerabilità sismica di edifici in cemento armato, Roma 29-30 Maggio 2008.

Jalayer F., Iervolino I., Manfredi G., "Influenza dei Parametri di Modellazione e dell'incertezza Associata nella Valutazione Sismica di Edifici Esistenti in Cemento Armato ", Atti di Convegno: ANIDIS 2007, Pisa 210-14 giugno 2007.

Verderame, G.M., Stella, A., Cosenza, E., Le proprietà meccaniche degli acciai impiegati nelle strutture in cemento armato realizzate negli anni '60, X Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Potenza e Matera 9-13 Settembre 2001.

Verderame, G.M., Manfredi, G., Frunzio, G., Le proprietà meccaniche dei calcestruzzi impiegati nelle strutture in cemento armato realizzate negli anni '60, X Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Potenza e Matera 9-13 Settembre 2001.

Verderame G.M., Ricci P., De Carlo G., Manfredi G., L'influenza dei Materiali sulla Deformabilità segli Elementi In C.A., Atti Del 17° Congresso CTE, Roma 5-7 Novembre, 2008.

Cosenza, E., Manfredi, G., Verderame, G.M., Seismic assessment of gravity load designed r.c. frames: critical issues in structural modeling. Journal of Earthquake Engineering, Vol.6 Special Issue 1, 2002.

Cosenza E., Manfredi G., Verderame G.M., A Fibre Model for Push-Over Analysis of Underdesigned Reinforced Concrete Frames, Computer and Structures, Volume 84, Issues 13-14 , May 2006, Pages 904-916 (ISSN: 0045-7949).

Verderame G.M., Mariniello C., Cosenza E., Manfredi G. (2007), La valutazione sismica di edifici esistenti in c.a.: confronto tra analisi lineare e non lineare. XII Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Pisa, Italia.

De Luca F., Elefante L., Iervolino I., Verderame G.M., Strutture esistenti e di nuova progettazione: comportamento sismico a Confronto, Atti Del XIII Convegno Anidis "L'ingegneria Sismica In Italia", Bologna 28 Giugno-2 Luglio, 2009.

Nardone F., Verderame G.M., Prota A., Manfredi G., Analisi comparativa su edifici misti c.a.-muratura, Proc. of the ReLuis Workshop "Valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di edifici esistenti in c.a.", Roma, 29-30 maggio 2008

Nardone F., Verderame G.M., Prota A. & Manfredi G., Comparative non-linear analysis on combined RC-masonry buildings, Journal of Structural Engineering (ASCE), (2010), DOI:10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0000249

Nardone F. Verderame G.M., Prota A. and Manfredi G., Seismic performance of combined RC-masonry buildings, 14 European Conference on Earthquake Engineering, Ohrid, 2010.

P. Ricci, G.M. Verderame, G. Manfredi, Il Periodo Elastico Degli Edifici In C.A. Tamponati, Atti Del XIII Convegno Anidis "L'ingegneria Sismica In Italia", Bologna 28 Giugno-2 Luglio, 2009.

F. De Luca, P. Ricci, G.M. Verderame, G. Manfredi, Interazione Locale E Globale Tra Tamponature E Strutture In C.A.: Gli Edifici Di Pettino A L'aquila, Un Caso Studio", Atti Del XIII Convegno Anidis "L'ingegneria Sismica In Italia", Bologna 28 Giugno-2 Luglio, 2009.

Polese M., Verderame G.M., Capacità sismica di edifici in C.A. tamponati: un'analisi parametrica, Atti Del XIII Convegno Anidis "L'ingegneria Sismica In Italia", Bologna 28 Giugno-2 Luglio, 2009.

Fabbrocino G., Verderame G.M, Manfredi G., Cosenza E., Structural models of critical regions in old-type r.c. frames with smooth rebars, Engineering Structures, Vol. 26 Issue 14, pp. 2137-2148, 2004.

Manfredi G., Verderame G.M, Lignola G.P. (2007), Un modello F.E.M. per la valutazione della risposta sismica di nodi in c.a. XII Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Pisa, Italia.

Masi A., Santarsiero G., De Carlo G., Lignola G.P., Verderame G.M., Test Ciclici Su Nodi Esterni Trave-Colonna In C.A.: Confronto Tra Risultati Sperimentali e Simulazioni Numeriche, The state of Earthquake Engineering Research in Italy: the RELUIS-DPC 2005-2008 Project, Napoli, aprile 2009.

Masi A., Santarsiero G., Verderame G.M., Russo G., Martinelli E., Pauletta M., Cortesia A., Capacity models of beam-column joint: Provisions of European and Italian seismic codes and possible improvements, Eurocode 8 Perspectives From The Italian Standpoint Workshop, Editor Edoardo Cosenza, 2009, ISBN 978-88-89972-16-8

Verderame, G.M., Fabbrocino, G., Manfredi, G., Capacità sismica di elementi in calcestruzzo armato con barre lisce, XI Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Genova 25-29 Gennaio 2004.

Verderame G.M, Fabbrocino G, Manfredi G. Seismic response of r.c. columns with smooth reinforcement. Part I: monotonic tests. Engineering Structures, Volume 30, Issue 9, September 2008, Pages 2277-2288

Verderame G.M, Fabbrocino G, Manfredi G. Seismic response of r.c. columns with smooth reinforcement. Part II: cyclic tests. Engineering Structures, Volume 30, Issue 9, September 2008, Pages 2289-2300

Verderame G.M., Ricci P., Manfredi G., Cosenza E., La diffusione della deformazione plastica nella risposta di elementi armati con barre lisce, Proc. of the ReLuis Workshop "Valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di edifici esistenti in c.a.", Roma, 29-30 maggio 2008

Di Ludovico M., Verderame G.M., Iovinella I., Cosenza E., Domini di curvatura di sezioni in c.a. in pressoflessione deviata. Parte I: analisi a fibre, Proc. of the ReLuis Workshop "Valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di edifici esistenti in c.a.", Roma, 29-30 maggio 2008

Di Ludovico M., Verderame G.M., Prota A., Manfredi G., Cosenza E., Experimental investigation on non-conforming full scale RC columns, Atti Del XIII Convegno Anidis "L'ingegneria Sismica In Italia", Bologna 28 Giugno-2 Luglio, 2009.

Verderame G.M., Ricci P., Manfredi G., Cosenza E., Ultimate chord rotation of rc columns with smooth bars: some considerations about EC8 prescriptions, Bulletin of Earthquake Engineering, (2010) DOI: 10.1007/s10518-010-9190-x

L. Ferrara, G. Toniolo: "Design Approach For Diaphragm Action Of Roof Decks On Precast Concrete Buildings Under Earthquake", Fip Symp. Amsterdam 2008

R. Felicetti, G. Toniolo, C. Zenti: "Experimental Investigation On Seismic Behaviour Of Connections In Precast Structures", Fip Symp. Amsterdam 2008

F. Biondini, L. Ferrara, G. Toniolo: "Capacity Design Criteria For Connections In Precast Structures", 14th WCEE, Beijing 2008

A. Palermo, G. Toniolo, G. Tsionis: "Vulnerabilità Sismica Degli Edifici Prefabbricati Esistenti: Analisi Di Un Edificio Critico Senza Diaframma Di Copertura", 17°Congresso CTE, Roma 20 08

F. Biondini, G. Toniolo: "Experimental Research On Seismic Behaviour Of Precast Structures", Italian National Report Of Research And Construction – IIC, Fib 3rd Int. Congress, Washington 2010

Masi A., G. Santarsiero, M. Dolce, C. Moroni, D. Nigro, G. Russo, M. Pauletta, R. Realfonzo, C. Faella, G.P. Lignola, G. Manfredi, A. Prota,

G. M. Verderame, 2008. Behaviour And Strengthening Of RC Beam-Column Joints: Experimental Program And First Results Of The Research Activity In The Framework Of DPC-Reluis Project (Research Line 2), Proc. Of 14th WCEE, Beijing, China, October 2008.

Masi A., Vona M., La Stima Della Resistenza Del Calcestruzzo In-Situ: Impostazione Delle Indagini Ed Elaborazione Dei Risultati, Progettazione Sismica, IUSS Press, Vol. 1, 2008

Masi A. And Vona M., 2009. Estimation Of The In-Situ Concrete Strength: Provisions Of The European And Italian Seismic Codes And Possible Improvements, Proc. Of The Eurocode 8 Perspectives From The Italian Standpoint Workshop, (E. Cosenza Editor), Napoli 1-3 Aprile 2009.

Masi A. And Vona M., 2009. Experimental And Numerical Evaluation Of The Fundamental Period Of Undamaged And Damaged RC Buildings, Bulletin Of Earthquake Engineering (IF 1.271), DOI 10.1007/S10518-009-9136-3 (Published Online: 18 June 2009)

Masi A., 2003. Seismic Vulnerability Assessment Of Gravity Load Designed R/C Frames, Bulletin Of Earthquake Engineering, Vol. 1, N. 3, Pp. 371-395, 2003.

Bosco M., Marino E.M, Ghersi A (2009). On The Evaluation Of Seismic Response Of Structures By Nonlinear Static Methods. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, Vol. 38; P. 1465-1482, Issn: 0098-8847, Doi: 10.1002/Eqe.911

Bosco M., Ferrara G, Ghersi A, Marino E.M (2009). Corrective Eccentricities For The Evaluation Of The Seismic Response Of One-Storey Asymmetric Systems By Nonlinear Static Analysis. Environmental Semeiotics, Vol. 2; P. 80-94, Issn: 1971-3460, Doi: 10.3383/Es.2.2.2

Bosco M, Marino E.M, Rossi P.P. (2008). An Analytical Approach For The Evaluation Of The In-Plan Irregularity Of Real Buildings. In: Workshop On The Seismic Behaviour Of Asymmetric And Irregular Structures. Catania

Marino E.M, Rossi P.P. (2004). Exact Evaluation Of The Location Of The Optimum Torsion Axis. The Structural Design Of Tall And Special Buildings, Vol. 13; P. 277-290, Issn: 1541-7794

Spacone, E. (2010). "Nonlinear Analysis Of Frame Structures." Chapter 6.139.3. EOLSS Encyclopedia, In Press.

Cantagallo, C., Camata, G., Spacone, E., Corotis, R. (2010). "Variability Of Deformation Demand With Ground Motion Intensity." 6th Computational Stochastic Mechanics Conference, Crete, June, 10 Pages.

Bayrak O., Bentz E., Foster S., Monti G., Spacone E. (2008). "Chapter 4: Analysis And Design Of Frame Structures Using Non-Linear Models". In: Practitioners' Guide To Finite Element Modelling Of Reinforced Concrete Structures. 344 Pp., Fib Bulletin No. 45. Lausanne, Switzerland. ISBN: 978-2-88394-085-7

Spacone E., Camata G., Faggella M. (2008). "Nonlinear Models And Nonlinear Procedures For Seismic Analysis Of Reinforced Concrete Frame Structures." In: Charmpis D.C., Papadrakakis M., Lagaros N.D., Tsompanakis Y. Computational Structural Dynamics And Earthquake Engineering. Taylor And Francis, The Netherlands. ISBN: 9780415452618.

Faggella, M., Spacone, E., Conte, J.P. And Restrepo (2007). "Nonlinear Analysis For Seismic Vulnerability Assessment: The Case Study Of An Existing RC Building." ANIDIS (Italian Conference On Earthquake Engineering), Pisa, June, 11 Pages.

Albanesi, T., Bergami, A.V., Nuti, C.. Experimental Behavior Of Single And Double Masonry Panels.14th World Conference On Earthquake Engineering. Oct. 12-17 2008, Beijing, China.

Albanesi, T., Bergami, A.V., Nuti, C.. Design Procedure For Buckling Restrained Braces To Retrofit Existing R.C. Frames. 14th World Conference On Earthquake Engineering. Oct. 12-17 2008, Beijing, China.

Bergami, A.V., Nuti, C.. Discussione, Applicazione E Validazione Di Una Procedura Progettuale Per La Protezione Sismica Di Telai Tamponati Mediante Controventi Dissipativi. SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGIES FOR CONSTRUCTIONS IN EUROPE AND CHINA. Convegno Nazionale, Roma 19-20 Aprile 2010

ALBANESI, T, LAVORATO,D, NUTI, C, SANTINI S. (2009) Experimental Program For Pseudodynamic Tests On Repaired And Retrofitted Bridge Piers. EJECE, European Journal Of Environmental And Civil Engineering, Volume 13-No.6/2009.

Nuti C., Santini S., Sguerri L., (2010). Experimental Tests On FRP Shear Retrofitted RC Beams, 5th International Conference On FRP Composites In Civil Engineering CICE, Beijing, China.

M. De Stefano, B. Pintucchi (2010). Predicting Torsion-Induced Lateral Displacements For Pushover Analysis: Influence Of Torsional System Characteristics. Earthquake Engineering And Structural Dynamics, (Published Online March 2010, In Press).

A. D'Ambrisi, M. De Stefano, M. Tanganelli (2009). Use Of Pushover Analysis For Predicting Seismic Response Of Irregular Buildings: A Case Study. Journal Of Earthquake Engineering, Vol. 13, Pp. 1089-1100.

M. De Stefano, B. Pintucchi (2008). A Review Of Research On Seismic Behaviour Of Irregular Building Structures Since 2002. Bulletin Of Earthquake Engineering, Vol. 6, No. 2, Pp. 285-308.

T. Trombetti, S. Silvestri, G. Gasparini, B. Pintucchi, M. De Stefano (2008). Numerical Verification Of The Effectiveness Of The Alpha Method For The Estimation Of The Maximum Rotational Elastic Response Of Eccentric Systems. Journal Of Earthquake Engineering, Vol. 12, Pp. 248-280.

D'Ambrisi, M. De Stefano, M. Tanganelli (2008). Definition Of System Parameters And Applicability Of Pushover Analysis To Multi-Storey Irregular Buildings. Proc. 5th European Workshop On The Seismic Behaviour Of Irregular And Complex Structures, Catania, 16-17 September

Pecce, M.R., Di Sarno, L. E Cosenza, E. (2004). Methodology To Assess The Seismic Vulnerability Of RC Buildings. Proceedings Of XV CTE Congress, Bari, Italy

Ceroni, F., Pecce, M.R., Di Sarno, L. E Manfredi, G. (2005). Evaluation Of Inelastic Deformation Capacity Of RC Columns. Proceedings Of The ACI Spring Convention "Seismic Engineering For Concrete Structures, 177-188

Di Sarno, L. Elnashai, A.S. E Manfredi, G. (2010). Seismic Response Of RC Members Subjected To The 2009 L'Aquila (Italy) Near-Field Earthquake Ground Motions. Mid-America Earthquake Center Report 10-01, University Of Illinois At Urbana-Champaign, IL, USA.

Di Sarno, L. Elnashai, A.S. E Manfredi, G. (2010). Assessment Of RC Columns Subjected To Horizontal And Vertical Ground Motions Recorded During The 2009 L'Aquila (Italy) Earthquake. Engineering Structures (Under Review).

Di Sarno. L., De Risi, R. E Manfredi, G. (2010). Experimental Seismic Response Of A RC Frame Designed For Gravity Loads Only. Proceedings Of The 14h European Conference On Earthquake Engineering, Skopje, Macedonia, (In Stampa)

Di Sarno, L. E Elnashai, A.S. (2005). Innovative Strategies For Seismic Retrofitting Of Steel And Composite Frames. Journal Of Progress In Structural Engineering And Materials, 7(3), 115-135

Di Sarno, L. E Elnashai, A.S. (2009). Bracing Systems For Seismic Retrofitting Of Steel Frames. Journal Of Constructional Steel Research, 65(2), 452-465.

Di Sarno, L. E Manfredi, G. (2009). Seismic Retrofitting Of Existing RC Frames With Buckling Restrained Braces, Proceedings Of The International ASCE Conference On Improving The Seismic Performance Of Existing Buildings And Other Structures, San Francisco, USA, CD-ROM

Di Sarno, L. E Manfredi, G. (2010). Seismic Response Of Reinforced Concrete Buildings Retrofitted With Dissipative Steel Braces. Journal Of Civil Engineering And Architecture, 4(2), 8-24.

Di Sarno, L. E Manfredi, G. (2010). Seismic Retrofitting With Buckling Restrained Braces: Applicatoin To An Existing Non-Ductile RC Framed Building. Soil Dynamics And Earthquake Engineering (In Stampa).

G. C. Marano, G. Monti, G. Quaranta, "Comparison Of Different Optimum Criteria For Sensor Placement In Lattice Towers", The Structural Design Of Tall And Special Buildings, Article In Press, DOI: 10.1002/Tal.605, 2010

G. Quaranta, G. Monti, G. C. Marano, "Parameters Identification Of Van Der Pol – Duffing Oscillators Via Particle Swarm Optimization And Differential Evolution", Mechanical Systems And Signal Processing, Article In Press, DOI 10.1016/J.Ymssp.2010.04.006, 2010

G. C. Marano, G. Quaranta, G. Monti, "Modified Genetic Algorithm For The Dynamic Identification Of Structural Systems Using Incomplete Measurements", Computer Aided Civil And Infrastructure Engineering, Article In Press, DOI 10.1111/J.1467-8667.2010.00659.X, 2010

G. Monti, G. Quaranta, G. C. Marano, "Genetic-Algorithm-Based Strategies For Dynamic Identification Of Nonlinear Systems With Noise Corrupted Response", ASCE Journal Of Computing In Civil Engineering, 24(2), 173-187, 2010

Mauro Mezzina, Fabrizio Palmisano, Giuseppina Uva, "Chapter 16: Reinforced Concrete Constructions At The Beginning Of The 20th Century: Historical Review And Structural Assessment", In: Materials, Technologies And Practice In Historic Heritage Structures, (Bostenaru-Dan, Maria; Pøikryl, Richard; Török, Akos Eds.), Pp. 293-326, ISBN: 978-90-481-2683-5, Springer Verlag, 2010.

Sicurezza E Conservazione Delle Prime Costruzioni In Calcestruzzo Armato. A Cura Di M. Mezzina, G. Uva, R. Greco; Ed. Città Studi Di De Agostini Scuola. ISBN: 978-88-251-7311-6. 2008.

G.C. Marano, R. Greco, Mezzina M.. Stochastic Approach For Analytical Fragility Curves. Asce Journal Of Civil Engineering, Vol. 12(5); P. 305-312, ISSN: 1226-7988. 2008.

Mezzina M., D.Raffaele. Rotational Ductility Of R.C. Beams: A Parametric Analysis. In: Proc. 2nd International Fib Congress. Napoli, 5-8 Giugno 2006, ISBN/ISSN: ISBN 88-89972-06-8.2006

Mezzina M., Raffaele D.. Interaction Domains For Buckling Of Isolated R.C. Columns. In: Proc. 2nd International Fib Congress. Napoli, 5-8 Giugno 2006, ISBN/ISSN: ISBN 88-89972-06-8.2006

Ceci, A. Contento, L. Fanale, D. Galeota, V. Gattulli, M. Lepidi, F. Potenza (2009), "Structural Performance Of The Historic And Modern Buildings Of The University Of L'Aquila During Seismic Events Of April 2009", Engineering Structures, ISSN: 0141-0296.

G. C. Beolchini, G. Conflitti, A. Contento, F. Dannibale, A. Di Egidio, F. Di Fabio, L. Fanale, D. Galeota, V. Gattulli, M. Lepidi, F. Potenza (2009), "Il Comportamento Degli Edifici Della Facoltà Di Ingegneria Durante La Sequenza Sismica Dell'aprile 2009", Convegno ANIDIS 2009 (CD-ROM).

Ceci, L. Fanale, Galeota D., V. Gattulli, M. Lepidi, F. Potenza (2010) "Seismic Retrofitting Of The Recently-Built Edifices Of The Engineering Faculty Of L'Aquila", Atti Del Convegno Terremoto Dell'aquila - Master Mica E Ricostruzione, UNIROMA3, Aprile 2010. UNIROMA3, Aprile 2010.

F. Colangelo, "Nonstructural Damage Of Infilled RC Frames Designed To Eurocode", Atti Del 13° Convegno Nazionale ANIDIS "L'Ingegneria Sismica In Italia", Lavoro S10.6, Bologna 28 Giugno – 2 Luglio 2009, DVD.

G. Venkiteela, A. Gregori, Z. Sun And S.P. Shah, "Artificial Neural Network Modeling Of Early-Age Dynamic Young's Modulus Of Normal Concrete", ACI Materials Journal, V. 107, No. 3, May-June 2010, Pp. 282-290.

Monti, G., Alessandri, S., Santini, S. (2009). Design By Testing: A Procedure For The Statistical Determination Of Capacity Models. J. Of Construction And Building Materials, Special Issue On FRP Composites, Volume 23, Elsevier, P. 1487-1494.

Monti, G., Alessandri, S. (2009). Application Of Bayesian Techniques To Material Strength Evaluation And Calibration Of Confidence Factors. Proc. Workshop "Quali Prospettive Per l'Eurocodice 8 Alla Luce Dell'esperienza Italiana", Napoli, 3 Aprile.

Alessandri, S., Monti, G., Santini, S. (2008). Design Assisted By Testing: Procedure For The Statistical Determination Of Capacity Models. Challenges For Civil Constructions, CCC 2008, Porto, Portugal, 16-18 April.

Monti, G., Santini, S., Alessandri, S. (2008). Definizione Di Una Procedura Per La Determinazione Statistica Di Un Modello Di Capacità. Convegno Reluis2rm08 "Valutazione E Riduzione Della Vulnerabilità Sismica Di Edifici Esistenti In C.A.", Roma, 29-30 May, E. Cosenza, G. Manfredi, G. Monti Eds., Polimetrica International Scientific Publisher, ISBN 978-88-7699-129-5.

Alessandri, S., Monti, G., Santini, S. (2008). A Procedure For The Calibration Of Partial Safety Factors For Capacity Models. Proc. 14th WCEE World Conference On Earthquake Engineering, Beijing, China, October 12-17.

Lucchini, A., Monti, G., Kunnath, S. (2009). Seismic Behavior Of Single-Story Asymmetric-Plan Buildings Under Uniaxal Excitation. Earthquake Engineering And Structural Dynamics, 38, John Wiley, New York, 1053–1070.

Lucchini, A., Monti, G., Kunnath, S. (2010). Nonlinear Response Of Two-Way Asymmetric-Plan Buildings Under Biaxial Excitations. Journal Of Structural Engineering, ASCE, (Submitted).

Lucchini, A., Monti, G., Kunnath, S. (2007). Energy-Based Prediction Of The Inelastic Torsional Response Of Asymmetric-Plan Buildings. Proc. XII Convegno L'Ingegneria Sismica In Italia, Pisa, 10-14 June.

Lucchini, A., Monti, G., Kunnath, S. (2008). Studio Del Comportamento Sismico Di Edifici Mono-Piano A Telaio Asimmetrici In Pianta. Convegno Reluis2rm08 "Valutazione E Riduzione Della Vulnerabilità Sismica Di Edifici Esistenti In C.A.", Roma, 29-30 May, E. Cosenza, G. Manfredi, G. Monti Eds., Polimetrica International Scientific Publisher, ISBN 978-88-7699-129-5.

Lucchini, A., Monti, G., Kunnath, S. (2008). A Simplified Pushover Method For Evaluating The Seismic Demand In Asymmetric-Plan Multi-Storey Buildings. Proc. 14th WCEE World Conference On Earthquake Engineering, Beijing, China, October 12-17.

Monti, G. (1995). Finite Element For R.C. Beam-Column Joints. Proc. X ASCE Engineering Mechanics Conference, Boulder, Colorado, USA.

Monti, G. (1995). Un Elemento Finito Di Nodo Non Rigido Per Telai In Cemento Armato. Ingegneria Sismica, N. 2/95, Pàtron Editore, Bologna, Settembre.

Monti, G., Nuti, C. (1993). Performance Assessment On Beam-Column Joints In Normal And Lightweight Concrete. Proc. V Convegno L'Ingegneria Sismica In Italia, Perugia, 13-15 Ott.

Monti, G. (2009). The New Italian Code For Seismic Isolation Of R.C. Constructions. Advances In Concrete And Structures, V. 400-402, Trans Tech Publications Ltd., Switzerland, P. 55-68.

Franchin, P., Monti, G., Pinto, P.E. (2001). On The Accuracy Of Simplified Methods For The Analysis Of Isolated Bridges. Journal Of Earthquake Engineering And Structural Dynamics, 30(3), John Wiley, New York, 363-382.

Marano, G.C., Quaranta, G., Monti, G. (2010). Genetic-Algorithm-Based Strategies For Dynamic Identification Of Nonlinear Systems With Noise-Corrupted Response. Journal Of Computing In Civil Engineering, ASCE, (In Press).

Monti, G., Quaranta, G., Marano, G.C. (2010). Modified Genetic Algorithm For The Dynamic Identification Of Structural Systems Using

Incomplete Measurements. Computer-Aided Civil And Infrastructure Engineering, (In Press).

Marano, G.C., Quaranta, G., Monti, G. (2010). A Robust Sensors Placement Criterion For Uncertain Mechanical Systems. Journal Of Structural Health Monitoring, (Submitted).

Monti, G., Quaranta, G., Marano, G.C. (2008). Robust Sensor Placement For Buildings Monitoring In Seismic Areas. Convegno Reluis2rm08 "Valutazione E Riduzione Della Vulnerabilità Sismica Di Edifici Esistenti In C.A." , Roma, 29-30 May, E. Cosenza, G. Manfredi, G. Monti Eds., Polimetrica International Scientific Publisher, ISBN 978-88-7699-129-5.

Quaranta, G., Monti, G., Marano, G.C. (2009). Genetic Algorithms In Mechanical Systems Identification: State-Of-The-Art Review. In Soft Computing In Civil And Structural Engineering, B. H. V. Topping And Y. Tsompanakis, Eds. Stirlingshire (Scotland): Saxe-Coburg Pubblications, Chapter 2 (Invited Lecture).

Menegotto, M., Monti, G. (2005). Waved Joint For Precast Seismic Floors. Journal Of Structural Engineering, ASCE, 131(10).

Menegotto, M., Monti, G. (1995). Modellazione Di Unione Ondulata Per Diaframmi Di Piano Prefabbricati. Proc. VII Convegno L'Ingegneria Sismica In Italia, Siena, 25-28 Sett.

Menegotto, M., Monti, G. (1996). Diaphragm Action Of Precast Floors: Behavior And Modeling. Proc. 11th WCEE Conference, Acapulco, Mexico, June.

Menegotto, M., Monti, G., Auricchio, F. (1997). Modellazione A Diaframma Di Impalcati Prefabbricati Con Unioni Dissipative. Proc. VIII Convegno L'Ingegneria Sismica In Italia, Taormina, 21-24 Sett.

Menegotto, M., Monti, G. (1999). Solai Prefabbricati Per Edifici Antisismici. Proc. Giornate AICAP '99, Torino, Novembre.

Cosenza, E., Manfredi, G., Verderame, G.M., Seismic assessment of gravity load designed r.c. frames: critical issues in structural modeling. Journal of Earthquake Engineering, Vol.6 Special Issue 1, 2002.

Cosenza E., Manfredi G., Verderame G.M., A Fibre Model for Push-Over Analysis of Underdesigned Reinforced Concrete Frames, Computer and Structures, Volume 84, Issues 13-14 , May 2006, Pages 904-916 (ISSN: 0045-7949).

Verderame G.M., Mariniello C., Cosenza E., Manfredi G. (2007), La valutazione sismica di edifici esistenti in c.a.: confronto tra analisi lineare e non lineare. XII Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Pisa, Italia.

De Luca F., Elefante L., Iervolino I., Verderame G.M., Strutture esistenti e di nuova progettazione: comportamento sismico a Confronto, Atti Del XIII Convegno Anidis "L'ingegneria Sismica In Italia", Bologna 28 Giugno-2 Luglio, 2009.

Ricci P., De Luca F., Verderame G.M., 6th April 2009 L'Aquila Earthquake,, Italy: reinforced concrete building performance, Bulletin of Earthquake Engineering, DOI 10.1007/s10518-010-9204-8, 2010.

Ricci P., Verderame G.M., Manfredi G., Analytical investigation of elastic period of infilled RC MRF buildings, Engineering Structures, (accepted for publication), 2010.

Verderame G. M., De Luca F., Ricci P., G. Manfredi, Preliminary analysis of a soft storey mechanism after the 2009 L'Aquila earthquake, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, DOI: 10.1002/eqe.1069, 2010.

Polese M., Verderame G.M., Capacità sismica di edifici in C.A. tamponati: un'analisi parametrica, Atti Del XIII Convegno Anidis "L'ingegneria Sismica In Italia", Bologna 28 Giugno-2 Luglio, 2009.

Fabbrocino G., Verderame G.M, Manfredi G., Cosenza E., Structural models of critical regions in old-type r.c. frames with smooth rebars, Engineering Structures, Vol. 26 Issue 14, pp. 2137-2148, 2004.

Verderame G.M, Fabbrocino G, Manfredi G. Seismic response of r.c. columns with smooth reinforcement. Part I: monotonic tests. Engineering Structures, Volume 30, Issue 9, September 2008, Pages 2277-2288

Verderame G.M, Fabbrocino G, Manfredi G. Seismic response of r.c. columns with smooth reinforcement. Part II: cyclic tests. Engineering Structures, Volume 30, Issue 9, September 2008, Pages 2289-2300.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

SUBTask 1 Conoscenza delle strutture esistenti
SUBTask 2 Valutazione del comportamento non lineare degli edifici
SUBTask 3 Valutazione e rinforzo di edifici misti
SUBTask 4 Influenza della tamponatura sulla risposta strutturale
SUBTask 5 Comportamento e rinforzo di nodi
SUBTask 6 Comportamento e rinforzo di pilastri e travi
SUBTask 7 Metodi di rafforzamento locale degli edifici
SUBTask 8 Metodi di miglioramento ed adeguamento globale degli edifici
SUBTask 9 Comportamento e rinforzo di strutture industriali prefabbricate

Attività sperimentale prevista:

SUBTask 1 Conoscenza delle strutture esistenti

- *Metodi distruttivi e non distruttivi per la stima delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in-situ (UNIBAS)*

SUBTask 3 Valutazione e rinforzo di edifici misti

- *Prove sperimentali su sub-assemblaggi di strutture miste (UNINA-Manfredi)*

SUBTask 4 Influenza della tamponatura sulla risposta strutturale

- *Esecuzione di prove sperimentali su strutture semplici in scala tamponate.(UNINA-Manfredi)*
- *Indagine di laboratorio volta a valutare la possibilità di rottura del giunto tra pilastri e nodi in presenza di modesta staffatura della parte superiore dei pilastri. (UR – UNICT-DICA)*
- *Esecuzione di prove sperimentali su sub-assemblaggi strutturali in c.a. finalizzati all'indagine di meccanismi di crisi fragile del collegamento nodale trave-pilastro (sliding failure) (UNINA-Verderame)*

SUBTask 5 Comportamento e rinforzo di nodi

- *Valutazione sperimentale della risposta di intersezioni nodali di diversa tipologia. (UNINA-Manfredi)*
- *Sperimentazione su nodi in c.a (UNIBAS)*
- *Prova dei due nodi sotto l'azione di carichi ciclici con inversione, presso il Laboratorio Prove Materiali e Strutture dell'Università di Udine. (UNIUD)*

SUBTask 6 Comportamento e rinforzo di pilastri e travi

- *Valutazione sperimentale di pilastri, snelli e tozzi, soggetti a presso-flessione e taglio biassiale. Rapporto di prova (UNINA-Manfredi)*
- *Valutazione sperimentale di pilastri tozzi, soggetti a presso-flessione e taglio uniassiale (UNINA-Verderame)*

SUBTask 8 Metodi di miglioramento ed adeguamento globale degli edifici

- *Prove sperimentali per la descrizione del comportamento ciclico di componenti dissipativi (links) da utilizzare in controventi eccentrici in acciaio (UNISA)*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. *Caratterizzazione probabilistica delle proprietà meccaniche degli acciai utilizzati dal 1950 al 1990 con particolare riferimento all'epoca di realizzazione dell'opera e alla sua destinazione.*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	2. *Metodi per la modellazione della correlazione spaziale delle proprietà meccaniche dei materiali e dei dettagli costruttivi attraverso la geometria di edifici esistenti.*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	3. *Caratterizzazione probabilistica delle proprietà meccaniche dei materiali e dei dettagli costruttivi sulla base dell'esperienza collettiva dei professionisti.*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	4. *Procedura per programmazione dei test e l'ispezioni all'interno di edifici esistenti in cemento armato.*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	5. *Applicazione di metodologie di analisi incrementali dinamiche e statiche su edifici caratterizzati da diversi livelli di progettazione*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	6. *Valutazione numerica del fattore di struttura da adottarsi nella verifica sismica di edifici in c.a. mediante analisi lineare, per differenti meccanismi di crisi.*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	7. *Classificazione delle caratteristiche geometriche più ricorrenti di edifici misti.*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	8. *Valutazione comparativa delle prestazioni sismiche di diverse tipologie di edifici misti attraverso differenti ipotesi di modellazione della struttura e delle zone di interfaccia fra elementi di diversa tecnologia.*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	9. *Prove sperimentali su sub-assemblaggi di*	*UR-UNINA-DIST*

	strutture miste. Rapporto di prove.	*(Manfredi)*
	10. *Valutazione dell'influenza delle tamponature sulla risposta degli edifici in c.a. in ambito lineare e non lineare al variare della tipologia di progettazione dell'edificio. Aspetti globali e locali*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	11. *Caratterizzazione del peso delle incertezze nella valutazione dell'influenza delle tamponature sulla risposta strutturale*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	12. *Esecuzione di prove sperimentali su strutture semplici in scala tamponate. Rapporto di prova*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	13. *Analisi comparativa dei diversi modelli di capacità dei nodi trave-colonna presenti in letteratura e nelle principali normative internazionali*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	14. *Valutazione sperimentale della risposta di intersezioni nodali di diversa tipologia. Rapporto di prova*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	15. *Analisi comparativa dei diversi modelli di capacità presenti in letteratura e nelle principali normative internazionali di pilastri in regime di presso-flessione uniassiale e biassiale.*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	16. *Valutazione sperimentale di pilastri, snelli e tozzi, soggetti a presso-flessione e taglio biassiale. Rapporto di prova*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	17. *Proposta di un modello di capacità biassiale da utilizzarsi nelle analisi non lineari*	*UR-UNINA-DIST (Manfredi)*
	18. *Schedatura dei diversi tipi di connessioni per gli ordini: solaio-solaio, solaio-trave, trave-pilastro, pilastro-pilastro, pilastro-fondazione, pannello-struttura, pannello-pannello*	*UR – POLIMI/DIS*
	19. *Relazioni di calcolo su edifici tipo rappresentativi delle principali tipologie di edifici industriali prefab-bricati con specifico riferimento alle forze trasmesse dalle connessioni*	*UR – POLIMI/DIS*
	20. *Stesura di linee guida per la progettazione e la realizzazione di interventi di adeguamento sismico del sistema delle connessioni di edifici industriali prefabbricati*	*UR – POLIMI/DIS*
	21. *Report su risultati sperimentazione Nodi e proposte per normativa*	*UR – UNIBAS-DISGG*
	22. *Report su criteri per indagini distruttive sul CLS in situ*	*UR – UNIBAS-DISGG*
	23. *Definizione metodo non distruttivo per la stima*	*UR – UNIBAS-DISGG*

	della resistenza del CLS in-situ	
	24. Report su confronto diversi modelli di capacità a taglio	*UR – UNIBAS-DISGG*
	25. Definizione di una procedura per l'analisi statica non lineare di sistemi irregolari in pianta	*UR – UNICT-DICA*
	26. Relazione delle prove di laboratorio su telai monopiano al fine di valutare la capacità resistente del telaio in corrispondenza della rottura del giunto tra pilastri e nodi	*UR – UNICT-DICA*
	27. Relazione dell'attività di ricerca svolta con riferimento all'introduzione di pareti incernierate e dissipatori all'interno di strutture esistenti	*UR – UNICT-DICA*
	28. Definizione modalità selezione accelerogrammi per analisi nonlineari.	*UR – UNICH*
	29. rapporto sulla metodologia di progetto con BRB e relativa validazione , protezione telai tamponati – Sostenibilità dei diversi interventi	*UR – UNIROMA3-DISNUTI*
	30. Rrapporto sulle caratteristiche metodologie rinf. taglio con FRP con momento negativo .- Ancoraggio	*UR – UNIROMA3-DISNUTI*
	31. Rrapporto sulle caratteristiche metodologie rinf. taglio con FRP con momento negativo .- Ancoraggio	*UR – UNIROMA3-DISNUTI*
	32. rapporto sulle metodologie prova pseudo dinamica a distanza integrazione tra laboratori	*UR – UNIROMA3-DISNUTI*
	33. Definizione applicabilità dell'analisi pushover per edifici irregolari code-designed	*UR – UNIFI-DICR*
	34. Proposte di modifica dell'analisi pushover	*UR – UNIFI-DICR*
	35. Scelte ottimali per la valutazione della vulnerabilità sismica di edifici intelaiati in c.a..	*UR – UNISANNIO*
	36. Adeguamento sismico di strutture esistenti in c.a. con controventi dissipativi ad instabilità impedita	*UR – UNISANNIO*
	37. Criteri per la modellazione non lineare delle strutture irregolari.	*UR –DICAM*
	38. Casi di studio riguardanti strategie di adeguamento sismico di costruzioni esistenti (report con altre U.O.)	*UR –DICAM*
	39. Criteri per il posizionamento robusto dei sensori in strutture in cemento armato	*UR – POLITECNICO DI BARI*
	40. Algoritmi Evolutivi per il monitoraggio strutturale	*UR – POLITECNICO DI*

	di opere ordinarie	*BARI*
	41. Elaborazione di benchmark di confronto per la validazione dei differenti codici di calcolo da utilizzare.	*UR – POLIBA – DICAR*
	42. Raccolta dei dati relativi ai casi di studio (progetti originari, rilievi, indagini sui materiali).	*UR – POLIBA – DICAR*
	43. Analisi numeriche e confronti tra i diversi metodi applicati ai casi di studio selezionati.	*UR – POLIBA – DICAR*
	44. Mappatura storico-geografica dei calcestruzzi e degli acciai da C.A. utilizzati durante il XX secolo nella Provincia di L'Aquila	*UR – UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI L'AQUILA, D.I.S.A.T.*
	45. Adeguatezza sismica di alcuni importanti edifici danneggiati dal terremoto del 6 Aprile 2009. Praticabilità, rispondenza ed efficacia degli interventi preventivi e post-sisma nelle strutture in C.A.	*UR – UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI L'AQUILA, D.I.S.A.T.*
	46. Applicazione di metodologie di analisi incrementali dinamiche e statiche su edifici caratterizzati da diversi livelli di progettazione. Rapporto	*UR – UNINA-DIST (Verderame)*
	47. Limiti di applicabilità delle analisi statiche lineari e non lineari. Rapporto	*UR – UNINA-DIST (Verderame)*
	48. Valutazione dell'influenza delle tamponature sulla risposta degli edifici in c.a. in ambito lineare e non lineare al variare della tipologia di progettazione dell'edificio. Aspetti globali e locali	*UR – UNINA-DIST (Verderame)*
	49. Esecuzione di prove sperimentali su sub-assemblaggi strutturali in c.a. finalizzati all'indagine di meccanismi di crisi fragile del collegamento nodale trave-pilastro (sliding failure). Rapporto di prova	*UR – UNINA-DIST (Verderame)*
	50. Analisi comparativa dei modelli di capacità a taglio presenti in letteratura e nelle principali normative internazionali di pilastri e travi caratterizzati da un rapporto di luce ridotto (elementi tozzi) in regime di (presso-) flessione uniassiale.	*UR – UNINA-DIST (Verderame)*
	51. Valutazione sperimentale di pilastri tozzi, soggetti a presso-flessione e taglio uniassiale. Rapporto di prova	*UR – UNINA-DIST (Verderame)*
	52. Rapporto che descrive una metodologia per definire un indice di rischio per una costruzione esistente comprensivo di una quantificazione dell'affidabilità della valutazione stessa, in relazione al livello di conoscenza raggiunto.	*UR – UNIROMA1-DISG*
	53. Rapporto sui risultati delle analisi dinamiche sui telai in cemento armato e delle analisi di correlazione tra parametri di risposta e misure di intensità sismica.	*UR – UNIROMA1-DISG*
	54. Rapporto su un modello di nodo trave-pilastro	*UR – UNIROMA1*

	con relative equazioni di progetto da impiegare nella valutazione dell'esistente e nella progettazione di rinforzi con nastri in acciaio pre-tesi.	
	55. *Procedura semplificata per il progetto di adeguamento sismico con controventi dissipativi.*	*UR – UNIROMA1*
	56. *Rapporto con confronti prestazionali fra diverse tecniche di isolamento sismico alla base, ottenute con dispositivi di diverso tipo.*	*UR – UNIROMA1*
	57. *Linee guida per il posizionamento ottimo dei sensori per il monitoraggio di sistemi di isolamento sismico.*	*UR – UNIROMA1*
	58. *Linee guida per l'identificazione della variabilità delle caratteristiche meccaniche di un sistema di isolamento sismico.*	*UR – UNIROMA1*
	59. *Metodi ed equazioni di progetto per l'impiego di giunti strutturali dissipativi.*	*UR – UNIROMA1*
	60. *Linee guida per il progetto di sistema di dissipazione tramite appoggi ad attrito in edifici prefabbricati con allegato esempio di calcolo.*	*UR – UNIROMA1*
	61. *Descrizione di una metodologia semplificata per la valutazione della domanda di spostamento tenendo conto delle effettive capacità dissipative della struttura.*	*UR – UNISA-DICIV*
	62. *Database sperimentale con risultati di prove su nodi trave-colonna interni ed esterni.*	*UR – UNISA*
	63. *Descrizione di una strategia razionale di adeguamento sismico di strutture esistenti con l'impiego di controventi dissipativi in acciaio.*	*UR – UNISA*
	64. *Comportamento sotto azione sismica di nodi esterni trave-pilastro progettati con normative antecedenti alle NTC 2008.*	*UR – UNIUD-DICA*
	65. *Comportamento sotto azione sismica di nodi esterni trave-pilastro progettati con le NTC 2008.*	*UR – UNIUD-DICA*
	66. *Risultati di analisi numeriche e criteri di stima degli effetti dei tamponamenti.*	*UR – UNIPA-DISAG*
	67. *Verifica di affidabilità di espressioni normative relative al comportamento flessionale di pilastri rinforzati con confinamento esterno.*	*UR – UNIPA-DISAG*

Task 1.1.3 - Strategie di riduzione del rischio a medio termine su scala regionale

Area Tematica	*AT-1 Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito*	
Linea	*1.1. Nuovi aspetti nella valutazione delle strutture esistenti e degli interventi di adeguamento e valutazione del rischio*	
Task	***1.1.3 Strategie di riduzione del rischio a medio termine su scala regionale***	
Coordinatore del task	*Giulio Zuccaro – Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNINA-DIST	Gaetano Manfredi
	UNIPV	Rui Pinho
	UNINA-DIST	Giulio Zuccaro
	INGV-BO	Marzocchi

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

Una efficiente e razionale riduzione del rischio sismico a scala regionale o nazione si basa necessariamente su un'adeguata distribuzione delle risorse finanziarie a disposizione nonché l'orizzonte temporale di riferimento. Lo sviluppo di tali protocolli è essenziale per giustificare in ogni momento del processo, le decisioni prese. Per quanto riguarda la pericolosità sismica, negli ultimi anni sono stati proposti alcuni modelli innovativi di pericolosità time-dependent che trovano il loro utilizzo ideale come supporto ad azioni di mitigazione del rischio sismico di medio termine (1-10 anni). Sebbene tale campo di ricerca sia ancora in forte sviluppo, è opportuno dotarsi di strumenti di calcolo operativi, in grado cioè di fornire stime di pericolosità facilmente integrabili con le stime di vulnerabilità e di valore esposto disponibili. Infatti, per meglio finalizzare l'azione di riduzione del rischio, occorre approfondire rapidamente la conoscenza dello stato di vulnerabilità del patrimonio edilizio con metodi di facile applicazione a larga o larghissima scala ma con l'accuratezza necessaria per essere sensibili a una valutazione dettagliata della pericolosità locale.

1. *van Stiphout T., S. Wiemer, W. Marzocchi, 2010. When are mitigation actions warranted: the case of the 2009 L'Aquila earthquake. Submitted to Geophys. Res. Lett., in press.*
2. *G. Zuccaro, F. Cacace, Modello per la simulazione di scenari sismici per la Regione Campania. Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia"- ANIDIS '09 – Bologna 2009*
3. *Colombi M., Borzi B., Crowley H., Onida M., Meroni F., Pinho R. "Deriving Vulnerability Curves with Italian Earthquake Damage Data", Bulletin of Earthquake Engineering 2008, Vol.6 , No. 3, pp. 485-504*
4. *Caterino N., Iervolino I., Manfredi G., Cosenza E. (2008) Multi-criteria decision making for seismic retrofitting of RC structures. Journal of Earthquake Engieneering, 12(4):555-583.*
5. *Iervolino I., Manfredi G., Polese M., Verderame G.M., Fabbrocino G. Seismic risk of r.c. building classes. Engineering Structures, 29:813–820, May 2007.*

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Ci si propone di sviluppare strumenti operativi per il calcolo della pericolosità di medio termine basata su modelli matematici time-dependent recentemente pubblicati e validati scientificamente. Per quanto riguarda la valutazione della vulnerabilità si definiranno scenari di danno del patrimonio edilizio dei comuni utilizzando metodi meccanici per la definizione della vulnerabilità a grande scala. Si prevede, inoltre, la definizione di un modello di analisi del rischio sismico a scala regionale attraverso la discretizzazione del territorio in celle di opportuna dimensione e l'identificazione delle tipologie di dati di input. Le misure del rischio avverranno attraverso coefficienti sintetici. Si proporranno metodi quantitativi atti al decision making, che possano essere utilizzati per stabilire protocolli di decision-making trasparenti e chiari.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Sviluppo di codici operativi di pericolosità sismica a medio termine con modelli time-dependent;*
2. *Definizione di procedure speditive di valutazione della vulnerabilità degli edifici esistenti attraverso analisi semplificate*
3. *Definizione di modelli di analisi del rischio sismico a scala regionale;*

4. *Sviluppo di strumenti web-gis per integrare: (i) la valutazione dello scenario di danno in relazione agli eventi di scenario quali quelli di riferimento nelle NTC08; (ii) la valutazione del rischio sismico in relazione a pre-definite finestre temporali di osservazione; (iii) la valutazione dello scenario di danno in tempo reale, nota magnitudo ed epicentro.*
5. *Valutazione dell'effetto di diverse modellazioni di vulnerabilità tempo variante sulla stima del rischio sismico a larga scale;*
6. *Sviluppo di metodi per la scelta delle tecniche di riparabilità per la riduzione del rischio a medio termine.*

Attività sperimentale prevista:
-

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1. Metodi valutazione vulnerabilità tempo-variante.	*2. Metodi di analisi della vulnerabilità a larga scala.*	*3. Procedure di decision making per la riduzione del rischio sismico a medio termine.*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. Sviluppo di codici di calcolo per la pericolosità sismica di medio termine	*INGV-BO*
	2. Strumenti quantitativi per un decision-making razionale basati sull'analisi costi-benefici.	*INGV-BO*
	3. Modello di Rischio Sismico a scala regionale estendibile al territorio nazionale.	*UNINA-DIST (Zuccaro)*
	4 Protocollo speditivo per il rilievo e l'analisi della vulnerabilità per una rapida progettazione di interventi di rafforzamento e miglioramento misurato delle strutture esistenti.	*UNINA-DIST (Zuccaro)*
	5. Mappe di rischio del patrimonio edilizio dei comuni italiani	*UNIPV (Pinho)*
	6. Report sugli effetti della pericolosità tempo-variante sulla stima del rischio sismico	*UNINA-DIST*
	7. Linee guida per la valutazione degli spostamenti residui per edifici esistenti in CA	*UNINA-DIST*
	8. Linee guida per il building tagging considerando il rischio di aftershock.	*UNINA-DIST*

Linea 1.2 Sviluppo di approcci agli spostamenti per la valutazione della vulnerabilità

Task 1.2.1 - Principi, Aspetti Generali, Azioni

Area Tematica	*AT-1 Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito*	
Linea	*1.2. Sviluppo di approcci agli spostamenti per la valutazione della vulnerabilità*	
Task	***1.2.1 Principi, Aspetti Generali, Azioni***	
Coordinatore del task	*Gian Michele Calvi – Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia* Timothy Sullivan – *Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	1-PAV	G.M. Calvi e T. Sullivan
	10-POL	R. Paolucci

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

La metodologia per valutazione agli spostamenti è proposta in un capitolo del libro di Priestley, Calvi e Kowalsky (2007). Si presentano due possibilità per la valutazione agli spostamenti, e quella che sembra il più promettente permette l'identificazione dell'intensità sismica che comporta uno specifico stato di danno. Sapendo che l'intensità sismica può essere collegata con una probabilità di occorrenza, il metodo permette la quantificazione dello rischio sismico, invece di identificare solo se la struttura supera una specifica intensità sismica. La metodologia presentata nel libro di Priestley et al. (2007) non è stata sviluppata molto per diverse tipologie strutturali e non ci sono stati molti esempi di applicazione del metodo agli spostamenti come un metodo di valutazione. Negli anni recenti il metodo agli spostamenti è stato sviluppato molto per la progettazione nuova delle strutture, come dimostrato del libro di Priestley et al. (2007) ed un codice modello di Calvi & Sullivan (2009).Visti gli ottimi risultati ottenuti dal metodo come metodo di progettazione, è necessario che approcci di questo tipo siano indagati ed applicati in modo esteso a diversi tipi strutturali, in modo da valutare l'effettiva efficacia e da costituire le basi per una futura generazione di linee guida e codici normativi. La vera sfida per la valutazione agli spostamenti è collegata alla difficoltà nel prevedere il meccanismo di collasso per le strutture esistenti e di identificare le caratteristiche di una "substitute structure" per rappresentare ad un grado di libertà un edificio (oppure un ponte ecc.) con tanti gradi di libertà con un comportamento fortemente non-lineare.

Calvi G.M. and Sullivan. T.J. Editors (2009) "A model code for the Displacement-Based Seismic Design of Structures, DBD09 – Draft Issued for Public Enquiry ", IUSS Press, 80pages.
Priestley M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky M.J. (2007) Direct Displacement-Based Seismic Design, IUSS Press, Pavia, 720pages.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Il primo task del linea 2 sarà la definizione e sviluppo di aspetti generali per il metodo di valutazione basato agli spostamenti. Il lavoro cercherà di finalizzare una metodologia simile a quella proposta da Priestley et al. (2007) che permetterebbe la quantificazione dell'intensità sismica. Inoltre, il primo task avrà anche l'obiettivo di stabilire il miglior modo di considerare l'implicazione di incertezze dell'intensità sismica nella valutazione di una struttura. È chiaro che un metodo di valutazione dovrebbe essere il più semplice e veloce possibile ma mantenendo sempre requisiti di affidabilità. Perciò, in questo task si cercherà di identificare semplificazioni al metodo di valutazione, con lo scopo di aiutare il professionista che adotti questo approccio di progetto, senza comprometterne la validità. Inoltre, questo task si propone di coordinare tutte le unità di ricerca ed identificare le azioni per la valutazione, fornendo anche accelerogrammi spettro-compatibili alle altre unità di ricerca da utilizzare nella loro attività.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Definizione degli aspetti generali per l'applicazione del metodo agli spostamenti.*
2. *Definizione degli aspetti specifici per l'applicazione del metodo agli spostamenti, ed identificazione delle azioni da utilizzare nello sviluppo del metodo agli spostamenti.*
3. *Considerazione del miglior modo di tenere conto delle incertezze inerenti nella valutazione sismica.*
4. *Coordinamento delle diverse unità di ricerca in modo di assicurare un prodotto ben sviluppato e ben presentato. In particolare, collaborazione con ogni unità di ricerca nella definizione di miglioramenti specifici dell'approccio agli spostamenti per le diverse tipologie strutturali.*
5. *Dopo una revisione dei risultati ottenuti da tutte le unità di ricerca, considerazione di eventuali*

semplificazioni e miglioramenti del metodo di valutazione agli spostamenti.

6. *Redazione di linee guida per RELUIS Linea 2, incluso la collaborazione con ogni unità di ricerca nello sviluppo delle linee guide per le diverse tipologie strutturali.*
7. *Redazione di un codice modello generale e di un commentario per la valutazione agli spostamenti.*

Attività sperimentale prevista:

Non si prevedono prove sperimentali per la Linea 2 del progetto.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1. Identificazione di aspetti generali della metodologia . *2. Identificazione di aspetti specifici della metodologia.*	*3. Identificazione di una procedura semplice per valutare il rischio sismico tramite un metodo basato agli spostamenti.*	*4 Finalizzazione del metodo agli spostamenti con linee guide ed un codice modello per la valutazione agli spostamenti.*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. *Sommario della procedura di valutazione agli spostamenti per distribuzione alle unità di ricerca.*	1-PAV
	2. *Selezione di accelerogrammi digitali spettro-compatibili per l'applicazione e la verifica dei metodi di valutazione.*	1-PAV 10-POL
	3. *Linee guida per la valutazione agli spostamenti e codice modello con commentario e volume di casi studio.*	1-PAV

Task 1.2.2 – Strutture in c.a. con e senza tamponatura

Area Tematica	*AT-1 Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito*	
Linea	*1.2. Sviluppo di approcci agli spostamenti per la valutazione della vulnerabilità*	
Task	***1.2.2 Strutture in C.A. con e senza tamponatura***	
Coordinatore del task	*Andrea Benedetti, Dipartimento DICAM, Università di Bologna* *Gian Michele Calvi – Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia* Timothy Sullivan – *Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	2-BOL	A. Benedetti
	1-PAV	G.M. Calvi e T. Sullivan

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

I metodi agli spostamenti sono stati ben sviluppati (vedi Priestley et al. 2007) per la progettazione ed un numero modesto di riferimenti in letteratura ne illustrano il metodo modificato per la valutazione, ma necessitano di una più completa verifica, particolarmente per le tipologie di edifici in C.A. esistenti in Italia. La sfida per la valutazione agli spostamenti consiste nel semplificare i metodi di valutazione, visto che l'identificazione di un esatto meccanismo richiede tempi lunghi e potenzialmente non altererebbe la previsione/stima del danno globale significativamente ottenuto da una meccanismo approssimativo. Un utile riferimento bibliografico per la valutazione di meccanismi per le strutture in un C.A. può essere trovato in Manfredi et al (2007). Inoltre, vi sono un certo numero di prove su tavola vibrante di strutture esistenti che dovrebbero essere disponibili per un eventuale confronto con un nuovo approccio di valutazione agli spostamenti.

Calvi G.M. and Sullivan. T.J. Editors (2009) "A model code for the Displacement-Based Seismic Design of Structures, DBD09 – Draft Issued for Public Enquiry ", IUSS Press, 80pages.
G. Manfredi, A. Masi, R. Pinho, G. Verderame, M. Vona (2007) "Valutazione degli edifici esistenti in Cemento Armato" IUSS Press, Pavia, Italy.
Priestley M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky M.J. (2007) Direct Displacement-Based Seismic Design, IUSS Press, Pavia, 720pages.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Nel task si svilupperanno metodi di valutazione agli spostamenti per le strutture in C.A. e la ricerca avrà come obbiettivo l'applicazione a casi caratteristici del patrimonio italiano. Per le strutture a telaio, particolare attenzione dovrà essere riservata a problemi connessi alle costruzioni progettate e costruite solo per resistere carichi non-sismici: problemi dei giunti senza staffe, l'uso di barre lisce, la sovrapposizione di barre longitudinali nelle zone di cerniere plastiche ed inadeguato confinamento di queste zone. Inoltre, l'effetto della tamponatura sul comportamento delle strutture intelaiate in C.A. verrà studiato in modo da permettere l'applicazione del metodo a questa comune tipologia di struttura. Per strutture a parete, particolare attenzione dovrà essere riservata a problemi connessi all'interazione nel campo non-lineare fra i telai e pareti, il comportamento plastico delle pareti con diversi rapporti di altezza diviso lunghezza, mancanza di confinamento nelle pareti, effetti 3D, e costruzioni progettate e costruite solo per resistere carichi non-sismici. Inoltre, l'effetto della tamponatura sul comportamento delle strutture miste in C.A. verrà studiato in modo da permettere l'applicazione del metodo a questa comune tipologia di struttura. Gli obbiettivi saranno di identificare (i) metodi veloce per la identificazione dei tipici meccanismi di collasso per le strutture esistente in C.A., (ii) livelli di deformazione che sono critici per diversi stati limiti delle strutture esistente in C.A., (iii) espressioni per lo smorzamento equivalente adatto per la valutazione di strutture esistente in C.A. che considerino i diversi meccanismi plastici e (iv) casi studio di valutazione che possono servire come esempi di applicazione del metodo agli spostamenti.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Selezione dei casi studio.*
2. *Identificazione dei tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione per diversi stati limite, e forme istereticche per strutture a telaio in C.A.*
3. *Interazione con UR4-GEN ed il gruppo muratura (Task 2.4) per la definizione dei criteri di verifica di*

pannelli murari inclusi all'interno di strutture di c.a.

4. *Valutazione dei casi studio secondo approcci tradizionali basati alle forze.*
5. *Valutazione dei casi studio secondo approcci basati agli spostamenti*
6. *Analisi non lineari dinamiche dei casi studio, oppure confronto con risultati sperimentali ottenuti da prove su una tavola vibrante, in modo da valutare la validità dei metodi di valutazione.*
7. *Individuazione e discussione di aspetti problematici*
8. *Miglioramenti specifici dell'approccio agli spostamenti in collaborazione con membri di Task 2.1.*
9. *Ripetizione delle valutazioni utilizzando il metodo agli spostamenti raffinato e confronto con la previsione reale.*
10. *Redazione di linee guida specifiche per la valutazione agli spostamenti per le strutture a telaio in C.A.*

Attività sperimentale prevista:

Non si prevede prove sperimentali per Linea 2 del progetto. Nonostante questo, è proposto che risultati ottenuti da precedenti prove sperimentali eseguite mediante una tavola vibrante potrebbero essere utilizzati per valutare i metodi agli spostamenti, in aggiunta ad analisi non-lineari dinamiche.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1. Identificazione di tipici casi studio di edifici a telaio in C.A. *2. Identificazione di tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione e forme isteretiche per la tipologia di struttura considerata.*	*3 Applicazione del metodo alle forze a diversi casi studio.* *4. Applicazione del metodo agli spostamenti a diversi casi studi.*	*5 Verifiche dei metodi di valutazione tramite riferimento a prove eseguite mediante una tavola vibrante ed analisi non-lineari dinamiche.* *6 Miglioramento del metodo agli spostamenti e definizione di regole per la valutazione agli spostamenti.*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. Definizione di limiti di deformazione per le strutture esistenti in C.A..	*2-BOL & 1-PAV*
	2. Espressioni per lo smorzamento equivalente per le strutture esistenti in C.A..	*2-BOL & 1-PAV*
	3. Linee guida per la valutazione di strutture a telaio in C.A.	*2-BOL & 1-PAV*

Task 1.2.3 – Strutture Pre-fabbricate in c.a.

Area Tematica	*AT-1 Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito*	
Linea	*1.2. Sviluppo di approcci agli spostamenti per la valutazione della vulnerabilità*	
Task	***1.2.3 Strutture Pre-Fabbricate in C.A.***	
Coordinatore del task	*Paolo Riva – Dipartimento di Progettazione e Tecnologie Università degli Studi di Bergamo* *Gian Michele Calvi – Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia* Timothy Sullivan – *Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	3-BERG	Paolo Riva

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

Ci sono stati degli sviluppi notevoli per la progettazione agli spostamenti di strutture pre-fabbricate negli ultimi anni, come dimostrato dal lavoro di Priestley et al. (1999), Stanton et al. (2002), e Belleri & Riva (2008). Nonostante questo, il tema di ricerca sulla valutazione di strutture prefabricate in C.A. non ha avuto notevoli sviluppi. In Italia, c'è bisogno di sviluppare degli efficaci metodi di valutazione sismica in grado di identificare la vulnerabilità di capannoni e di altre strutture pre-fabbricate tradizionali. Di particolare importanza sarà la considerazione del comportamento dei giunti, come indicato da Belleri & Riva (2008) in aggiunta al comportamento di elementi non-strutturali connessi agli edifici pre-fabbricati. Il metodo di valutazione agli spostamenti proposto nel libro di Priestley et al. (2007) offre quindi un'ottima opportunità di identificare e migliorare le nostre capacità di identificare la vulnerabilità sismica di strutture pre-fabbricate.

Belleri A., Riva P. (2008). "Seismic Behaviour Of Grouted Sleeve Precast Column To Foundation Connections: Results Applied To The Direct Displacement Based Design" 14th World Conference on Earthquake Engineering 14WCEE October 12-17, Beijing, China

Priestley M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky M.J. (2007) Direct Displacement-Based Seismic Design, IUSS Press, Pavia, 720pages.

Priestles, M., Shirtharan, S., & Pampanin, S. (1999). Preliminary Results and Conclusions from the PRESS five-story Precast Concrete Test Building. PCI Journal, Special Report .

Stanton, J. et al. (2002). Design Guidelines for Precast Concrete Seismic Structural Systems. Seattle: PRESS Report No. 01

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Nel task si svilupperanno metodi di valutazione agli spostamenti per le strutture pre-fabbricate in C.A. e la ricerca avrà come obbiettivo l'applicazione a casi caratteristici del patrimonio italiano. Particolare attenzione dovrà essere riservata a problemi associati alle connessioni, ai dettagli costruttivi utilizzati storicamente per le strutture pre-fabbricate e agli elementi non-strutturali caratteristici di strutture tradizionali. Gli obbiettivi saranno di identificare (i) tipici meccanismi di collasso per le strutture pre-fabbricate, (ii) livelli di deformazione che sono critici per diversi stati limiti delle strutture pre-fabbricate, (iii) espressioni per lo smorzamento viscoso equivalente adatto per la valutazione di strutture pre-fabbricate che considerino i diversi meccanismi plastici e le diverse modalità di connessione (iv) casi studio di valutazione che possono servire come esempi di applicazione del metodo agli spostamenti.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Identificazione delle connessioni tradizionali tra elementi pre-fabbricati e valutazione della loro vulnerabilità se sottoposte a carichi sismici.*
2. *Selezione dei casi studio.*
3. *Identificazione dei tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione per diversi stati limite, e forme isteretiche per strutture pre-fabbricate in C.A.*
4. *Valutazione dei casi studio secondo approcci tradizionali basati alle forze.*
5. *Valutazione dei casi studio secondo approcci basati agli spostamenti*
6. *Analisi non lineari dinamiche dei casi studio, oppure confronto con risultati sperimentali ottenuti da prove su una tavola vibrante, in modo da valutare la validità dei metodi di valutazione.*
7. *Individuazione e discussione di aspetti problematici*
8. *Miglioramenti specifici dell'approccio agli spostamenti in collaborazione con membri di Task 2.1.*

9. *Ripetizione delle valutazioni utilizzando il metodo agli spostamenti raffinato e confronto con la previsione reale.*
10. *Redazione di linee guida specifiche per la valutazione agli spostamenti per le strutture pre-fabbricate in C.A.*

Attività sperimentale prevista:

Non si prevede prove sperimentali per Linea 2 del progetto. Nonostante questo, è proposto che risultati ottenuti da precedenti prove sperimentali eseguite mediante una tavola vibrante potrebbero essere utilizzati per valutare i metodi agli spostamenti, in aggiunta ad analisi non-lineari dinamiche.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1. Identificazione delle connessioni tipiche di strutture pre-fabbricate in C.A. e definizione dei casi studio. *2. Identificazione di tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione e forme isteretiche per la tipologia di struttura considerata.*	*3 Applicazione del metodo alle forze a diversi casi studio.* *4. Applicazione del metodo agli spostamenti a diversi casi studi.*	*5 Verifiche dei metodi di valutazione tramite riferimento a prove eseguite mediante una tavola vibrante ed analisi non-lineari dinamiche.* *6. Miglioramento del metodo agli spostamenti e definizione di regole per la valutazione agli spostamenti.*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. Definizione di limiti di deformazione per le strutture pre-fabbricate in C.A.	*3-BERG*
	2. Espressioni per lo smorzamento equivalente per le strutture pre-fabbricate in C.A..	*3-BERG*
	3. Linee guida per la valutazione di strutture pre-fabbricate in C.A.	*3-BERG*

Task 1.2.4 –Strutture in muratura

Area Tematica	*AT-1 Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito*	
Linea	*1.2. Sviluppo di approcci agli spostamenti per la valutazione della vulnerabilità*	
Task	***1.2.4 Strutture in Muratura***	
Coordinatore del task	*Sergio Lagomarsino – Dip. di Ingegneria delle Costruzioni, dell'Ambiente e del Territorio, Università degli Studi di Genova* *Gian Michele Calvi – Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia* Timothy Sullivan – *Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	4-GEN	S. Lagomarsino

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

La progettazione e valutazione agli spostamenti per le strutture in muratura necessita di essere sviluppata uteriormente con riferimento non solo alla valutazione della risposta globale ma anche a quella dei meccanismi locali. Esistono in letteratura degli strumenti di analisi, con differente grado di complessità e onere computazionale (riferendosi ad esempio alla formulazione di legami costitutivi non lineari da adottarsi in modelli ad elementi finiti oppure all'approccio di modellazione a telaio equivalente) per identificare i meccanismi di collasso e stimare la resistenza delle strutture in muratura (vedi, per esempio, Magenes & Calvi (1997) e Calderini et al. (2009), con riferimento all'analisi di criteri di resistenza per pannelli murari, Gambarotta & Lagomarsino (1997) e Calderini & Lagomarsino (2008) per la formulazione di legami costitutivi non lineari, Magenes & Della Fontana (1998) e Lagomarsino & Cattari (2009) per lo sviluppo di modelli di calcolo a telaio equivalente) e c'è anche del lavoro che potrebbe essere molto utile per un metodo agli spostamenti, come quello di Magenes (2000). Di particolare interesse in questa area dovrebbe essere l'identificazione delle deformazioni critiche per le strutture in muratura per diversi meccanismi di collasso. Inoltre, anche se ci sono dei preliminari metodi di progettazione agli spostamenti per le strutture in muratura, come indicato in Priestley et al. (2007) e nel codice modello agli spostamenti (Calvi & Sullivan, 2009), un ulteriore sviluppo volgerebbe ad identificare dei limiti di spostamento e delle espressioni per lo smorzamento equivalente delle murature che sono meglio calibrate con risultati sperimentali. A tal proposito, ci sono nuovi risultati ottenuti da prove mediante tavola vibrante a Pavia, ed in altre università internazionali, che potrebbero essere molto utili nell'eventuale verifica di un metodo di valutazione agli spostamenti.

Calvi G.M. and Sullivan. T.J. Editors (2009) "A model code for the Displacement-Based Seismic Design of Structures, DBD09 – Draft Issued for Public Enquiry ", IUSS Press, 80pages.

Calderini C, Cattari S, Lagomarsino S. (2009). "In-plane strength of unreinforced masonry piers". Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 38(2),

Calderini C, Lagomarsino S. (2008). "A continuum model for in-plane anisotropic inelastic behaviour of masonry". Journal of Structural Engineering – ASCE ; 134(2).

Lagomarsino S., Cattari S. (2009) "Non linear seismic analysis of masonry buildings by the equivalent frame model", *Proc. of 11th D-A-CH Conference, 10-11 September 2009, Zurich, (invited paper), Documentation SIA D 0231, ISBN 978-3-03732-021-1*

Magenes G. and Calvi G.M. (1997) "In-plane seismic response of brick-masonry walls" Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 26(11).Magenes G, Della Fontana A (1998). Simplified Non-linear Seismic Analysis of Masonry Buildings. Proc. of the British Masonry Society 1998; 8: 190-195.

Magenes, G., (2000) "A Method for Pushover Analysis in Seismic assessment of Masonry Buildings" Proceedings of the 12th World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand, CD-ROM.

Gambarotta, L., Lagomarsino, S., (1997) "Damage models for the seismic response of brick masonry shear walls. Part II: the continuum models and its applications", Earthq. Engin. and Struct. Dyn., Vol. 26, pp.441-462.

Priestley M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky M.J. (2007) Direct Displacement-Based Seismic Design, IUSS Press, Pavia, 720pages..

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Nel task si svilupperanno metodi di valutazione agli spostamenti per le strutture esistenti in muratura e la ricerca avrà come obbiettivo l'applicazione a casi caratteristici del patrimonio italiano. Attenzione sarà posta

ai metodi di analisi globale e a quelli dei meccanismi locali. Particolare attenzione dovrà essere riservata a problemi collegati alla variazione di caratteristiche della muratura utilizzata storicamente ed ai dettagli delle connessioni adottate per le strutture in muratura. Gli obbiettivi saranno di identificare (i) tipici meccanismi di collasso per le strutture in muratura, (ii) livelli di deformazione che sono critici per diversi stati limiti delle strutture in muratura, (iii) espressioni per lo smorzamento equivalente adatto per la valutazione di strutture in muratura che considerino i diversi meccanismi di collasso e (iv) casi studio di valutazione che possono servire come esempi di applicazione del metodo agli spostamenti.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Selezione dei casi studio.*
2. *Identificazione dei tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione per diversi stati limite, e forme isteretiche per strutture in muratura.*
3. *Valutazione dei casi studio secondo approcci tradizionali basati alle forze.*
4. *Valutazione dei casi studio secondo approcci basati agli spostamenti*
5. *Analisi non lineari dinamiche dei casi studio, oppure confronto con risultati sperimentali ottenuti da prove su una tavola vibrante, in modo da valutare la validità dei metodi di valutazione.*
6. *Individuazione e discussione di aspetti problematici*
7. *Miglioramenti specifici dell'approccio agli spostamenti in collaborazione con membri di Task 2.1.*
8. *Ripetizione delle valutazioni utilizzando il metodo agli spostamenti raffinato e confronto con la previsione reale.*
9. *Redazione di linee guida specifiche per la valutazione agli spostamenti per le strutture in muratura*

Attività sperimentale prevista:

Non si prevede prove sperimentali per Linea 2 del progetto. Nonostante questo, è proposto che risultati ottenuti da precedenti prove sperimentali eseguite mediante una tavola vibrante potrebbero essere utilizzati per valutare i metodi agli spostamenti, in aggiunta ad analisi non-lineari dinamiche.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1. Identificazione di tipici casi studio di edifici in muratura *2. Identificazione di tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione e forme isteretiche per la tipologia di struttura considerata.*	*3 Applicazione del metodo alle forze a diversi casi studio.* *4. Applicazione del metodo agli spostamenti a diversi casi studi.*	*5 Verifiche dei metodi di valutazione tramite riferimento a prove eseguite mediante una tavola vibrante ed analisi non-lineari dinamiche.* *6. Miglioramento del metodo agli spostamenti e definizione di regole per la valutazione agli spostamenti.*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. Definizione di limiti di deformazione per le strutture in muratura	*4-PAD*
	2. Espressioni per lo smorzamento equivalente per le strutture in muratura	*4-PAD*
	3. Linee guida per la valutazione di strutture in muratura	*4-PAD*

Task 1.2.5 –Strutture in acciaio e miste acciaio-calcestruzzo

Area Tematica	*AT-1 Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito*	
Linea	*1.2. Sviluppo di approcci agli spostamenti per la valutazione della vulnerabilità*	
Task	***1.2.5 Strutture in Acciaio e Miste Acciaio-Calcestruzzo***	
Coordinatore del task	*Gaetano Della Corte – Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II.* *Walter Salvatore – Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Pisa.* *Gian Michele Calvi – Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia* Timothy Sullivan – *Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	5-NAP	G. Della Corte
	6-PIS	W. Salvatore

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

Metodi di progettazione agli spostamenti per qualche tipologia di strutture in acciaio sono stati sviluppati negli ultimi anni da Della Corte e Mazzolani (2008) e Maley et al. (2010) insieme ad altri, ed i risultati indicano che il metodo di progettazione è molto promettente. In contrasto, non c'è stato molto sviluppo di metodi di valutazione basati agli spostamenti per le strutture in acciaio e neanche per le strutture composte acciaio-calcestruzzo. Nonostante la buona duttilità di acciaio, è risaputo che certi tipi di connessioni in acciaio possono soffrire durante i terremoti, come dimostrato durante il terremoto di Northridge negli Stati Uniti nel 1994. In aggiunta, è probabile che degli edifici in zone sismiche in Italia sono stati progettati senza considerazioni di carichi sismici e queste strutture potrebbero essere particolarmente vulnerabili. Inoltre, è risaputo che i telai in acciaio sono molto flessibili e quindi gli elementi non-strutturali indeformabili potrebbero essere danneggiati anche se la struttura stessa è ancora in una buona condizione. Un notevole numero di studi analitici e risultati sperimentali descrivono il comportamento ciclico delle strutture in acciaio e delle strutture composte acciaio-calcestruzzo, e questa informazione sarà essenziale per identificare dei limiti di deformazione e la forma isteretica necessaria per lo sviluppo di una metodologia agli spostamenti simile a quella proposta nel libro di Priestley et al. (2007) per le strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo.

Della Corte G., Mazzolani F.M. (2008). "Theoretical developments and numerical verification of a displacement-based design procedure for steel braced structures", Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, 12-17 October.

Maley T., Sullivan T.J., Della Corte G. (2010). "Development of a Displacement-Based Design Method for Steel Dual Systems with Buckling-Restrained Braces and Moment Resisting Frames", Journal of Earthquake Engineering, Accepted for Publication.

Priestley M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky M.J. (2007) Direct Displacement-Based Seismic Design, IUSS Press, Pavia, 720pages.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Nel task si svilupperanno metodi di valutazione agli spostamenti per le strutture esistenti in acciaio con delle caratteristici del patrimonio italiano. Particolare attenzione dovrà essere riservata al effetto del tipo di connessioni per le strutture in acciaio e costruzioni progettate e costruite solo per resistere carichi non-sismici. Gli obbiettivi saranno di identificare (i) tipici meccanismi di collasso per le strutture in acciaio e le conseguenze per la forma deformata della struttura, (ii) livelli di deformazione che sono critici per diversi stati limiti delle strutture in acciaio, (iii) espressioni per lo smorzamento equivalente adatto per la valutazione di strutture in acciaio che considerino i diversi meccanismi di collasso e (iv) casi studio di valutazione che possono servire come esempi di applicazione del metodo agli spostamenti.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Selezione dei casi studio.*
2. *Identificazione dei tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione per diversi stati limite, e forme isteretiche per strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo.*
3. *Valutazione dei casi studio secondo approcci tradizionali basati alle forze.*
4. *Valutazione dei casi studio secondo approcci basati agli spostamenti*

5. *Analisi non lineari dinamiche dei casi studio, oppure confronto con risultati sperimentali ottenuti da prove su una tavola vibrante, in modo da valutare la validità dei metodi di valutazione.*
6. *Individuazione e discussione di aspetti problematici*
7. *Miglioramenti specifici dell'approccio agli spostamenti in collaborazione con membri di Task 2.1.*
8. *Ripetizione delle valutazioni utilizzando il metodo agli spostamenti raffinato e confronto con la previsione reale.*
9. *Redazione di linee guida specifiche per la valutazione agli spostamenti per le strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo.*

Attività sperimentale prevista:

Non si prevede prove sperimentali per Linea 2 del progetto. Nonostante questo, è proposto che risultati ottenuti da precedenti prove sperimentali eseguite mediante una tavola vibrante potrebbero essere utilizzati per valutare i metodi agli spostamenti, in aggiunta ad analisi non-lineari dinamiche.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1. Identificazione di tipici casi studio di edifici in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo *2. Identificazione di tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione e forme isteretiche per la tipologia di struttura considerata.*	*3 Applicazione del metodo alle forze a diversi casi studio.* *4. Applicazione del metodo agli spostamenti a diversi casi studi.*	*5 Verifiche dei metodi di valutazione tramite riferimento a prove eseguite mediante una tavola vibrante ed analisi non-lineari dinamiche.* *6. Miglioramento del metodo agli spostamenti e definizione di regole per la valutazione agli spostamenti.*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. Definizione di limiti di deformazione per le strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo	*5-NAP & 6-PIS*
	2. Espressioni per lo smorzamento equivalente per le strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo	*5-NAP & 6-PIS*
	3. Linee guida per la valutazione di strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo	*5-NAP & 6-PIS*

Task 1.2.6 –Strutture in legno

Area Tematica	*AT-1 Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito*	
Linea	*1.2. Sviluppo di approcci agli spostamenti per la valutazione della vulnerabilità*	
Task	***1.2.6 Strutture in Legno***	
Coordinatore del task	*Paolo Zanon – Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Trento.* *Maurizio Piazza – Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Trento.* *Gian Michele Calvi – Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia* Timothy Sullivan – *Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	7-TREN	P. Zanon & M. Piazza

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

La progettazione agli spostamenti per le strutture in legno ha avuto un moderato sviluppo, con il lavoro di Filiatrault & Folz (2002) e più recentemente per telai in legno da Zonta et al. (2006) e Loss (2007), recentemente incorporato nel model code per la progettazione agli spostamenti (Calvi & Sullivan, 2009). Per l'Italia sarà fondamentale sviluppare i metodi di valutazione agli spostamenti per le strutture in legno, in modo da poter effettuare valutazioni sufficientemente affidabili per le strutture comunemente utilizzate, in particolare strutture ad un livello (capannoni industriali, coperture di edifici utilizzati per lo sport e tempo libero) e a più piani (edifici di civile abitazione) che sono state realizzate in legno negli ultimi decenni. Lo sviluppo di questi nuovi metodi dovrebbe fare riferimento alla metodologia proposta da Priestley et al. (2007) insieme ai risultati sperimentali nella letteratura per diverse tipologie di connessioni utilizzate per le strutture in legno.

Calvi G.M. and Sullivan. T.J. Editors (2009) "A model code for the Displacement-Based Seismic Design of Structures, DBD09 – Draft Issued for Public Enquiry ", IUSS Press, 80pages.

Filiatrault, A., Folz, B., (2002) "Performance-Based Seismic Design of Wood Framed Buildings", ASCE Journal of Structural Engineering, Vol. 128, No. 1, 39-47.

Loss, C. (2007) "Il direct displacement based design applicato a strutture di legno intelaiate:analisi numerico-probabilistica per la calibrazione di una metodologia di calcolo," Department of Civil and Mechanical Structural Systems, University of Trento

Priestley M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky M.J. (2007) Direct Displacement-Based Seismic Design, IUSS Press, Pavia, 720pages.

Zonta D., Piazza M., Zanon P. and Giuliani G. (2006), "An Application of Direct Displacement Based Design to Glulam Timber Portal-Frame Structures", Department of Civil and Mechanical Structural Systems, University of Trento.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Nel task si svilupperanno metodi di valutazione agli spostamenti per le strutture in legno caratteristiche del patrimonio italiano. Particolare attenzione dovrà essere riservata ad indagare sull'effetto della tipologia tipo di connessioni utilizzate, in particolare quando siano state progettate strutture, in legno in assenza di normativa sismica o seguendo vecchie regole. Alcune di queste strutture possono essere anche strutturalmente assai semplici, ma possono essere suscettibili di grandi affollamenti (ad es. palazzetti dello sport). Tra i principali obbiettivi da identificare: (i) tipici meccanismi di collasso per le strutture in legno e le conseguenze per la forma deformata della struttura, (ii) livelli di deformazione che si ritengono critici per i diversi stati limiti delle strutture in legno, (iii) espressioni per lo smorzamento equivalente adatto per la valutazione di strutture in legno che siano in grado di considerare i diversi meccanismi di collasso e (iv) casi studio di valutazione che possono servire come esempi di applicazione del metodo agli spostamenti.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Selezione dei casi studio.*
2. *Identificazione dei tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione per diversi stati limite, e forme isteretiche per le strutture in legno.*
3. *Valutazione dei casi studio secondo approcci tradizionali basati alle forze.*

4. *Valutazione dei casi studio secondo approcci basati agli spostamenti*
5. *Analisi non lineari dinamiche dei casi studio, oppure confronto con risultati sperimentali ottenuti da prove su una tavola vibrante, in modo da valutare la validità dei metodi di valutazione.*
6. *Individuazione e discussione di aspetti problematici*
7. *Miglioramenti specifici dell'approccio agli spostamenti in collaborazione con membri di Task 2.1.*
8. *Ripetizione delle valutazioni utilizzando il metodo agli spostamenti raffinato e confronto con la previsione reale.*
9. *Redazione di linee guida specifiche per la valutazione agli spostamenti per le strutture in legno*

Attività sperimentale prevista:

Non si prevede prove sperimentali per Linea 2 del progetto. Nonostante questo, è proposto che risultati ottenuti da precedenti prove sperimentali eseguite mediante una tavola vibrante potrebbero essere utilizzati per valutare i metodi agli spostamenti, in aggiunta ad analisi non-lineari dinamiche.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1. Identificazione di tipici casi studio di edifici in legno. *2. Identificazione di tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione e forme isteretiche per la tipologia di struttura considerata.*	*3 Applicazione del metodo alle forze a diversi casi studio.* *4. Applicazione del metodo agli spostamenti a diversi casi studi.*	*5 Verifiche dei metodi di valutazione tramite riferimento a prove eseguite mediante una tavola vibrante ed analisi non-lineari dinamiche.* *6. Miglioramento del metodo agli spostamenti e definizione di regole per la valutazione agli spostamenti.*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. *Definizione di limiti di deformazione per le strutture in legno*	*7-TREN*
	2. *Espressioni per lo smorzamento equivalente per le strutture in legno*	*7-TREN*
	3. *Linee guida per la valutazione di strutture in legno*	*7-TREN*

Task 1.2.7 – Ponti

Area Tematica	*AT-1 Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito*	
Linea	*1.2. Sviluppo di approcci agli spostamenti per la valutazione della vulnerabilità*	
Task	***1.2.7 Ponti***	
Coordinatore del task	*Donatello Cardone – Dipartimento di Strutture, Geotecnica e Geologia applicata, Università di Basilicata.* *Lorenza Petrini – Dipartimento di Meccanica Strutturale, Politecnico di Milano* *Gian Michele Calvi – Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia* Timothy Sullivan – *Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	8-BAS	D. Cardone
	10-POL	L. Petrini

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

La progettazione e valutazione agli spostamenti di ponti ha avuto un buon sviluppo negli ultimi anni con regole di progettazione nel libro di Priestley, Calvi e Kowalsky (2007) e nel codice modello (Calvi & Sullivan, 2009) e con diverse lavori sulla valutazione come quella di Petrini et al. (2009). Nonostante questo, considerando la grande varietà di ponti, che variano molto in geometria, forma strutturale e qualità di costruzione (in aggiunta a tante altre variabili) c'è ancora molto da sviluppare in modo che i metodi di valutazione agli spostamenti possano essere applicati alla casistica delle strutture del patrimonio italiano.

Calvi G.M. and Sullivan. T.J. Editors (2009) "A model code for the Displacement-Based Seismic Design of Structures, DBD09 – Draft Issued for Public Enquiry ", IUSS Press, 80pages.

Petrini L., Şadan O.B., Calvi G.M. (2009) "Proposta di una procedura agli spostamenti per la verifica di ponti esistenti", ANIDIS XIII Convegno di Ingegneria Sismica, 28 June 2009 – 2 July 2009.

Priestley M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky M.J. (2007) Direct Displacement-Based Seismic Design, IUSS Press, Pavia, 720pages.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Nel task si svilupperanno metodi di valutazione agli spostamenti per i ponti caratteristici del patrimonio italiano. In generale i ponti considerati avranno molti gradi di libertà, ovvero con impalcato continuo e significativo livello di accoppiamento tra le pile. Attenzione dovrà porsi ai problemi connessi al passaggio da multi a singolo grado di libertà per una struttura in serie anziché in parallelo. Gli obbiettivi saranno di identificare (i) tipici meccanismi di collasso per ponti tipici dell'Italia e le conseguenze per la forma deformata della struttura, (ii) livelli di deformazione che sono critici per diversi stati limiti dei ponti, (iii) espressioni per lo smorzamento equivalente adatto per la valutazione di ponti che considerino i diversi meccanismi di collasso e (iv) casi studio di valutazione che possono servire come esempi di applicazione del metodo agli spostamenti.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Selezione dei casi studio.*
2. *Identificazione dei tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione per diversi stati limite, e forme isteretiche per i ponti.*
3. *Valutazione dei casi studio secondo approcci tradizionali basati sulle forze*
4. *Valutazione dei casi studio secondo approcci basati sugli spostamenti*
5. *Analisi non lineari dinamiche dei casi studio, al fine di valutare la validità del metodo di valutazione messo a punto*
6. *Individuazione e discussione di aspetti problematici*
7. *Miglioramenti specifici dell'approccio agli spostamenti proposto*
8. *Ripetizione delle valutazioni utilizzando il metodo agli spostamenti raffinato e confronto con la previsione 'reale'*
9. *Valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico di ponti esistenti attraverso il metodo messo a punto*
10. *Redazione di linee guida specifiche per la valutazione agli spostamenti per i ponti.*

<table>
<tr><td colspan="4">Attività sperimentale prevista:
Non si prevede prove sperimentali per Linea 2 del progetto. Nonostante questo, è proposto che risultati ottenuti da precedenti prove sperimentali eseguite mediante una tavola vibrante potrebbero essere utilizzati per valutare i metodi agli spostamenti, in aggiunta ad analisi non-lineari dinamiche.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Milestones</td><td>Mese 12</td><td>Mese 24</td><td>Mese 36</td></tr>
<tr><td>1. Identificazione di tipici casi studio di ponti.
2. Identificazione di tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione e forme isteretiche per gli elementi strutturali critici dei ponti.</td><td>3 Applicazione del metodo alle forze a diversi casi studio.
4. Applicazione del metodo agli spostamenti a diversi casi studio.</td><td>5 Verifiche dei metodi di valutazione tramite analisi non-lineari dinamiche.
6. Miglioramento del metodo agli spostamenti e definizione di regole e criteri per la valutazione agli spostamenti.
7. Applicazione del metodo per la valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico di ponti esistenti</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti che saranno disponibili a fine progetto</td><td colspan="2">Deliverable</td><td>UR responsabile</td></tr>
<tr><td colspan="2">1. Definizione di limiti di deformazione per gli elementi strutturali critici dei ponti</td><td>8-BAS & 10-POL</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. Espressioni per lo smorzamento equivalente specifiche per i ponti</td><td>8-BAS & 10-POL</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. Linee guida per la valutazione di ponti</td><td>8-BAS & 10-POL</td></tr>
</table>

Task 1.2.8 – Strutture di sostegno

Area Tematica	*AT-1 Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito*	
Linea	*1.2. Sviluppo di approcci agli spostamenti per la valutazione della vulnerabilità*	
Task	***1.2.8 Strutture di Sostegno***	
Coordinatore del task	*Vincenzo Pane – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università degli Studi di Perugia.* *Gian Michele Calvi – Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia* Timothy Sullivan – *Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	9-PER	V. Pane

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

Recentemente, nell'ambito del progetto Reluis 2005-2008, un forte impulso è stato dato allo sviluppo di metodi di calcolo agli spostamenti finalizzati al progetto e dimensionamento di strutture di sostegno (muri e paratie) in presenza di sisma. Il tema è particolarmente rilevante se si tiene conto del largo impiego di queste opere in ambiente urbano. In linea con la metodologia generale del metodo di calcolo agli spostamenti DBD (Priestley, Calvi e Kowalsky, 2007), l'impiego del suddetto metodo per le strutture di sostegno consente di valutare la distribuzione delle spinte sismiche agenti sull'opera - attraverso passi di calcolo consecutivi - direttamente dagli spettri di risposta in accelerazione e spostamento; i regimi di spinta risultano inoltre direttamente correlati alle capacità dissipative del sistema equivalente terreno-struttura. I principali risultati della ricerca sono contenuti, ad esempio, nei lavori elencati di seguito.

Cecconi M., Pane V., Vecchietti S., (2009). "Il metodo DDBD per la valutazione delle spinte sismiche sulle strutture di sostegno", Progettazione sismica, n.2, 67-82.

Calvi G.M., Pane V., Paolucci R. (2008). "Displacement Based Seismic Design of geotechnical structures", Opere geotecniche in condizioni sismiche. XII ciclo di conferenze di Meccanica e Ingegneria delle Rocce, Torino, 2-3 dicembre 2008.

Cecconi M., Pane V., Vecchietti S., (2008). "The DDBD method in the a-seismic design of anchored diaphragm walls", MERCEA08, Int. Conf. on Seismic Engineering, AIP Conference Proceedings, Santini and Moraci Editors, Reggio Calabria 8-11 July, 695-702.

Cecconi M., Vecchietti S., Pane V., (2007). "The DDBD Method in the design of cantilever diaphragm walls", Ottawa 2007, 60th Canadian Geotechnical Conference & 8th Joint CGS/IAH-CNC Groundwater Conference -The Diamond Jubilee, Ottawa, Canada, ottobre 2007, 912-919.

Pane V., Cecconi M., Vecchietti S., (2007). "Il Metodo DDBD per il progetto agli spostamenti di strutture di sostegno", XII Convegno Nazionale di Ingegneria Sismica, Pisa, 10-14 giugno 2007, su CD rom.

Priestley M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky M.J. (2007) Direct Displacement-Based Seismic Design, IUSS Press, Pavia, 720pages.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Sulla scorta dei risultati ottenuti dalla precedente attività di ricerca condotta nell'ambito del progetto Reluis 2005-2008, lo studio verrà ulteriormente approfondito e sviluppato. Particolare attenzione dovrà essere riservata alla definizione delle caratteristiche della "substitute structure", dei profili di spostamento e dello smorzamento equivalente. Tra gli obiettivi di questo progetto si riconosce la necessità di i) definire i tipici meccanismi di collasso per le strutture di sostegno e le conseguenze per la deformata della struttura; ii) definire i livelli di deformazione critici per diverse tipologie di strutture di sostegno, nei confronti di possibili stati limite; iii) valutare e generalizzare le espressioni che definiscono lo smorzamento equivalente del sistema terreno/struttura, in funzione della tipologia dell'opera stessa e del terreno; iv) esaminare possibili casi studio al fine di validare l'applicazione del metodo agli spostamenti.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Selezione dei casi studio.*
2. *Identificazione dei tipici meccanismi di collasso, livelli critici di deformazione per diversi stati limite, e forme isteretiche per strutture di sostegno.*
3. *Valutazione dei casi studio secondo approcci tradizionali basati sulle forze.*
4. *Valutazione dei casi studio secondo approcci basati sugli spostamenti*

5. *Analisi dinamiche non lineari dei casi studio, e/o confronto con risultati sperimentali ottenuti da prove su tavola vibrante, in modo da valutare la validità dei metodi.*
6. *Individuazione e discussione di aspetti problematici*
7. *Miglioramento e affinamento dell'approccio agli spostamenti (in collaborazione con membri di Task 2.1) ed eventuale ripetizione delle analisi.*
8. *Redazione di linee guida specifiche per la valutazione della vulnerabilità delle strutture di sostegno con il metodo agli spostamenti.*

Attività sperimentale prevista:

Non si prevedono prove sperimentali per la Linea 2 del progetto. Ciononostante i risultati ottenuti da precedenti prove sperimentali possono essere utilmente utilizzati per valutare i risultati della ricerca.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1. Selezione di tipici casi studio per le strutture di sostegno. *2. Identificazione di tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione e forme isteretiche per la tipologia di struttura considerata.*	*3. Applicazione del metodo alle forze ai diversi casi studio.* *4. Applicazione del metodo agli spostamenti ai diversi casi studio.*	*5. Verifiche del metodo di calcolo mediante l'impiego di analisi numeriche non lineari e/o attraverso l'interpretazione di risultati di prove sperimentali con tavola vibrante* *6. Affinamento del metodo agli spostamenti e redazione di linee guida per la valutazione della vulnerabilità.*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. Definizione di limiti di deformazione per le strutture di sostegno.	*9-PER*
	2. Espressioni per lo smorzamento equivalente per le strutture di sostegno.	*9-PER*
	3. Linee guida per la valutazione della vulnerabilità di strutture di sostegno.	*9-PER*

Task 1.2.9 – Fondazioni ed interazione terreno-struttura

Area Tematica	*AT-1 Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito*	
Linea	*1.2. Sviluppo di approcci agli spostamenti per la valutazione della vulnerabilità*	
Task	***1.2.9 Fondazioni ed Interazione Terreno-Struttura***	
Coordinatore del task	*Roberto Paolucci, Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIS), Politecnico di Milano.* *Gian Michele Calvi – Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia* Timothy Sullivan – *Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università degli Studi di Pavia*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	10-POL	R. Paolucci

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

Negli ultimi anni sta diventando sempre più evidente che è importante considerare e valutare direttamente gli effetti delle fondazioni sul comportamento di una struttura. Di conseguenza, Priestley et al. (2007) e Paolucci et al. (2009) hanno sviluppato delle metodologie per considerare l'interazione terreno-struttura come parte di una procedura agli-spostamenti. Il più sviluppato metodo di Paolucci et al. (2009) è proposto per le fondazioni superficiali su subbia, e chiaramente c'è bisogno di sviluppare questi metodi per altri tipi di terreno e per le fondazioni profonde. Il metodo di valutazione agli spostamenti che considera l'interazione non-lineare terreno-struttura potrebbe essere particolarmente utile per i ponti, e per questo motivo è prevista una stretta collaborazione di questo task con il task 2.8.

Paolucci R., C. di Prisco, R. Figini, L. Petrini, M. Vecchiotti (2009) "Interazione dinamica non-lineare terreno-struttura nell'ambito della progettazione sismica agli spostamenti" Progettazione Sismica, 1(2), Italy.

Priestley M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky M.J. (2007) Direct Displacement-Based Seismic Design, IUSS Press, Pavia, 720pages.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Nel task si svilupperanno informazioni necessarie per la valutazione agli spostamenti con considerazione di interazione terreno-struttura. In particolare, la variazione di rigidezza e smorzamento equivalente di sistemi di fondazioni caratteristici del patrimonio italiano ed in diversi tipi di terreno saranno studiate. Gli obbiettivi saranno di identificare: (i) livelli di deformazione che sono critici per diversi stati limiti delle fondazioni, (ii) espressioni per la rigidezza e lo smorzamento equivalente in funzione alle deformazioni delle fondazioni, (iii) identificazione di casi in cui l'interazione terreno-struttura sarà critica per la valutazione sismica, e (iv) casi studio di valutazione con considerazione di interazione terreno-struttura che possono servire come esempi di applicazione del metodo agli spostamenti.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Identificazione dei tipi di fondazioni tipici del patrimonio italiano, e selezione dei casi studio.*
2. *Identificazione delle curve di rigidezza e smorzamento equivalente delle fondazioni tipiche.*
3. *Valutazione dei casi studio con e senza interazione terreno-struttura secondo approcci tradizionali basati alle forze.*
4. *Valutazione dei casi studio con e senza interazione terreno-struttura secondo approcci basati agli spostamenti*
5. *Implementazione di modelli non-lineari di fondazioni superficiali in un codice numerico agli elementi finiti*
6. *Analisi non lineari dinamiche dei casi studio, supportate dal confronto con risultati sperimentali ottenuti da prove di laboratorio su tavola vibrante o in centrifuga sismica, in modo da valutare la validità dei metodi di valutazione.*
7. *Individuazione e discussione di aspetti problematici con miglioramenti specifici per l'interazione terreno-struttura per l'approccio agli spostamenti.*
8. *Ripetizione delle valutazioni utilizzando il metodo agli spostamenti raffinato e confronto con la previsione reale.*
9. *Identificazione di situazioni tipiche in cui l'interazione non-lineare terreno-struttura gioca un ruolo rilevante nella valutazione sismica.*
10. *Redazione di linee guida specifiche per la considerazione dell'interazione terreno-struttura tramite il*

metodo agli spostamenti.

Attività sperimentale prevista:

Non si prevedono prove sperimentali per la Linea 2 del progetto. Nonostante questo, si farà largo uso di risultati ottenuti da precedenti prove sperimentali, essenziali per la calibrazione dei modelli di calcolo mediante analisi dinamiche non lineari e per un'adeguata valutazione della loro applicazione ai metodi agli spostamenti..

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1. Identificazione di fondazioni tipiche utilizzate in Italia e dei casi studio rappresentativi. *2. Identificazione dei limiti di deformazione e forme isteretiche per i diversi sistemi di fondazioni identificati.* *3. Implementazione modello non-lineare per fondazioni superficiali in codice ad elementi finiti*	*4. Applicazione del metodo alle forze a diversi casi studio.* *5. Applicazione del metodo agli spostamenti a diversi casi studio.* *6. Formulazione modello di calcolo per fondazioni profonde.*	*7. Verifiche dei metodi di valutazione con riferimento a prove sperimentali oppure analisi non-lineari dinamiche.* *8. Miglioramento del modo di considerare l'interazione terreno-struttura nel metodo agli spostamenti e definizione delle linee guida.*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. Definizione di limiti di deformazione per fondazioni tipiche del patrimonio italiano.	*10-POL*
	2. Espressioni per lo smorzamento equivalente e per la rigidezza di fondazioni in funzione della deformazione imposta.	*10-POL*
	3. Linee guida specifiche per la considerazione dell'interazione terreno-struttura tramite il metodo agli spostamenti.	*10-POL*

AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica

Linea 2.1 Aspetti nella progettazione sismica delle nuove costruzioni

Task 2.1.1 - Strutture in cemento armato

Area Tematica	**AT-2 - Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica**	
Linea	**Linea 2.1 - Aspetti nella progettazione sismica delle nuove costruzioni**	
Task	**Task 2.1.1 - Strutture in cemento armato (nuove)**	
Coordinatore del task	Gaetano Manfredi – Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNINA-DIST	GAETANO MANFREDI
	UR – UNICH	ENRICO SPACONE
	UR – UNIBO- DICAM	TOMASO TROMBETTI
	UR – UNIBO- DICAM	CLAUDIO MAZZOTTI
	UR – UNIUD-DICA	GAETANO RUSSO

Stato Delle Conoscenze All'inizio Del Progetto E Bibliografia Essenziale:

Iervolino I. Verderame G.M., De Luca F., Elefante L., Confronto Della Prestazione Sismica Di Strutture Esistenti E Di Nuova Progettazione, Atti Del 17°Congresso CTE, Roma 5-7 No vembre, 2008.

G. Manfredi, G.M. Verderame and G.P. Lignola, A F.E.M. Model For The Evaluation Of The Seismic Behavior Of Internal Joints In Reinforced Concrete Frames, The 14 World Conference on Earthquake Engineering October 12-17, 2008, Beijing, China

F. De Luca, P. Ricci, G.M. Verderame, G. Manfredi, "Interazione Locale E Globale Tra Tamponature E Strutture In C.A.: Gli Edifici Di Pettino A L'aquila, Un Caso Studio", Atti Del XIII Convegno Anidis "L'ingegneria Sismica In Italia", Bologna 28 Giugno-2 Luglio, 2009.

De Luca F., Elefante L., Iervolino I., Verderame G.M., Strutture esistenti e di nuova progettazione: comportamento sismico a Confronto, Atti Del XIII Convegno Anidis "L'ingegneria Sismica In Italia", Bologna 28 Giugno-2 Luglio, 2009.

Masi A., Santarsiero G., De Carlo G., Lignola G.P., Verderame G.M., Test Ciclici Su Nodi Esterni Trave-Colonna In C.A.: Confronto Tra Risultati Sperimentali e Simulazioni Numeriche, The state of Earthquake Engineering Research in Italy: the RELUIS-DPC 2005-2008 Project, Napoli, aprile 2009.

Masi A., Santarsiero G., Verderame G.M., Russo G., Martinelli E., Pauletta M., Cortesia A., Capacity models of beam-column joint: Provisions of European and Italian seismic codes and possible improvements, Eurocode 8 Perspectives From The Italian Standpoint Workshop, Editor Edoardo Cosenza, 2009, ISBN 978-88-89972-16-8

Verderame G.M., Iervolino I., Manfredi G., Elastic period of sub-standard reinforced concrete moment resisting frame buildings, Bulletin of Earthquake Engineering, (2010) 8:955–972

Ricci P., Verderame G.M., Manfredi G. (2010), Analytical investigation of elastic period of infilled RC buildings, Earthquake Engineering

Verderame G.M., De Luca F., Ricci P., Manfredi G. (2010), Preliminary analysis of a soft storey mechanism after 2009 L'Aquila earthquake, Earthquake Engineering and Structural Dynamics

Ricci P., De Luca F., Verderame G.M. (2010 6th april 2009 L'Aquila earthquake, Italy: reinforced concrete buildings performances, Bulletin of Earthquake Engineering

Cantagallo, C., Camata, G., Spacone, E., Corotis, R. (2010). "Variability of Deformation Demand with Ground Motion Intensity." 6th Computational Stochastic Mechanics Conference, Crete, June, 10 pages.

Bayrak O., Bentz E., Foster S., Monti G., Spacone E. (2008). "Chapter 4: Analysis and Design of Frame Structures Using Non-Linear Models". In: Practitioners' guide to finite element modelling of reinforced concrete structures. 344 pp., fib Bulletin No. 45. Lausanne, Switzerland. ISBN: 978-2-88394-085-7

Spacone E., Camata G., Faggella M. (2008). "Nonlinear Models and Nonlinear Procedures for Seismic Analysis of Reinforced Concrete Frame Structures." In: Charmpis D.C., Papadrakakis M., Lagaros N.D., Tsompanakis Y. Computational Structural Dynamics and Earthquake Engineering. Taylor and Francis, the Netherlands. ISBN: 9780415452618.

Faggella, M., Spacone, E., Conte, J.P. and Restrepo (2007). "Nonlinear Analysis for Seismic Vulnerability Assessment: the Case Study of an Existing RC Building." ANIDIS (Italian Conference on Earthquake Engineering), Pisa, June, 11 pages.

Ceccoli C., Grasso E., Savoia M., "Analisi di affidabilità di setti presso inflessi in calcestruzzo in presenza di imperfezioni", Atti X Convegno CTE, Milano, 1994.

Ceccoli C., Mazzotti C., Savoia M., Dallavalle G., Perazzini G:, Tommassoni F., "Indagini sperimentali su una tipologia di pannelli in c.a. alleggeriti gettati in opera" Atti del XIV Congresso CTE, Mantova 7-9, Novembre 2002.

Tomaso Trombetti, Stefano Silvestri, Giada Gasparini, Ilaria Ricci, (2010). "Results of pseudo-static tests with cyclic horizontal load on concrete/polystyrene sandwich bearing panels without openings", Atti del Convegno Sustainable Development Strategies for Construction in Europe and China. Roma, 19-20 Aprile 2010.

Tomaso Trombetti, Stefano Silvestri, Giada Gasparini, Ilaria Ricci, (2010). "Results of pseudo-static tests with cyclic horizontal load on H shaped substructure composed of concrete/polystyrene sandwich bearing panels without openings", Atti del Convegno Sustainable Development Strategies for Construction in Europe and China. Roma, 19-20 Aprile 2010.

Tomaso Trombetti, Stefano Silvestri, Giada Gasparini, Ilaria Ricci, (2010). "Correlations Between the Experimental Results of Pseudo-Static Tests with Cyclic Horizontal Load on Concrete/Polystyrene Sandwich Bearing Panels and their analytical counterparts", Atti del Convegno Sustainable Development Strategies for Construction in Europe and China. Roma, 19-20 Aprile 2010.

Ceccoli C., Mazzotti C., Savoia M., Vincenzi L., Ferrari M. "Comportamento dei nodi del sistema di prefabbricazione APE", Industrie della Prefabbricazione, 2007, 13, 14-26.

C. Ceccoli, M. Savoia, C. Mazzotti, B. Ferracuti, M. Ferrari. "Prove di pull-out su un sistema di ancoraggio per strutture prefabbricate". Atti del 16°congresso CTE. Parma, It aly. 9-11 Novembre 2006.

Bottoni M., Mazzotti C., Savoia M. "Prove sperimentali a lungo termine su una trave prefabbricata realizzata in due fasi", 17° Congresso C.T.E., Roma, Novembre 2008, 1, 223-232.

Russo G., Pauletta M., Mitri D. (2009). Solution for bond distribution in asymmetric R.C. structural members. ENGINEERING STRUCTURES, vol. 31; p. 633-641, ISSN: 0141-0296, doi: 10.1016/j.engstruct.2008.11.003

Russo G., Pauletta M. (2008). Comportamento di Nodi Trave-Pilastro Esterni Rinforzati. In: Cosenza E., Manfredi G., Monti G.. Valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di edifici esistenti in cemento armato. p. 561-568, Monza (MI): Polimetrica International Scientific Publisher, ISBN/ISSN: 978-88-7699-129-5.

Russo G., Pauletta M., Nardi E. (2007). Indagine Sperimentale su Nodi Esterni Trave-Pilastro Armati con Barre Lisce,. In: XII Convegno "L'ingegneria Sismica in Italia". Pisa (Italy), 10-14 Giugno 2007, PISA: Edizioni Plus - Pisa University Press, p. 8, ISBN/ISSN: 978-88-8492-458-2.

Russo G., Pauletta M. (2006). A Simple Method for Evaluating the Maximum Slip of Anchorages. MATERIALS AND STRUCTURES, vol. 39; p. 533-546, ISSN: 1359-5997.

Russo G., Venir R., Pauletta M., Somma G. (2006). Reinforced concrete corbels-Shear strength model and design formula. ACI STRUCTURAL JOURNAL, vol. 103, No.1; p. 3-10, ISSN: 0889-3241.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

UNINA

Si prevedono prevalentemente studi di carattere analitico il cui scopo è quello di inquadrare e comprendere i diversi aspetti teorici, sviluppare proposte normative che chiariscano, semplifichino ed eventualmente integrino le attuali norme. In particolare lo studio si articolerà su:

- *Influenza della tamponatura sul comportamento strutturale: aspetti progettuali e di modellazione*
- *La gerarchia della resistenze di edifici in c..a nuovi ed esistenti: applicabilità della metodologia e proposta indicazioni normative*

Parallelamente, l'indagine sperimentale dei nodi trave-colonna risulta prioritaria visto il ruolo di tali sub-elementi nella risposta sismica di edifici sia di nuova progettazione che esistenti. Pertanto si intende:

- *Progettare nodi esterni trave-pilastro secondo il D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".*
- *Effettuare delle prove su nodi sotto l'azione di carichi ciclici con inversione.*
- *Comparare tali risultati con quelli ottenuti da nodi progettati secondo normative precedenti a quella attualmente in vigore.*

UNICH

Si prevedono principalmente studi di carattere analitico-progettuale il cui scopo è, oltre a quello di inquadrare e comprendere i diversi aspetti teorici, sviluppare proposte normative che chiariscano e/o semplifichino le attuali norme. Insieme ad altre unità verrà inoltre redatto un documento sulle analisi nonlineari delle strutture (pushover e nonlineare dinamica).

- *Influenza della tamponatura sul comportamento strutturale: aspetti progettuali e di modellazione*
- *Analisi dinamica nonlineare: criteri per la selezione di numero e tipo di accelerogrammi.*
- *Influenza dell'interazione suolo-struttura sul comportamento sismico degli edifici: modellazione semplificata ai fini dello sviluppo di indicazioni normative*
- *La gerarchia della resistenze nell'isolamento sismico di edifici in ca nuovi ed esistenti: applicabilità della metodologia e proposta indicazioni normative*

UNIBO (TROMBETTI)

Studio e verifica delle prestazioni sismiche offerte da sistemi strutturali composti da pareti tozze gettate in opera (i.e. "structural systems composed of cast in situ squat concrete walls"). Tali sistemi strutturali sono stati

ampiamente impiegati per la realizzazione di costruzioni in zona non sismica e sono stati particolarmente apprezzati per (i) i bassi costi di costruzione, (ii) i tempi di realizzazione contenuti, (iii) la grande flessibilità costruttiva e (iv) le elevate prestazioni termoacustiche.
Sviluppo e messa a punto di metodi semplificati per la progettazione in zona sismica di sistemi strutturali composti da pareti tozze gettate in opera

UNBO (MAZZOTTI)
Comportamento meccanico di sistemi costruttivi prefabbricati completati in opera soggetti ad azioni cicliche. Indagini sperimentali e modellazione numerica del comportamento ciclico di tali strutture, con particolare riferimento ai collegamenti tra elementi strutturali in c.c.a. Lo studio si focalizzerà soprattutto sui nodi trave-pilastro e sul collegamento del pilastro prefabbricato in fondazione.

- *Nodo trave-pilastro: indagini sperimentali su nodi a tre vie e a quattro vie con diverse filosofie di ancoraggio delle barre nel nodo; modellazione numerica del comportamento del pannello di nodo e verifica delle indicazioni normative relative agli ancoraggi delle barre in tali parti strutturali; valutazione del meccanismo di crisi e influenza del getto di completamento.*
- *Collegamento in fondazione: indagini sperimentali su barre ancorate in fondazione successivamente al getto e su pilastri prefabbricati presso-inflessi ancorati alla base mediante lo stesso sistema; modellazione numerica del meccanismo di aderenza e valutazione della localizzazione della cerniera plastica alla base del pilastro.*

UNIUD
Progettazione di due nodi esterni trave-pilastro secondo il D.M. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni”.
Prova dei due nodi sotto l’azione di carichi ciclici con inversione, presso il Laboratorio Prove Materiali e Strutture dell’Università di Udine. Valutazione dei risultati delle prove sperimentali e confronto tra tali risultati e quelli ottenuti dai i nodi progettati secondo normative precedenti a quella attualmente in vigore.
Determinazione di espressioni analitiche della resistenza dei nodi basate sul fenomeno dell’aderenza delle barre d’armatura.

Attività sperimentale prevista:

UNINA
Indagine sperimentale di nodi trave-colonna

UNIBO (MAZZOTTI)
Nodo trave-pilastro: indagini sperimentali su nodi a tre vie e a quattro vie con diverse filosofie di ancoraggio delle barre nel nodo.
Collegamento in fondazione: indagini sperimentali su barre ancorate in fondazione successivamente al getto e su pilastri prefabbricati presso-inflessi ancorati alla base mediante lo stesso sistema.

UNIUD
Comportamento sotto azione sismica di nodi esterni trave-pilastro progettati con le NTC 2008.

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. *Report sulle analisi condotte (influenza tamponature e gerarchia delle resistenze)*	*UNINA*
	2. *Rapporto di prova relativo alla sperimentazione condotta sui nodi trave-colonna*	*UNINA*
	3. *Documento analisi nonlineari (strutture esistenti)*	*UNICH*
	4. *Modellazione tamponature per analisi lineari e nonlineari*	*UNICH*
	5. *Criteri di modellazione interazione suolo-*	*UNICH*

	struttura	
	6. *Verifica delle prestazioni sismiche offerte da sistemi strutturali composti da pareti tozze gettate in opera.*	*UNIBO (TROMBETTI)*
	7. *Sviluppo e messa a punto di metodi semplificati per la progettazione in zona sismica di sistemi strutturali composti da pareti tozze gettate in opera*	*UNIBO (TROMBETTI)*
	8. *Report sui risultati delle prove svolte*	*UNIBO (MAZZOTTI)*
	9. *Criteri di progetto dell'ancoraggio delle barre di sistemi prefabbricati completati in opera*	*UNIBO (MAZZOTTI)*
	10. *Rapporto di prova sul comportamento sotto azione sismica di nodi esterni trave-pilastro progettati con le NTC 2008.*	*UNIUD*

TASK 2.1.2 - Strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo

Area Tematica	*AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	
Linea	*2.1. Aspetti nella progettazione sismica delle nuove costruzioni*	
Task	***2.1.2 Strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo***	
Coordinatori del task	*Federico Mazzolani– Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Università degli Studi di Napoli Federico II* *Raffaele Landolfo – Dipartimento di costruzioni e metodi matematici in architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II* *Riccardo Zandonini – Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale. Università degli studi di Trento*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNINA-ING	Federico Mazzolani
	UNITN	Riccardo Zandonini
	UNINA-ARCH	Raffaele Landolfo
	UNISA	Vincenzo Piluso
	UNISANNIO	Marisa Pecce
	UNICH	Gianfranco De Matteis
	UNITS	Claudio Amadio
	UNINA2	Alberto Mandara
	POLIMA	Luigino Dezi
	UNIPI	Walter Salvatore

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

La progettazione strutturale in zona sismica è un tema in rapida e continua evoluzione. Nel settore delle costruzioni in acciaio, la varietà delle possibili tipologie strutturali rappresenta una peculiarità specifica. Se da un lato tale varietà costituisce una ricchezza, perché offre al progettista svariate soluzioni progettuali, dall'altro essa rappresenta una sfida significativa per lo sviluppo di una Normativa completa ed affidabile, perché numerose e differenti sono le problematiche da affrontare e risolvere. Negli ultimi anni, la ricerca nel settore dell'Ingegneria Sismica ha prodotto numerosi risultati ed avanzamenti dello stato delle conoscenze, che integrati con i risultati specifici relativi alle strutture di acciaio consentono la manutenzione/revisione delle attuali Normative di settore. Alla luce di tali risultati, la recente Normativa italiana (NTC 08), largamente ispirata all'Eurocodice 8 (EC8), è suscettibile di importanti modifiche e/o integrazioni migliorative. Solo per fare un esempio, alcune tipologie di strutture in acciaio, di più recente concezione e sviluppo, non sono considerate né dall'EC8 né dalle NTC 08: le strutture con controventi ad instabilità impedita, le strutture con pannelli metallici a taglio, tipologie innovative di strutture con controventi tradizionali, le tipologie miste. Una descrizione più dettagliata di alcuni possibili aspetti della Normativa, da modificare o integrare con ulteriori indicazioni, è fornita nel lavoro Mazzolani et al. 2008.

Tutte le Unità di Ricerca afferenti al Task sulle strutture di acciaio e composte acciaio-calcestruzzo possiedono un apprezzabile background di conoscenze teoriche e sperimentali, necessarie per poter condurre a buon fine il progetto. Ad esempio, l'Unità di Napoli-Ingegneria negli ultimi anni ha sviluppato studi sulla risposta di strutture con controventi, sia tradizionali che innovativi, argomento di cui si è peraltro occupata anche nel precedente progetto ReLUIS. Gli studi sono stati principalmente indirizzati a nuovi sistemi di controvento, quali i controventi ad instabilità impedita, conducendo allo sviluppo di criteri per il progetto dei dispositivi e per la loro integrazione nella struttura esistente (Della Corte et al. 2009, D'Aniello et al. 2009). Sempre in tema di strutture controventate, l'Università di Trento si occuperà dell'impiego di acciai ad alta resistenza. Il loro impiego sarà investigato anche con riferimento ai telai. L'Università di Napoli-Architettura costituisce una Unità con esperienza nel settore delle costruzioni "leggere", realizzate con profili sottili cold-formed ed ha recentemente sviluppato criteri e metodi per la progettazione di strutture in acciaio con pannelli in legno OSB e/o gesso GWB (Landolfo et al. 2006, Fiorino et al. 2009). Questi criteri e metodi, opportunamente contestualizzati, potrebbero aprire la strada all'introduzione "ufficiale" di queste tipologie costruttive nella Normativa. L'Università di Salerno ha una lunga esperienza nel settore della modellazione e sperimentazione di collegamenti in acciaio soggetti ad azioni cicliche, come testimoniano i riferimenti bibliografici (Faella et al. 2000, Iannone et al. 2009). Anche in questo caso, l'attività recentemente svolta, opportunamente integrata ed elaborata, potrà essere efficacemente utilizzata per lo sviluppo di linee guida per la progettazione in zona sismica di collegamenti semirigidi e/o a parziale ripristino di resistenza, aspetto per il quale l'attuale versione della Normativa non fornisce indicazione.

L'Università del Sannio ha maturato esperienza, sia di laboratorio che numerica, nel settore delle strutture composte acciaio-calcestruzzo, con particolare riferimento alla valutazione della duttilità sismica di travi composte e al progetto dei collegamenti colonna-fondazione (Di Sarno et al. 2007, Pecce et al. 2009). L'Università di Trieste si è a lungo occupata di modellazione di nodi trave-colonna per strutture composte acciaio-calcestruzzo, ai fini della valutazione della performance sismica anche con metodologie di tipo probabilistico (Amadio 2008). In tal caso, lo stato delle conoscenze attuale consente l'analisi affidabile della risposta ciclica dei nodi trave-colonna (Amadio et al. 2007), e questo potrà costituire la base per giungere ad una proposta per il valore del fattore di struttura da affidare ai telai con nodi semirigidi e/o a parziale ripristino di resistenza. La Seconda Università di Napoli si occuperà della determinazione del fattore di struttura di telai in acciaio. In tale settore l'Unità ha già svolto attività di ricerca, nell'ambito del precedente progetto triennale ReLUIS (Ferraioli et al. 2009a e 2009b). L'Università di Chieti-Pescara si occuperà di un'altra tipologia innovativa di struttura in acciaio, quella in cui la resistenza alle azioni orizzontali del sisma è affidata a pannelli di acciaio. Anche questa tipologia non è attualmente considerata dalla Normativa, e gli studi già condotti (De Matteis et al 2003, 2007), opportunamente integrati e finalizzati, potranno condurre all'elaborazione di linee guida per la progettazione. L'Università Politecnica delle Marche ha come tema caratterizzante l'analisi strutturale di ponti con sezione composta acciaio-calcestruzzo. Sono stati condotti studi sugli effetti del ritiro, della viscosità e delle fasi costruttive sullo stato tensionale in esercizio degli impalcati (Dezi et al. 2006). Questo stato tensionale costituisce la condizione iniziale del sistema impalcato da ponte soggetto ad azione sismica. Le attuali Normative impongono che l'impalcato resti elastico in caso di sollecitazione sismica, da cui l'importanza di una corretta valutazione delle condizioni iniziali nonché delle sollecitazioni imposte dal sisma. Quest'ultime dipendono dallo schema costruttivo e dalle condizioni di vincolo. In particolare, la presenza di vincoli trasversali sulle spalle, oltre che sulle pile, può modificare sensibilmente la risposta in senso trasversale degli impalcati continui e di questo occorre tenere conto nel caso si volesse utilizzare un analisi lineare con fattore di struttura (Dall'Asta et al. 2008). L'Università di Pisa ha acquisito importanti informazioni circa la variabilità aleatoria delle proprietà meccaniche degli acciai di comune utilizzo in Italia (Badalassi et al. 2005). Tale variabilità aleatoria costituisce ovviamente una sorgente di incertezza di cui una Normativa moderna deve tenere conto per produrre regole di progettazione affidabili (Badalassi et al. 2006).

Riferimenti bibliografici essenziali

Mazzolani F.M., Landolfo R., Della Corte G. (2008), Eurocode 8 provisions for steel and steel-concrete composite structures: comments, critiques, improvement proposals and research needs. Proceedings of the International Workshop "Eurocode 8 perspectives from the Italian standpoint", Napoli, 1-3 April, pp. 173-182.

Della Corte G., D'Aniello M., Mazzolani F.M. (2009). Advanced steel bracing systems: experimental tests and analytical models. In C. Faella & F.M. Mazzolani (eds.), Innovative Strategies for Structural Protection of Built Heritage. Monza (Milan, Italy): Polimetrica International Scientific Publisher, 347-393.

D'Aniello M., Della Corte G., Mazzolani F.M. (2009). Un controvento speciale ad instabilità impedita per il consolidamento sismico di edifici in c.a.. Costruzioni Metalliche, gennaio-febbraio, 47-56.

O. S. Bursi, L-G. Cajot, J. Gracia, F. Ferrario, A. Plumier, R. Pucinotti, W. Salvatore (2008). "Seismic performance of welded steel-concrete composite beam-to-column joints with concrete filled tubes", 14th World Conference on Earthquake Engineering Earthquake Engineering, Beijing, China, 12-17 October

O. S. Bursi, F. Ferrario, R. Pucinotti (2008). "Steel-concrete composite full strength joints with concrete fi*lled tubes: design and test results", 12th International Symposium on Tubular Structures October 8 to 10, 2008 Shanghai, ISBN/ISSN: 9780415468534. (pp. 431-440). London: CRC Press (United Kingdom).*

Landolfo, R, Fiorino, L, Della Corte, G. Seismic behavior of sheathed cold-formed structures: Physical tests. Journal of Structural Engineering-Asce, Volume 132, Issue 4, Pages: 570-581. 2006

Fiorino, L, Iuorio, O, Landolfo, R. Sheathed cold-formed steel housing: A seismic design procedure. THIN-WALLED STRUCTURES Volume: 47 Issue: 8-9 Pages: 919-930 2009.

Faella C., Piluso V., Rizzano G. (2000). Structural Steel Semirigid Connections. BOCA RATON (FL): CRC PRESS, p. 1-505, ISBN: 0-8493-7433-2

Iannone, F., Latour, M., Piluso, V., Rizzano, G. (2009): "Experimental Analysis of Bolted Steel Beam-to-Column Connections: Component Identification" Accepted for Publication on Journal of Earthquake Engineering

Ferraioli M., Lavino A., Avossa A.M., Mandara A.. (2009a). Accuracy of nonlinear static procedures for estimating the seismic performance of steel frame structures. Proc. of Stessa 2009. Behaviour of steel structures in seismic areas: 713-719, Chicago, 16-20 Agosto 2009.

Ferraioli M., Lavino A., Mandara A.. (2009b). Metodi semplificati per la valutazione delle prestazioni sismiche di strutture intelaiate in acciaio, Atti XIII Convegno ANIDIS, 28 Giugno – 2 luglio, Bologna.

G. De Matteis, R. Landolfo, F. M. Mazzolani, "Seismic Response of MR Steel Frames with low-yield Steel Shear Panels", Engineering Structures - The Journal of Earthquake Wind and Ocean Engineering, Elsevier, printed by Krips b.v., Meppel, The Netherlands, ISSN 0141-0296, Vol. 25, No. 2, 2003, pp 155-

168.
G. De Matteis, F.M. Mazzolani and S. Panico "Pure aluminium shear panels as dissipative devices in moment-resisting steel frames", in Earthquake Engineering and Structural Dynamics, ISSN: 0098-8847, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, England, Wiley InterScience, DOI: 10.21002/eqe, vol. 36: 841-859, 2007.
Di Sarno L., Pecce M.R., Fabbrocino G. (2007): Inelastic response of composite base column connections. Journal of Constructional Steel Research, 63(3), 819-832.
Pecce M., Ceroni F., Bibbò' F., Rossi F. (2009): Experimental behaviour of composite beams subjected to hogging moment. Submitted to Journal of Constructional Steel Research.
C. Amadio: "Probabilistic analysis of a partially-restrained steel-concrete composite frame". Steel and Composite Structures, Vol. 8, No. 1, 2008.
Amadio, M. Bella, I. Clemente, L. Macorini. "Cyclic modelling of bare steel and steel-concrete composite joints through the component method". ICSAS'07 6th International Conference on Steel and Aluminium Structures, 24-27 July 2007, Oxford, England.
L. Dezi, F. Gara, G. Leoni (2006). Construction sequence modelling of continuous steel-concrete composite decks – Steel & Composite Structures
Dall'Asta A., Tubaldi E., Ragni L. (2008) Influence of abutment restraints on seismic response of multi-span continuous bridges. Proceedings of 14th World Conference on Earthquake Engineering, 12-17 October, Beijing, China
Badalassi, M., Braconi, A., Cafarella, F., Salvatore,W., (2005) Influence of material properties variability on seismic performance of partial strength steel-concrete composite joints., ICOSSAR 2005 - International Conference on Structural Safety and Reliability, pp 1-8, Roma,vol. 1
Badalassi, M., Braconi, A., Salvatore W., Influenza delle proprietà meccaniche dei materiali sulla gerarchia delle resistenze di nodi trave-colonna composti acciaio-calcestruzzo. XII Convengo Anidis – L'ingegneria Sismica in Italia. 10-14 Giugno 2006

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Il task è chiaramente rivolto alla formulazione di proposte per la modifica migliorativa delle regole di progetto attualmente codificate nella Normativa italiana e nell'Eurocodice 8, così come alla integrazione di tali regole sia per le tipologie strutturali correntemente già considerate dalla Normativa sia con riferimento a tipologie strutturali innovative.

L'obiettivo generale sarà conseguito da ciascuna Unità, con riferimento al tema specifico di propria competenza, fondamentalmente attraverso analisi dinamiche non lineari di strutture campione, sufficientemente rappresentative della realtà progettuale, eventualmente integrate da prove sperimentali. Infatti, le analisi in campo non lineare richiederanno l'uso di adeguati modelli, capaci di rappresentare i fenomeni legati al comportamento sotto azioni ripetute in campo plastico. Pertanto, a supporto delle analisi numeriche, al fine di calibrare i modelli numerici, sono previste alcune prove sperimentali (es.: prove su collegamenti trave-colonna, controvento-trave-colonna, prove su membrature in parete sottile). Le prove saranno mirate alla individuazione e soluzione di aspetti critici, mirando eventualmente a fornire risultati su tipologie innovative che possano aprire una prospettiva di sviluppo futuro. Tali prove dovranno essere necessariamente e ampiamente integrate con l'utilizzo delle risultati sperimentali già presenti in letteratura.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

Il Task sarà articolato in sub-tasks, di ciascuno dei quali si occuperà una Unità differente. Al fine di massimizzare i risultati verranno comunque identificate e supportate tutte le possibili collaborazioni tra le UR.

La lista che segue indica i sub-tasks e le Unità di Ricerca coinvolte :

1. *Strutture con controventi, Università di Napoli – Ingegneria (UNINA-ING)*
2. *Uso di acciai ad alta resistenza in zona sismica, Università di Trento (UNITN)*
3. *Membrature in solo acciaio, Università di Napoli – Architettura (UNINA-ARCH)*
4. *Collegamenti in solo acciaio, Università di Salerno (UNISA)*
5. *Membrature composte acciaio-calcestruzzo, Università del Sannio (UNISANNIO)*
6. *Collegamenti in strutture composte acciaio-calcestruzzo, Università di Trieste (UNITS)*
7. *Fattori di struttura per edifici a telaio in acciaio, Seconda Università di Napoli (UNINA2)*
8. *Strutture con pannelli a taglio, Università di Chieti-Pescara (UNICH)*
9. *Comportamento sismico degli impalcati da ponte in sezione composta acciaio-calcestruzzo, Università Politecnica delle Marche (POLIMA)*
10. *Analisi degli effetti della variabilità delle proprietà meccaniche dei materiali, Università di Pisa (UNIPI)*

Ciascun sub-task si sviluppa in tre anni di attività, secondo lo schema di dettaglio specificato da ciascuna Unità.
Attività sperimentale prevista: *Prove su collegamenti trave-colonna e colonna-fondazione per telai in acciaio e composti. Prove su collegamenti controvento-trave-colonna e sottostrutture semplici di telai con controventi. Prove su elementi in profilo sottile formato a freddo.* *Tutte le prove saranno ovviamente corredate da prove sui materiali.* *Unisannio. Prove su travi composte soggette a momento negativo e a carichi ciclici. Le travi saranno realizzate sia con la parte metallica continua sia giuntata mediante un collegamento bullonato.*

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	Stato dell'arte completo e selezione casi studio	*Analisi dinamiche non lineari e prove sperimentali*	Elaborazione dei risultati della ricerca e produzione delle linee guida per la progettazione

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	Stato dell'arte	*Tutte*
	Risultati delle analisi dinamiche non lineari e delle prove sperimentali	*Tutte*
	Linee guida per la progettazione dei casi esaminati	*Tutte*

Task 2.1.3 - Strutture di muratura

Area Tematica	*AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	
Linea	*2.1. Aspetti nella progettazione sismica delle nuove costruzioni*	
Task	***2.1.3. Costruzioni in muratura***	
Coordinatore del task	*Guido Magenes – Dipartimento di Meccanica Strutturale Università degli Studi di Pavia*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNIPV-c	Guido Magenes
	UNIPD-b	Francesca da Porto

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

Il recente terremoto dell'Aquila ha posto drammaticamente in evidenza, accanto alla vulnerabilità delle strutture portanti di alcune tipologie di edifici, la grande vulnerabilità delle parti non strutturali, in particolare dei tamponamenti/rivestimenti e dei sistemi di collegamento degli stessi alle altre parti dell'edificio. Danni molto estesi sono stati riscontrati agli elementi costruttivi non strutturali in muratura. I danni alle tamponature e ai rivestimenti in muratura costituiscono un potenziale pericolo per la vita umana nel caso di crollo della tamponatura stessa o di sue parti, e in generale rappresentano una cospicua perdita economica e una causa di forti disagi all'utenza legata all'interruzione d'uso del fabbricato e ai costi necessari per il ripristino o la sostituzione. Il danno maggiore agli elementi non strutturali è riscontrato principalmente nelle strutture a telaio, maggiormente deformabili, rispetto alle soluzioni con setti/ pareti. Per quanto la letteratura tecnico-scientifica sul comportamento sismico dei telai tamponati sia abbastanza ricca, si nota che negli studi l'attenzione è maggiormente focalizzata sul comportamento della struttura intelaiata e sugli effetti, favorevoli o sfavorevoli, che l'interazione tra tamponatura e telaio produce sulla struttura. Molto meno numerosi sono i lavori incentrati sul danno alle tamponature e alla stabilità delle stesse durante un evento sismico, e allo sviluppo e verifica di tecniche costruttive efficaci per le tamponature e per i rivestimenti (ad es. paramenti a faccia vista). In particolare un elemento di particolare criticità sembra essere l'interazione tra il danno dovuto alle deformazioni nel piano del pannello imposte dalla struttura (nel caso di collegamento rigido) e eccitazione dinamica fuori piano. Si rileva infatti che per gli edifici intelaiati multipiano, in un grande numero di casi reali l'espulsione dei tamponamenti si verifica ai piani bassi o intermedi, caratterizzati da una minore eccitazione dinamica fuori piano ma da un maggiore spostamento relativo interpiano. Una ricerca sperimentale condotta da Calvi e Bolognini (2001) ha cercato di investigare questo specifico aspetto, tuttavia le conoscenze in merito restano estremamente limitate, sia per il caso di tamponature confinate da elementi strutturali di telaio che, ancor più, per rivestimenti esterni.

Calvi, G.M., Bolognini, D., Seismic response of reinforced concrete frames infilled with weakly reinforced masonry panels, Journal of Earthquake Engineering, Vol. 5, No. 2, 153-185, 2001

Calvi, G.M., Bolognini, D., Penna, A., Seismic performance of masonry-infilled r.c. frames: benefits of slight reinforcements", Sismica 2004, 6th Portoguese Congress on Seismology and Earthquake Engineering, Guimaraes, pp. 256-276, 2004

Cosenza, E., Monti, G., Assessment and reduction of the vulnerability of existing reinforced concrete buildings, in G. Manfredi and M.Dolce eds. The state of Earthquake Enngineering Research in Italy: the ReLUIS-DPC 2005-2008 Project, 51-110, Napoli, Italy, 2009

da Porto F., Garbin E., Modena C. (2007). "Out-of-plane behaviour of infill masonry walls" 10th North American Masonry Conference, S.Louis, Missouri, US, June 3 - 6 2007, pp. 683-694

Dolsek, M., Fajfar, P. The effect of masonry infills on the seismic response of a four storey reinforced concrete frame – a deterministic assessment, Engineering Structures, 2009

Fardis M., Seismic design issues for masonry infilled frames, 1st European Conference on Earthquake Engineering and Engineering Seismology, 3-8 september 2006, Geneva, Switzerland, CD-ROM

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Gli obiettivi del progetto sono i seguenti.

(1) Nel caso di tamponature e rivestimenti in muratura collegati rigidamente alla struttura, valutazione degli intervalli di deformazione angolare interpiano che ci si possono attendere per l'azione sismica di progetto con riferimento a diversi livelli di pericolosità sismica del sito e diversi stati limite prestazionali in configurazioni strutturali rappresentative di edifici pluripiano.

(2) Definizione di correlazioni tra deformazione imposta nel piano della tamponatura e parametri

meccanici di risposta alle azioni fuori piano.

(3) *Individuazione delle condizioni progettuali (pericolosità sismica del sito, numero di piani dell'edificio, rigidezza delle strutture verticali) in cui è possibile ricorrere a soluzioni costruttive quali:*

   a. *Tamponatura/rivestimento in muratura rigidamente collegato alla struttura, senza particolari dettagli di rinforzo alla tamponatura stessa*
   b. *Tamponatura rigidamente collegata alla struttura, con rinforzi alla tamponatura (reti da intonaco, armatura a traliccio, fibre..) e rivestimento rinforzato*
   c. *Tamponatura/rivestimento disaccoppiati dalla struttura (per quanto riguarda le deformazioni nel piano) mediante giunti o collegamenti flessibili, in cui comunque è garantita la stabilità all'azione ortogonale al piano.*

(4) *Sviluppo e verifica sperimentale (mediante prove statiche e dinamiche) di alcune soluzioni costruttive idonee alla limitazione del danno alle tamponatura*

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Correlazioni tra deformazione imposta nel piano della tamponatura e parametri meccanici di risposta alle azioni fuori piano: l'obiettivo viene perseguito in prima istanza sulla base di dati sperimentali reperibili in letteratura (UNIPV-c e UNIPD-b) e successivamente mediante simulazioni agli elementi finiti (UNIPD-b). In primo luogo verranno individuati valori significativi di deformazione nel piano per i diversi livelli prestazionali della tamponatura/rivestimento (stati limite di esercizio e ultimi). Per la correlazione tra danno nel piano e resistenza alle azioni fuori piano i limitati dati da letteratura dovranno essere integrati dalle sperimentazioni previste nell'ambito del progetto.*

2. *Valutazione degli intervalli di deformazione angolare interpiano attesi per telai tamponati: l'obiettivo viene perseguito mediante l'esecuzione di analisi dinamiche non lineari al passo parametriche di telai in c.a. tamponati (UNIPV-c). La modellazione considererà in prima istanza strutture piane in cui gli elementi in c.a. saranno modellati mediante elementi finiti trave-colonna a plasticità concentrata e le tamponature mediante bielle equivalenti. I parametri che verranno variati consisteranno nell'input sismico di progetto, nel numero di piani, nei parametri meccanici che caratterizzano i paramenti murari e nel tipo di connessione/interazione con la struttura. Le analisi verranno inizialmente svolte calibrando gli intervalli dei parametri meccanici delle tamponature su dati reperibili in letteratura. Tali intervalli potranno essere suscettibili di revisione in una fase successiva, a valle delle prove sperimentali svolte da UNIPD-b e UNIPV-c e delle simulazioni numeriche ad elementi finiti svolte da UNIPD-c. Confronti verranno altresì svolti sui risultati ottenibili sugli stessi telai in cui non è modellata la presenza delle tamponature.*

3. *Sviluppo e verifica sperimentale (con prove statiche e dinamiche) di alcune soluzioni costruttive tradizionali e innovative per la limitazione del danno alle tamponatura: mediante contatti con aziende produttrici di elementi in muratura, di supporti/collegamenti/giunti, di materiali di rinforzo (armature, reti, materiali a base di fibre…) si selezioneranno soluzioni tecnologiche appartenenti alle seguenti casistiche: a) tamponature/rivestimenti non rinforzati collegati rigidamente alla struttura, b) tamponature/rivestimenti rinforzati collegati rigidamente alla struttura, c) tamponature/rivestimenti con giunti di disaccoppiamento delle deformazioni nel piano dei pannelli murari e della struttura, ma con dettagli che garantiscano la stabilità all'eccitazione fuori piano (UNIPV-c e UNIPD-b). Alcune soluzioni costruttive verranno soggette a prove sperimentali di caratterizzazione meccanica e di verifica alla risposta sismica, come descritto in seguito.*

4. *Individuazione delle condizioni progettuali (pericolosità sismica del sito, numero di piani dell'edificio, rigidezza delle strutture verticali…) in cui è possibile ricorrere a soluzioni costruttive definite al punto 3): l'obiettivo viene perseguito combinando i risultati delle analisi parametriche descritte ai punti 1 e 2 con analisi della risposta fuori piano calibrata sulle risultanze delle sperimentazioni per le varie tecniche costruttive analizzate (UNIPV-c e UNIPD-b).*

5. *Raccolta dei risultati in linee guida per la progettazione e per la pratica esecutiva di tamponamenti/rivestimenti in muratura (UNIPV-c e UNIPD-b) .*

Attività sperimentale prevista:

UNIPD-b

Si prevedono prove di laboratorio co-finanziate per la caratterizzazione meccanica completa di sistemi selezionati di tamponamento/rivestimento. Si prevede inoltre l'esecuzione di prove cicliche per la caratterizzazione degli elementi di connessione per soluzioni costruttive che consentono il disaccoppiamento dal telaio. Le prove si svolgeranno presso il Laboratorio Sperimentale per le prove sui Materiali da Costruzione del Dipartimento di Costruzioni e Trasporti (Università degli Studi di Padova).

UNIPV-c

Si prevedono prove di laboratorio co-finanziate che prevedono il danneggiamento ciclico nel piano di telai tamponati a diversi livelli di deformazione angolare imposta e la successiva prova su tavola vibrante con eccitazione ortogonale al piano. Le prove saranno svolte presso i laboratori del Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Pavia e di Eucentre. Le tipologie di tamponature/rivestimenti sperimentate saranno selezionate in coordinamento con UNIPD-b.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	Analisi dello stato dell'arte, analisi numeriche preliminari, progetto e avvio delle prove sperimentali.	*Rapporti di sintesi sui risultati delle modellazione numeriche*	*Rapporti conclusivi sulle prove sperimentali Linee guida per il progetto e la realizzazione di tamponature in muratura.*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	Report sui risultati della modellazione numerica su modelli di edifici e conseguenti indicazioni sui criteri di verifica delle tamponature/rivestimenti	*UNIPV-c*
	Report sui risultati della modellazione numerica su sottosistemi strutturali e conseguenti indicazioni sui criteri di verifica delle tmponture/rivestimenti	*UNIPD-b*
	Rapporto conclusivo sulle prove sperimentali	*UNIPV-c*
	Rapporto conclusivo sulle prove sperimentali	*UNIPD-b*
	Linee guida per il progetto e la realizzazione di tamponature/rivestimenti in muratura.	*UNIPV-c, UNIPD-b*

Task 2.1.4 - Strutture di legno

Area Tematica	*AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	
Linea	*2.1. Aspetti nella progettazione sismica delle nuove costruzioni*	
Task	***2.1.4 Strutture di legno***	
Coordinatore del task	*Paolo Zanon – Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale Università degli Studi di Trento*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNITN-DIMS	Paolo Zanon
	UNIBS-DICATA	Ezio Giuriani
	UNIUD-DIVA	Alessandra Gubana
	INITS-DIC	Natalino Gattesco
	UNINA-DIST	Bruno Calderoni
	UNISS-DADU	Massimo Fragiacomo

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

La progettazione degli edifici di legno in Italia ha sofferto della mancanza di riferimenti normativi specifici a livello nazionale. La recente introduzione nelle NT2008 di uno specifico capitolo dedicato alle costruzioni di legno e la pubblicazione da parte del CNR di "Istruzioni" dedicate a questi argomenti, ha risolto solo in parte il problema.

I vari sistemi costruttivi e i materiali più innovativi derivati dal legno non sono ancora coperti da specifiche prescrizioni, tale situazione lascia alla sensibilità e alle competenze del progettista la libertà di avvalersi di procedure di calcolo che possono rivelarsi talvolta inadeguate.

Particolarmente scoperta rimane la progettazione delle strutture lignee in zona sismica.

L'obiettivo fondamentale del progetto consiste nella definizione dei principi e delle regole per la progettazione di nuovi edifici di legno in zona sismica. Il lavoro dovrà concludersi con la redazione di linee guida per il calcolo, accompagnate da una casistica di casi studio da utilizzare come riferimento ed esempio.

E. Giuriani, A. Marini. 2008. Wooden roof box structure for the anti-seismic strengthening of historic buildings. Journal of Architectural Heritage: Conservation, Analysis and Restoration. ISSN 1558-3058 Vol.2(3) Pag. 226-246

Calderoni B., De Matteis G., Giubileo C., Mazzolani F.M, "Experimental correlations between destructive and non-descrutive tests on ancient timber elements" – "Engineering Structures", 32 (2010), pag. 442-448, Elsevier ltd (ISSN 0141-0296).

Newcombe, M.P., van Beerschoten, W.A., Carradine, D., Pampanin, S., Buchanan, A.H., Deam, B.L., and Fragiacomo, M. (2009). "In-plane experimental testing of timber-concrete composite floor diaphragms." New Zealand Society for Earthquake Engineering Conference 2009, Christchurch (New Zealand), April 3-5, Paper No. 19, CD, 8 pp. 3.

D. Zonta, M. Piazza, P. Zanon, G. Giuliani, "An application of Direct Displacement Based Design to Glulam Timber Portal-Frame Structures" in Proceedings of the First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology Zurich: Swiss Federal Institute of Technology, ETH, '06 1

Gattesco N., Macorini L., (2009) "A Technique for Strengthening the Wooden Floors of Ancient Masonry Buildings in Seismic Prone Regions", to be published to International Journal of Architectural Heritage, Taylor and Francis.

Gubana, A. (2008). Cross laminated timber panels to strengthen wood floors. Proceedings of the International Congress SAHC2008 Structural Analysis of Historic Construction, Bath, 2008, p.949-955

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

L'attività sarà organizzato in task con obiettivi specifici per diversi tipologie strutturali. Per ogni tipo strutturale si procederà alla definizione di una serie di casi studio, per i quali si evidenzieranno i problemi specifici

derivanti dalla necessità di garantire una adeguata risposta sismica. Dove possibile, i casi studio dovrebbero essere edifici realistici sui quali siano disponibili prove statiche o dinamiche sui componenti o sull'intera struttura.

Per ogni specifico caso, si definiranno le logiche di valutazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità degli elementi, le caratteristiche appropriate per la definizione di parametri utili alla definizione della risposta sismica (smorzamento, capacità dissipative, forma della struttura) anche in relazione al metodo di analisi strutturale.

In comune a tutte le unità si definiranno le caratteristiche dei materiali, le modalità di utilizzazione i metodi di montaggio ecc..

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Definizione delle varie tipologie di strutture di legno per edifici ad uso residenziale in uso in Italia, studio del comportamento meccanico dei vari elementi strutturali.*
2. *Valutazione del comportamento dissipativo di pareti e di diaframmi di piano, analisi del comportamento sismico dell'insieme strutturale*
3. *Definizione delle regole di calcolo e di quelle verifica sperimentale delle strutture di legno*

Attività sperimentale prevista:

Si prevedono limitate prove su alcuni componenti dei vari sistemi strutturali. Le prove si svolgeranno presso i laboratorio delle sedi coinvolte nel progetto di ricerca. Saranno comunque oggetto di studio le prove già disponibili sia sui componenti sia sulle strutture eseguite in occasione della ricostruzione dopo il recente terremoto a L'Aquila.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	Individuazione delle principali tipologie di costruzione in legno a destinazione residenziale e stato dell'arte sugli edifici in legno in zona sismica *Caratterizzazione delle proprietà meccaniche a flessione fuori piano e a taglio nel piano di pannelli in legno e degli altri componenti per edifici con strutture di legno:* *Studio di legami isteretici forza-spostamento per la modellazione dei collegamenti tra i pannelli*	*Valutazione del comportamento strutturale delle varie tipologie edilizie di legno e valutazione del comportamento dissipativo di pareti e diaframmi di piano* *Modellazione numerica di pannelli singoli ed accoppiati soggetti ad azione sismica e validazione sperimentale.* *Elaborazione di affidabili modelli numerici in grado di descrivere il reale comportamento sismico delle strutture lignee* *Analisi della risposta sismica degli edifici a struttura portante di legno.*	*Linee guida per l'esecu-zione di prove di controllo dei diversi sistemi di con-nessione tra pannelli e* per la progettazione di edifici di legno

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. *Analisi delle proprietà meccaniche dei pannelli XLAM. Ricerca bibliografica e di mercato sulle tecniche per la realizzazione dei collegamenti tra pannelli XLAM.*	UNIBS-DICATA

	2. *Criteri per la valutazione della resistenza e della deformabilità dei pannelli Xlam chiodati caricati nel piano e fuori dal piano* 3. *Implementazione di adeguati legami isteretici forza-spostamento per connessioni tra pannelli crosslam in un codice agli elementi finiti.* 4. *Criteri per la valutazione delle prestazioni dei componenti delle costruzioni di legno* 5. *Raccolta delle tipologie a struttura intelaiata attualmente impiegate nelle costruzioni in legno e sistemi di controvento ed analisi critica delle soluzioni tecnologiche adottate.* 6. *Stato dell'arte delle tipologie costruttive a pannelli intelaiata e dei metodi di calcolo con esempi e confronti*	UNINA-DIST UNISS-DADU UNITN-DIMS UNITS-DIC UNIUD-DIVA
	1. *Modello teorico e sperimentale per la valutazione della resistenza, rigidezza e capacità dissipative delle unioni più significative* 2. *Metodologie di verifica degli elementi strutturali (pareti e orizzontamenti) realizzati in Xlam chiodati* 3. *Analisi numeriche di pannelli crosslam singoli e accoppiati soggetti a prova ciclica e a eccitazione sismica* 4. *Criteri per la valutazione delle prestazioni dei collegamenti delle costruzioni di legno* 5. *Rapporto sui risultati dello studio di soluzioni tecnologiche migliorative, sull'efficacia delle stesse anche in seguito ai risultati delle indagini sperimentali* 6. *Risultati delle prove sperimentali e delle analisi numeriche*	UNIBS-DICATA UNINA-DIST UNISS-DADU UNITN-DIMS UNITS-DIC UNIUD-DIVA
	1. *Linee guida per l'esecuzione di prove di controllo dei diversi sistemi di connessione tra pannelli XLAM* 2. *Linee guida per la progettazione di edifici in legno relativamente alla tipologia a pannelli Xlam chiodati* 3. *Analisi numeriche 2D e 3D di edifici in crosslam soggetti all'azione sismica* 4. *Linee guida per la progettazione di edifici in legno* 5. *Guida tecnica con esempi di calcolo che evidenziano in dettaglio i metodi e gli strumenti da utilizzare nella modellazione e nell'analisi del comportamento statico e sismico degli edifici intelaiati con struttura interamente in legno.* 6. *Linee guida per la progettazione di strutture a pannelli intelaiati con esempi di calcolo*	UNIBS-DICATA UNINA-DIST UNISS-DADU UNITN-DIMS UNITS-DIC UNIUD-DIVA

Linea 2.2 – Valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico di sistemi speciali

Task 2.2.1 - Dighe in calcestruzzo

h

Area Tematica	*AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	
Linea	*3. Dighe esistenti in calcestruzzo: valutazione della sicurezza sismica e Miglioramento*	
Task	***3.1** Dighe esistenti in calcestruzzo: valutazione della sicurezza sismica e Miglioramento*	
Coordinatore del task	*Camillo Nuti – Dipartimento di Strutture – Univ. degli studi Roma Tre Edoardo Cosenza – Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	Roma Tre DIS	Camillo Nuti

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

In Italia vi sono circa 500 grandi dighe, tutte risalenti a non meno di 40 anni fa. Poche di esse sono state interessate da terremoti violenti. Nessuna è stata progettata con concetti moderni. In genere quando l'azione sismica è stata considerata è stata rappresentata da una azione orizzontale pari al 7-10% del peso della diga.

E' un dato di fatto che ad oggi si ha notizia di pochi terremoti violenti che abbiano investito in passato grandi dighe, se si eccettua forse quello che ha toccato la diga di Pacoima negli USA. Poco si sa ancora degli effetti del terremoto di Wechuan del 12 Maggio 2008, nulla è ancora noto del Terremoto del Cile del 27 Febbraio 2010.

Molte, se non tutte le dighe sino ad oggi realizzate, certamente quelle antecedenti agli anni '90, non solo in Italia, sono state progettate per azioni sismiche convenzionali estremamente modeste. Vi è oramai la consapevolezza che occorra progettare queste opere, certamente di grande rilevanza, per azioni sismiche significative, in modo che garantiscano, contro il cosiddetto rilascio incontrollato d'acqua, una notevole sicurezza. In precedenza il problema sismico è sempre stato trattato come un aspetto secondario, visto che le dighe debbono comunque sopportare grandi spinte orizzontali dovute all'acqua di invaso.

Lo studio della risposta sismica delle dighe ha avuto un notevole impulso a partire dagli anni '80 grazie al gruppo di ricerca del Prof. Chopra (si veda la bibliografia riportata) che ha approfondito in modo rigoroso gli aspetti legati all'analisi della risposta sismica in capo elastico lineare, dapprima in relazione alla interazione tra diga ed acqua del serbatoio quindi anche includendo il problema della interazione con il terreno. L'ipotesi è quella di azione sismica sincrona uguale in ogni punto. Negli anni '90 sono stati pubblicati lavori su aspetti legati al comportamento non lineare delle dighe, in particolare la valutazione di possibili spostamenti residui dopo eventi sismici intensi [A.K. Chopra & L. Zhang,1991].

Negli ultimi 10 anni sono stati pubblicati lavori sulla risposta non lineare delle dighe.

Lavori sulla risposta non lineare di dighe esistenti sono stati pubblicati solo in tempi relativamente recenti.

La maggior parte degli studi riguardano il corpo diga, in particolare la valutazione della risposta in condizioni estreme con riferimento essenzialmente al rilascio incontrollato di acqua a seguito del collasso della diga. Peraltro vi sono altri aspetti di rilievo quali la valutazione della sicurezza di altri stati limite, che dipendono non solo dal corpo diga ma anche dagli organi di controllo e dagli edifici necessari per il funzionamento quali: torri di presa, paratie di controllo, scarichi di fondo e mezzo fondo, edificio di controllo ed altro. Stati limite di interesse possono essere anche quelli di funzionalità e di danno.

Recentemente a livello internazionale sono stati individuati seguenti argomenti come quelli che richiedono particolare approfondimento:

- *metodi di analisi non lineare di dighe soggette a azioni sismiche intense, in particolare sono tutt'ora aperti i problemi della valutazione dell'effetto dell'acqua alla apertura e chiusura di fessure*
- *sviluppo di metodi semplificati per la valutazione della sicurezza di dighe esistenti, in particolare in presenza di fessure.*
- *Metodi di rinforzo di dighe esistenti*
- *Valuazione della pericolosità e dell'input sismico, incluso effetti del non sisncronismo*
- *Comportamento dei giunti, delle zone fessurate, definizione delle caratteristiche meccaniche in generale*
- *Interazione dell'acqua nei giunti durante il sisma*
- *Effetto del movimento di faglie in corrispondenza del corpo diga*
- *Risposta di dighe realizzate con nuovi materiali (calcestruzzo rullato)*

- *Progetto e valutazione della sicurezza sismica delle strutture interrate (tunnel di scarico ecc)*
- *Risposta sismica dei component meccanici (paratie, valvole, strutture di presa ecc)*
- *Stabilità delle imposte nelle dighe ad arco durante i terremoti*
- *Determinazione delle caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi delle dighe ai fini della valutazioni della sicurezza sismica: dighe nuove, dighe esistenti*

[1] M. Mao & C. A. Taylor, (1997) "Non linear seismic cracking analysis of medium-height concrete gravity dams", Computers and Structures, 64, S/6, 1997, 1197-1204.
[2] M. B. Ftima & P. Leger, (2006) "Seismic stability of cracked concrete dams using rigid block models", Computers and Structures, 84, 2006, 1802-1814.
[3] X. Zhu & O.A. Pekau, (2007) "Seismic behavior of concrete gravity dams with penetrated cracks and equivalent impact damping", Engineering Structures, 29, 2007, 336-345.
[4] Y. Calayir & M. Karaton, (2005) "A continuum damage concrete model for earthquake analysis of concrete gravity dam-reservoir systems", Soil
Dynamics and Earthquake Engineering, 25, 2005, 857-869.
[5] J. Lee & GL. Fenves, (1998) "A plastic-damage concrete model for earthquake analysis of dams", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 27, 9, 1998, 937-956.
[6] Y. Calayir, M. Karaton, (2005) "Seismic fracture analysis of concrete gravity dams including dam-reservoir interaction", Computers and Structures, 83, 2005, 1595-1606.
[7] M. Ghaemian & A. Ghobarah, (1999) "Nonlinear seismic response of concrete gravity dams with dam-reservoir interaction", Engineering Structures, 21, 1999, 306-315.
[8] C. Zhao, T P. Xu and S. Valliappan, (1995) "Seismic response of concrete
gravity dams including water-dam-sediment-foundation interaction", Computers and Strucutres, 54, 4, 1995, 705-715.
[9] F. Javanmardi, P. Leger, R. Tinawi, (2005) "Seismic structural stability of concrete gravity dams considering transient uplift pressures in cracks", Engineering Structures, 27, 2005, 616-628.
[10] A.K. Chopra , P. Chakrabarti, (1981) "Earthquake analysis of concrete gravity dams including dam-fluid-foundation rock interaction", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 9, 1981, 363-383.
[11] G. Fenves & A.K. Chopra, (1984) "Earthquake analysis of concrete gravity dams including bottom absorption dam-water-foundation rock interaction", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 12, 1984, 663-683.
[12] S. Bougacha, J.L. Tassoulas, (1991) "Seismic analysis of gravity dams. I: Modeling of sediments" Journal of Engineering Mechanics, 117, 1991, 1826-1837.
[13] G. Fenves & A.K. Chopra, (1985) "Simplified earthquake analysis of concrete gravity dams: separate hydrodynamic and foundation interaction", Journal of Engineering Mechanics, 111, 1985, 715-735.
[14] G. Fenves & A.K. Chopra, (1985) "Simplified earthquake analysis of concrete gravity dams: combined hydrodynamic and foundation interaction", Journal of Engineering Mechanics, 111, 1985, 736-756.
[15] A.K. Chopra, (1978) "Earthquake resistant design of contrete gravity dams", Journal of the Structural Division, 104, No. 6, 1978, pp. 953- 971.
[16] G. Fenves & A.K. Chopra, (1987) "Simplified earthquake analysis of concrete gravity dams", Journal of Structural Engineering, 113, 8, 1987, pp. 1688-1708.
[17] A.K. Chopra & L. Zhang (1991) "Earthquake-induced base sliding of concrete gravity dams", Journal of Structural Engineering, 117, 12, 1991, 3698-3719.
[18] M. Basili 1, C. Nuti, 2009, "A SIMPLIFIED PROCEDURE TO ESTIMATE BASE SLIDING OF CONCRETE GRAVITY DAMS INDUCED BY AN EARTHQUAKE", proc. COMPDYN 2009 ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering M. Papadrakakis, N.D. Lagaros, M. Fragiadakis (eds.) Rhodes, Greece, 22-24 June 2009
[19] M. Basili 1, C. Nuti, 2009, "Seismic safety against base sliding of concrete gravity dams", proc. XIII Convegno ANIDIS Bologna
Sono inoltre di sicuro interesse tecnico i seguenti bollettini ICOLD:

- Bulletin 62 (1988 revised 2008): Inspection of dams following earthquakes – guidelines;
- Bulletin 72 (1989 revised 2010): Selecting seismic parameters for large dams - guidelines;
- Bulletin 112 (1998): Neotectonics and dams - guidelines;
- Bulletin 113 (1999): Seismic observation of dams - guidelines;
- Bulletin 120 (2001): Design features of dams to effectively resist seismic ground motion - guidelines;
- Bulletin 123 (2002): Earthquake design and evaluation of structures appurtenant to dams - guidelines; and
- Bulletin 137 (2010): Reservoirs and seismicity – state of knowledge.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:
Con la presente ricerca si intende fare il punto sullo stato delle conoscenze in Italia, sia lo stato dell'arte che della pratica. Si ritiene che si potranno approfondire e chiarire l'uso di metodi per la valutazione della risposta

dei corpi diga, iniziando dalle dighe a gravità. Queste infatti, se da un lato appaiono le più resistenti, sono quelle che, proprio per lo scarso contributo della tridimensionalità, sembrano più vulnerabili dal punto di vista sismico.
Si illustrerà lo stato dell'arte della normativa sismica mondiale, mettendo a confronto le principali normative sismiche delle dighe.
Si metteranno a punto e applicheranno i metodi statici della valutazione della risposta, nonché i metodi dinamici. Si intende in particolare valutare la possibilità di individuare una metodologia rapida di prima stima di vulnerabilità sismica. Si indagheranno quindi alcuni aspetti della risposta legati al comportamento 3D anche nel caso delle dighe a gravità.
Si valuterà la fattibilità di una valutazione della sicurezza della diga come sistema.
Si individueranno alcune tecniche di intervento per il rinforzo delle dighe dal punto di vista sismico.
Sarà approfondita la conoscenza sperimentale sul comportamento monotono e ciclico dei calcestruzzi delle dighe e si valuterà la significatività delle prove non distruttive su tali materiali.
In definitiva sarà fatto un passo avanti significativo per la valutazione della sicurezza sismica delle dighe esistenti a gravità e si potrà valutare tra l'altro l'efficacia della nuova normativa Italiana delle dighe ed i punti della stessa che necessitano un approfondimento

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Illustrazione e confronto delle normative sismiche per la progettazione e verifica sismica delle dighe nuove ed esistenti*
2. *Metodi di analisi semplificati ed accurati per la valutazione della sicurezza sismica di dighe a gravità e relativa applicazione*
3. *Attività di sperimentazione sui calcestruzzi delle dighe per la caratterizzazione meccanica ai fini della valutazione sicurezza sismica: metodi di prova distruttivi e non distruttivi*
4. *Messa a punto di una metodologia di analisi e valutazione della sicurezza sismica delle dighe esistenti e redazione del relativo rapporto.*
5. *Le attività saranno tra l'altro portate avanti in collaborazione con esperti internazionali provenienti dal mondo delle dighe: ICOLD*

Attività sperimentale prevista:

Prove monotone e cicliche sui calcestruzzi delle dighe, prove non distruttive con metodi avanzati.

Su questa attività è stata attivata una collaborazione con i produttori di calcestruzzi delle dighe.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1 Rassegna delle norme nazionali ed internazionali per la verifica sismica delle dighe e dei principali metodi di calcolo di verifica delle dighe a gravità	*3 applicazione e sviluppo di metodi di calcolo per la verifica sismica di dighe a gravità e rassegna dei parametri meccanici dei calcestruzzi delle dighe*	*4 Redazione di un rapporto sulla valutazione della sicurezza sismica di dighe a gravità esistenti ed esempi di applicazione*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	rapporto sulla valutazione della sicurezza sismica di dighe a gravità esistenti sia come singolo corpo diga che come sistema nei confronto dei diversi stati limite	*Uniroma3 - DIS*
	rapporto sulle caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi delle dighe da utilizzare nelle verifiche sismiche	*Uniroma3 - DIS*

Task 2.2.2 - Ospedali e strutture sanitarie

Area Tematica	*AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	
Linea	*2.2.Valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico di sistemi speciali*	
Task	***2.2.2 Ospedali e strutture sanitarie***	
Coordinatore del task	*Edoardo Cosenza – Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNINA-DIST	Gaetano Manfredi
	Unisannio	Luigi Di Sarno

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

Le attuali normative e linee guida sismiche nazionali (D.M. 14/01/2008), europee (Eurocodice 8) ed internazionali (documenti FEMA) forniscono indicazioni per l'analisi ed il progetto delle strutture strategiche nuove ed esistenti che risultano in talune circostanze non complete ed esaustive. Si veda, per esempio, il caso della valutazione delle prestazioni sismiche di strutture ospedaliere e più specificamente la determinazione degli stati limite di riferimento e relativi valori di soglia (accelerazioni, velocità e/o spostamenti) per i componenti architettonici non-strutturali (controsoffittature, partizioni interne, vetrate, etc.), per le attrezzature medicali (soprattutto delle sale operatorie), i componenti elettronici (per le sale operatorie, degenze e centro elaborazione dati), l'impiantistica elettrica e meccanica che è presente nei moderni edifici per ospedali. E' da notare altresì che gran parte del patrimonio edilizio esistente richiede, data la sua vetustà e la distribuzione sul territorio in relazione alle nuove zonizzazioni sismiche introdotte dall'INGV dal 2003 ad oggi, un'analisi dello stato di vulnerabilità sismica. La valutazione affidabile di quest'ultima richiede la caratterizzazione dei parametri di soglia di cui sopra. La determinazione dei valori di detti parametri richiede la realizzazione di specifiche prove su tavola vibranti su componenti o sottoassemblaggi di sistemi strutturali (ad esempio celle simulanti le sale operatorie).

Castellano, M.G., Cosenza, E., Di Sarno, L., Guerriero, L., Lupoi, G., Infanti, S. (2007). Seismic Isolation of Hospitals: The Examples of Udine, Lisbon and Naples. ASSISi 10th World Conference on Seismic Isolation, Energy Dissipation and Active Vibrations Control of Structures, Istanbul, Turkey

Di Sarno L. and Cosenza, E. (2008). Safety of critical facilities in seismically active regions. Proceedings of the International Disaster and Risk Conference, Davos, Switzerland, CD-ROM.

Cosenza, E., Di Sarno, L., Chioccarelli, E., De Risi, B., Mascolo, C. and Pecce, M.R. (2009). L'Ospedale del Mare in Napoli: Il Record Europeo dell'Isolamento Sismico. Progettazione Sismica, Vol.2, 7-33.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

La presente linea di ricerca ha come obiettivo primario la valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici ospedalieri, vulnerabilità che tenga conto non solo della struttura portante ma anche e soprattutto del contenuto della stessa. Il contenuto ha, infatti, negli ospedali un costo che supera l'80% del valore dell'intera opera, con evidenti ripercussioni socio-economiche a seguito di un sisma di magnitudo medio-alta. A fine dell'attività di ricerca della presente linea saranno fornire indicazioni progettuali accompagnate da analisi di costi-benefici per le possibili tecniche di intervento, tradizionali (per es. inserimenti di nuovi sistemi sismo-resistenti, quali telai, setti, etc.) e/o innovative (interventi locali in FRP, isolamento sismico, smorzamento aggiunto, sistemi ibridi), per l'adeguamento o miglioramento sismico degli edifici ospedalieri esistenti ovvero per la protezione sismica di sub-componenti, quali per esempio le sole sale operatorie (unità sismicamente isolate ovvero protette con sistemi di smorzamento/dissipazione).

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Caratterizzazione dell'azione sismica per la valutazione della vulnerabilità sismica degli ospedali*;
2. *Classificazione tipologica delle strutture per ospedali presenti sul territorio nazionale*;
3. *Definizione dei parametri (tipo e valori soglia) di vulnerabilità sismica per ciascuna tipologia di struttura per ospedali e contenuto*;
4. *Criteri di modellazione ed analisi di edifici ospedalieri*;
5. *Valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici ospedalieri*;
6. *Definizione degli interventi di adeguamento o miglioramento sismico per gli edifici ospedalieri esistenti ed identificazione della soluzione progettuale ottimale*.

Attività sperimentale prevista:

L'attività sperimentale prevista per la presente linea di ricerca (pari al 60% dell'impegno totale) include prove su tavole vibranti da eseguirsi su componenti o sottoassemblaggi di sistemi strutturali. I risultati delle prove sperimentali saranno utilizzati per compilare schede tecniche differenziate per tipologie di elementi con corrispondenti dati relativi a parametri prestazionali (soglie di corretto funzionamento, spegnimento, etc.).

Sono previste altresì prove dinamiche su celle simulanti sale operatorie, con e senza sistema di protezione passiva (isolamento sismico e smorzamento aggiunto).

Le prove si svolgeranno presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1 Implementazione di un database contenente la classificazione tipologica delle strutture ospedaliere e sanitarie nazionali. *2 Caratterizzazione dell'azione sismica per strutture ospedaliere e sanitarie.*	*3 Progettazione ed esecuzione di prove su tavola vibrante di componenti non-strutturali e componentistica ospedaliera*	*4 Definizione regole specifiche l'analisi e la progettazione di ospedali e strutture sanitarie.*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. *Database contenente le tipologie tipiche di strutture ospedaliere e sanitarie nazionali.*	*UNINA DIST - Unisannio*
	2. *Rapporto dettagliato contente valori parametri di soglia a diversi stati limite per elementi non strutturale e componente elettrico, elettronico e meccanico provato su tavole vibranti*	*UNINA DIST - Unisannio*
	3. *Manuale di analisi e progettazione di strutture ospedaliere e sanitarie.*	*UNINA DIST - Unisannio*

Task 2.2.3 - Impianti industriali, nucleari e lifelines

Area Tematica	*AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	
Linea	*2. - Valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico di sistemi speciali*	
Task	***2.2.3 - Impianti industriali, nucleari e lifelines***	
Coordinatore del task	*Edoardo Cosenza – Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNINA-DIST	Gaetano Manfredi
	UNIROMA3	Renato Giannini
	UNIMOL	Giovanni Fabbrocino
	UNIROMA1-*DISG*	Paolo Franchin
	UNIBO-DISTART	Marco Savoia
	UNICH-ING	Ivo Vanzi

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

Una serie di opere di ingegneria civile, di tipo non-edificio, richiedo una particolare attenzione da parte della ricerca in ingegneria sismica. Essi infatti rappresentano un rischio sismico molto significativo, ma richiedono che la loro valutazione sfrutti modelli e metodi non necessariamente esportabili dall'analisi sismica degli edifici. Ad esempio la valutazione del rischio degli impianti industriali non può prescindere dal tenere in conto che le perdite maggiori in caso di terremoto non sono dovute al danno strutturale ma dall'incidente industriale che ne può conseguire. Lo stesso concetto si applica agli impianti nucleari in misura ben maggiore per l'estensione delle perdite possibili in caso di terremoto. Anche le lifelines, intese come reti di distribuzione, sono infrastrutture a grandissima esposizione in caso di terremoto e richiedono, per la loro natura spazialmente distribuita, una modellazione dell'azione sismica intrinsecamente diversa da quella per gli edifici. Così come i componenti simicamente vulnerabili sono sempre di tipo non-edificio per cui le fragilità e le conseguenze non sono del tutto consolidate in letteratura. Un certo lavoro di ricerca per tutti e tre i temi affrontati nel task è disponibile in letteratura, sebbene sia facilmente dimostrabile come sia stato finora solo stabilito un framework concettuale per affrontare la valutazione del rischio con limitati casi studio e ulteriori sviluppi e approfondimenti sono certamente necessari.

1. *Franchin P., Lupoi A., Pinto P.E. (2006). On the role of road networks in reducing human losses after earthquakes. Journal of Earthquake Engineering, 10(2): 195-206.*
2. *Fabbrocino G., Iervolino I., Orlando F., Salzano E. Quantitative risk analysis of oil storage facilities in seismic areas. Journal of Hazardous Materials, 123(1-3):61-69, August 2005*
3. *Nuti C; Rasulo A; I. Vanzi. (2010). Seismic safety of network structures and infrastructures,* Structure And Infrastructure Engineering, vol. 6, doi 10.1080/15732470802663813
4. *U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2001. Technical Basis for Revision of Regulatory Guidance on Design Ground Motions: Hazard- and Risk-Consistent Ground Motion Spectra Guidelines, NUREG/CR-6728, Government Printing Office, Washington, D.C.*
5. *Jayaram, N. (2010). Probabilistic seismic lifeline risk assessment using efficient sampling and data reduction techniques. Dept. of Civil and Environmental Engineering, Stanford University, Stanford, CA.*

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Impianti industriali:

Il presente progetto si pone come obiettivo quello di raggiungere uno stato di conoscenze adeguato alla redazione di una proposta di linee guida per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico delle principali componenti dell'industria di processo. L'attività sarà focalizzata sull'analisi di vulnerabilità delle principali apparecchiature di processo e di stoccaggio presenti negli impianti industriali indagando anche sugli effetti dell'interazione terreno-struttura, dell'interazione tra il contenuto e la struttura stessa, nonché dell'interazione dell'intero sistema terreno-struttura-fluido.

Lifelines:

Gli obiettivi del task vertono su aspetti specialistici dell'analisi delle reti infrastrutturali. In particolare

relativamente all'individuazione dei caratteri comuni e delle specificità delle usuali "lifeline", per poi affrontare due aspetti particolari necessari alla realizzazione di un modello di analisi efficiente per la previsione e la gestione near-real-time dell'emergenza. Verranno quindi analizzati sia gli aspetti di pericolosità spaziale necessari per la analisi di siffatti sistemi distribuiti sia la vulnerabilità che la stima delle perdite.

In particolare, per ciò che riguarda le reti elettriche l'obiettivo è lo sviluppo della metodologia già esistente per la definizione della sicurezza sismica delle reti elettriche e la definizione di una metodologia comune alle diverse reti capacitive per la definizione della loro sicurezza sismica.

Oggetto di studio e di valutazione del rischio sismico saranno anche le reti di distribuzione del gas.

Impianti nucleari:

l'obiettivo è quello di acquisire le conoscenze di stato dell'arte per quanto riguarda l'analisi del rischio sismico di impianti industriali.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

Impianti Industriali:

1. Raccolta di tutti i riferimenti bibliografici e normativi che riguardano il comportamento sismico di strutture industriali e dei contributi sperimentali più significativi presenti in letteratura sul comportamento sismico di componenti industriali;
2. Analisi delle più recenti normative sul progetto e la valutazione degli impianti industriali in zona sismica e loro confronto con l'ausilio di casi studio;
3. Analisi degli stati di danno più comuni in componenti industriali sottoposti a sisma e valutazione della corrispondente capacità in termini di resistenza e/o deformazione;
4. Progettazione di prove sperimentali di presso–flessione di giunti di tubazioni per la determinazione della loro capacità rotazionale e della loro resistenza. Verranno trattati in particolare giunti flangiati, molto frequenti nell'industria di processo;
5. Indagine sugli effetti dell'interazione terreno-struttura, dell'interazione tra il contenuto e la struttura stessa, nonché dell'interazione dell'intero sistema terreno-struttura-fluido;
6. Definire stime della vulnerabilità sismica dei componenti industriali;
7. Valutazione dell'uso di tecniche innovative per protezione sismica delle componenti industriali più significative;
8. Classificare il rischio per definire le priorità d'intervento all'interno degli impianti;
9. Fornire strumenti di supporto alla valutazione del rischio tecnicamente ed economicamente adeguata all'esposizione reale.

Lifelines:

1. Definizione di una metodologia per la definizione e valutazione della pericolosità regionale; ciò necessiterà prevalentemente della creazione di leggi di correlazione spaziale di parametri di intensità del moto sismico considerati come parametri di input per le fragilità dei singoli componenti del sistema;
2. Definizione di una metodologia di valutazione della sensibilità ai parametri della rete da utilizzare con metodi di analisi per simulazione montecarlo.
3. Esplorazione di strategie computazionali innovative che permettano di ridurre la complessità algoritmica della valutazione della rete al di sotto di quella esponenziale che caratterizza attualmente i metodi disponibili.
4. Sviluppo della metodologia già esistente per la definizione della sicurezza sismica delle reti elettriche;
5. Definizione di una metodologia comune alle diverse reti capacitive per la definizione della loro sicurezza sismica ;
6. Analisi di rischio per sistemi spazialmente distribuiti con particolare riferimento alle reti di distribuzione di gas.

Impianti nucleari:

1. Stato dell'arte e impostazione della metodologia per la sicurezza sismica degli impianti nucleari.

<table>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Attività sperimentale prevista:
Prove sperimentali di presso–flessione di giunti di tubazioni per la determinazione della loro capacità rotazionale e della loro resistenza. Verranno trattati in particolare giunti flangiati, molto frequenti nell'industria di processo;</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Milestones</td><td>Mese 12</td><td>Mese 24</td><td>Mese 36</td></tr>
<tr><td>Stato dell'arte metodi di valutazione del rischio sismico di impianti industriali e lifelines.</td><td>Metodi di calcolo efficienti per la analisi della vulnerabilità di componenti d'impianto e lifelines. Metodi di valutazione dell'azione sismica per lifelines.</td><td>Sviluppo di tutti i casi studio. Stato dell'arte sulla valutazione sismica degli impianti nucleari.</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Prodotti che saranno disponibili a fine progetto</td><td colspan="2">Deliverable</td><td>UR responsabile</td></tr>
<tr><td colspan="2">1. Analisi di reti infrastrutturali: Valutazione della sensibilità ai parametri mediante simulazione Monte Carlo avanzata.</td><td>UNIROMA1-DISG</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. Analisi di reti infrastrutturli: algoritmi di soluzione di modelli basati sulle reti Bayesiane.</td><td>UNIROMA1-DISG</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. Relazione conclusiva sullo stato dell'arte delle tecniche di progettazione e di analisi delle tipologie strutturali analizzate.</td><td>UNIMOL</td></tr>
<tr><td colspan="2">4. Relazione conclusiva con individuazione di linee guida per la valutazione della vulnerabilità delle apparecchiature analizzate</td><td>UNIMOL</td></tr>
<tr><td colspan="2">5. Valutazione dell'interazione sismica terreno/struttura/fluido per i serbatoi interrati</td><td>UNIMOL</td></tr>
<tr><td colspan="2">6. Vulnerabilità sismica di serbatoi fondati in terreni potenzialmente liquefacibili e sistemi di mitigazione</td><td>UNIMOL</td></tr>
<tr><td colspan="2">7. Modellazione fisica in centrifuga dell'azione sismica e dell'interazione terreno/struttura</td><td>UNIMOL</td></tr>
<tr><td colspan="2">8. Rapporto descrittivo sull'implementazione del sistema di monitoraggio della Nuova Casa dello Studente presso l'Università del Molise in località Vazzieri (Campobasso); presentazione dei risultati</td><td>UNIMOL</td></tr>
<tr><td colspan="2">9. Rapporto descrittivo relativo alla progettazione e implementazione di un sistema di monitoraggio per l'edificio principale della Facoltà di Ingegneria dell'Università del Molise in Termoli (CB);</td><td>UNIMOL</td></tr>
<tr><td colspan="2">10. Presentazione dei risultati relativi al monitoraggio dell'edificio principale della Facoltà di Ingegneria dell'Università del</td><td>UNIMOL</td></tr>
</table>

	Molise in Termoli (CB)	
	11. *Relazione sullo stato delle conoscenza del comportamento di impianti industriali in zona sismica*	*UNIROMA3*
	12. *Relazione sul progetto di prove sperimentali su giunti flangiati*	*UNIROMA3*
	13. *Relazione sui metodi di analisi di componenti industriali in zona sismica, con l'ausilio di casi studio*	*UNIROMA3*
	14. *Relazione sui risultati di prove sperimentali su giunti flangiati*	*UNIROMA3*
	15. *Redazione di linee guida per il progetto e la valutazione sismica di componenti industriali*	*UNIROMA3*
	16. *Relazioni di correlazione spaziale delle principali misure di intensità del moto sismico sulla base di dati europei e italiani.*	*UNINA-DIST*
	17. *Procedure di valutazione della pericolosità per sistemi spazialmente distribuiti.*	*UNINA-DIST*
	18. *Linee guida per l'analisi di rischio sismico di reti di distribuzione con particolare riferimento alle reti di gas e illustrazione di un caso studio.*	*UNINA-DIST*
	19. *Determinazione di curve di fragilità per strutture industriali identificate;*	*UNINA-DIST*
	20. *Linee guida per l'analisi di rischio di impianti industriali che includano le perdite relative a impianti e componenti non strutturali;*	*UNINA-DIST*
	21. *Validazione e calibrazione del metodo sviluppato attraverso applicazione a strutture scelte in base a tipologie costruttive, attività produttiva, particolarità impiantistiche.*	*UNINA-DIST*
	22. *Sviluppo metodologia reti elettriche*	*UNICH-ING*
	23. *Sviluppo metodologia reti capacitive*	*UNICH-ING*
	24. *Stato dell'arte impianti nucleari*	*UNICH-ING*

Task 2.2.4 - Componenti non strutturali

Area Tematica	*AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	
Linea	*2.*	
Task	***2.4 Componenti non strutturali***	
Coordinatore del task	*Edoardo Cosenza – Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNINA-DIST	Gaetano Manfredi

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

I componenti non strutturali sono tutti quei sistemi ed elementi posti o fissati ai piani, al tetto e alle pareti degli edifici e delle strutture industriali, che non sono parte integrante del loro sistema strutturale portante. Tali elementi includono, negli impianti produttivi, anche le componenti delle linee di produzione. E' stato ampiamente osservato che il danno ai componenti non strutturali può sia rappresentare una minaccia per la vita umana che provocare ingenti perdite economiche, tra le quali l'interruzione di funzionalità dell'edificio. Infatti, le perdite dovute genericamente ai contenuti delle strutture, dominano largamente rispetto alla perdita dovuta al danno strutturale. I primi studi sui componenti non strutturali sono recenti ed a tutt'oggi a livello internazionale i ricercatori discutono circa le metodologie fondamentali sia a livello teorico che sperimentale per lo studio della capacità di tali elementi, della loro durabilità e della risposta sotto determinate azioni, in particolare quella sismica. Essi, infatti, sono difficili da analizzare accuratamente ed efficientemente. In particolare è sempre possibile analizzarli concomitantemente all'analisi delle strutture che li supportano, con il risultato di ottenere un sistema combinato primario-secondario con eccessivi gradi di libertà e grandi differenze, tra sistema primario e secondario, per quanto concerne le masse, le rigidezze e le costanti di smorzamento. Tali caratteristiche rendono i metodi convenzionali di analisi generalmente dispendiosi, non accurati e inadeguati. Come per le strutture, la determinazione della domanda (in termini di spostamento di interpiano e di accelerazione di picco dell'implacato) rientra insieme alla capacità in un discorso più ampio di definizione della fragilità degli elementi non strutturali e quindi, in ultimo, di definizione della probabilità di collasso di tali elementi considerando la pericolosità del sito di interesse. Siccome i metodi analitici non sono generalmente applicabili ad alcuni componenti non strutturali, quali per esempio le controsoffittature, e i dati relativi a terremoti passati non sono adatti alla caratterizzazione della fragilità, la tecnica più idonea per ricavare le curve di fragilità per le tali componenti non strutturali è il metodo sperimentale.

Villaverde, R. (1997). Seismic Design of Secondary Structures: State of the art. Journal of Structural Engineering 123(8): pp. 1011-1019.

Chen Y., Soong T. T. (1988). State of the art review: Seismic response of secondary systems. Engineering Stuctures, 10(4): pp. 218-228.

Miranda E., Taghavi S. (2005). Approximate floor acceleration demand in multi story buildings II: Applications. ASCE Journal of Structural Engineering 131(2): pp. 212-20.

Badillo - Almaraz, H., Whittaker, A. S., Reinhorn A. M. and Cimellaro, G. P. (2006). Seismic Fragility of Suspended Ceiling Systems, Technical Report MCEER, February 4, 2006.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Lo studio del task ha per oggetto la qualificazione sismica e la valutazione della fragilità di componenti non strutturali, in particolare controsoffitti e partizioni interne in cartongesso, al fine di consentire analisi prestazionali di edifici civili e industriali esistenti e di nuova realizzazione. Nell'ambito di tale studio, si vogliono progettare e testare accorgimenti migliorativi diretti ad innalzare i livelli di performance dei componenti non strutturali indagati.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Qualificazione sismica di componenti non strutturali, in particolare controsoffitti e partizioni interne in cartongesso, attualmente prodotti: tale qualificazione avverrà principalmente mediante prove su tavola vibrante, ma anche con prove statiche relative alle singole parti di tali componenti.*

2. *Tracciamento per via sperimentale di curve di fragilità di controsoffitti e partizioni interne in cartongesso. Al fine di ottenere il raggiungimento da parte di tali sistemi dei livelli prestazionali*

attesi, è previsto lo sviluppo tecnologico degli stessi. Tale attività sarà estesa mediante analisi numeriche.

3. *Diffusione mediante rapporti tecnico-scientifici delle curve di fragilità dei componenti non strutturali indagati attualmente prodotti e sviluppati durante il progetto, al fine di consentire analisi prestazionali di edifici civili e industriali esistenti e di nuova realizzazione. Sviluppo di linee guida ed indicazioni progettuali da inserire in normativa, per il calcolo, la produzione e massa in opera di controsoffitti e partizioni interne che soddisfino attesi livelli prestazionali.*

Una seconda parte del task è dedicata alla caratterizzazione della risposta dei componenti di impianti produttivi che possono essere trattati come blocchi rigidi al fine della modellazione della risposta e della riduzione della vulnerabilità sismica.
In particolare, saranno definiti i criteri per la valutazione della probabilità di danno relativa a componenti non strutturali ciò comprenderà:

a. *Analisi della domanda sismica di componenti non strutturali e impianti modellabili come blocchi rigidi;*
b. *Definizione della fragilità sismica per i componenti di cui al punto precedente;*
c. *Sviluppo metodologie di integrazione della fragilità dei componenti non strutturali nel calcolo della perdita attesa sismica;*

Attività sperimentale prevista:

L'attività del task sarà prevalentemente sperimentale. Si prevedono prove su tavola vibrante su componenti non strutturali, in particolare controsoffitti e partizioni interne, sottoposti ad entrambe le componenti orizzontali di terremoti; queste sono selezionate in modo da essere compatibili con gli spettri di norma dei componenti non strutturali. Le prove si svolgeranno presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Strutturale dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, dove è in dotazione un sistema di tavole vibranti.

Tale sistema di tavole vibranti consiste di due tavole a pianta quadrata avente lato pari a 3 metri. Ciascuna tavola è dotata di due gradi di libertà nelle due direzioni orizzontali. Il massimo carico di prova è pari a 200 KN per ciascuna tavola, con un intervallo di frequenza compreso tra 0 e 50 Hz, accelerazione di picco pari ad 1g, picco di velocità pari a 1m/s ed un spostamento totale pari a 500mm (±250mm); il sistema idraulico ha sei gruppi di pompe ciascuno dei quali comprende due motori pompe capaci di erogare un massimo di capacità pari a 2500l/min con picco di 3000l/min. Per carichi di prova inferiori a 200KN, sono consentite accelerazioni molto maggiori.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1 Qualificazione sismica dei componenti non strutturali indagati. *2 Sviluppo di prodotti soddisfacenti i livelli prestazionali attesi.*	*3 Tracciamento di curve di fragilità relative a tali prodotti, mediante prove su tavola vibrante e analisi numeriche.*	*4 Sviluppo di linee guida ed indicazioni progettuali per il calcolo, la produzione e messa in opera di componenti non strutturali soddisfacenti attesi livelli prestazionali nonché per la riduzione della vulnerabilità in sistemi esistenti.*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. *Metodi per la analisi della domanda sismica e della fragilità di componenti non strutturali e di impianto rigidi.*	*UNINA-DIST*
	2. *Rapporti scientifici in cui sono riportate le curve di fragilità relative ai componenti non strutturali indagati.*	*UNINA-DIST*
	3. *Linee guida ed indicazioni progettuali, per il calcolo, la produzione e massa in opera di controsoffitti e partizioni interne.*	*UNINA-DIST*

Task 2.2.5 - Contenuti museali ed aree archeologiche

Area Tematica	*AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	
Linea	*2.2 - Valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico di sistemi speciali*	
Task	***Task 2.2.5 - Contenuti museali e aree archeologiche***	
Coordinatore del task	*Antonio Borri – UNIPG, Università degli Studi di Perugia* *Stefano Podestà - UNIGE-DICAT, Università degli Studi di Genova* *Edoardo Cosenza – Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNIPG	Antonio Borri
	UNIGE-DICAT	Stefano Podestà

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

L'elevato numero di elementi strutturali che compongono il patrimonio archeologico, come per esempio le mura urbiche ed elementi murari in genere, determina l'esigenza di definire appropriate metodologie di analisi e verifica che affianchino all'affidabilità del risultato un carattere speditivo e che risultino facilmente applicabili anche da parte delle Autorità preposte alla gestione e conservazione di detto patrimonio. Allo stato le pochissime metodologie esistenti risultano essere poco organiche, molto laboriose e soprattutto migliorabili sono molti aspetti. Il presente task, che fa parte della Linea di Ricerca 2.2, avente ad oggetto la valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico di sistemi speciali, si propone quindi come obiettivo principale lo sviluppo di metodologie per la valutazione della vulnerabilità del patrimonio archeologico.
Parimenti, a valle dei numerosissimi danni rilevati in molti musei e gallerie d'arte nel recente terremoto de L'Aquila, è attualmente di grande interesse lo sviluppo di metodologie per la valutazione e mitigazione del rischio sismico di contenuti museali, come per esempio le statue.

1. *A. BORRI, A. GRAZINI, L. MARCHETTI (2004) Diagnostic Analysis of Lesions and Static Condition of Michelangelo's David. In: Exploring David, Firenze, Giunti Editore, Marzo 2004, pp. 211-220*
2. *A. BORRI, (2005) "Diagnosi delle lesioni e analisi della stabilità del David di Michelangelo" – La stabilità delle grandi statue: Il David di Michelangelo Ed. DEI, Roma, 2005– pp 39-72.*
3. *A. BORRI, G. CASTORI., A. GIANNANTONI (2006) "Note preliminari in merito alla diagnosi delle lesioni del Portale Maggiore del Palazzo dei Priori di Perugia", su: Il Portale del Palazzo dei Priori di Perugia, a cura di Vittoria Garibaldi, Ed. Quattroemme, Perugia.*
4. *A. BORRI, A. GRAZINI (2006) "Diagnostic analysis of the lesions on the Michelangelo's David", Journal of Cultural Heritage, 7, pp. 273-285.*
5. *A. BORRI, M. CORRADI, A. GIANNANTONI, E. SPERANZINI (2008) "Reticolatus: una tecnica di rinforzo di murature irregolari mediante una maglia continua di trefoli metallici", su: L'Edilizia*
6. *Podestà S., (2010) "Verifica della sicurezza sismica a livello territoriale". in Cecchi R., Roma Archæologia – II rapporto, Electa, Roma, p. 194-213.*
7. *Lagomarsino S., Podestà S., (2010) "Anfiteatro Flavio: prima valutazioni sulla sicurezza strutturale", in Cecchi R. Roma Archæologia – II rapporto, Electa, Roma, p. 214-221.*
8. *Podestà S. (2010)."Patrimonio archeologico: valutazione del rischio sismico", Ananke. 59. Dossier: Roma, Archeologia e Città, Alinea Editrice, Firenze*
9. *Podestà S. (2009) "La verifica sismica degli edifici allo stato di rudere". in Cecchi R. (2009) Roma Archæologia – I rapporto, Electa, Roma, p. 38-48.*
10. *Podestà S., Curti E., (2009). "An integrate approach for the evaluation of the seismic safety of S. Maria Antiqua church", Proceeding of Congress of Cultural Heritage, Cairo December 2009.*

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:
Per quanto attiene il patrimonio archeologico si svilupperanno metodologie di pre-analisi volte all'individuazione, attraverso l'acquisizione sul campo di parametri geometrici di facile rilievo, degli elementi strutturali (i.e.: lacerti murari, singole colonne, triliti) maggiormente vulnerabili ad un azione sismica, sui quali

condurre la valutazione di dettaglio del rischio sismico. L'individuazione delle emergenze (in termini di rischio sismico) permetterà di definire una campagna di approfondimento della conoscenza (analisi stratigrafica, indagini diagnostiche, rilievo approfonditi dei dettagli costruttivi, ecc.) per l'analisi di dettaglio finale del livello di sicurezza dei diversi manufatti. Tale approccio è finalizzato alla significativa riduzione del numero di elementi su cui focalizzare l'attenzione, permettendo una risposta immediata sulle situazioni a maggior rischio sismico. La definizione di domini limite, ottenuti tramite l'analisi limite dell'equilibrio, consentirà di fornire, nota la pericolosità, le caratteristiche geometriche limite che devono possedere i macroelementi per poter essere considerati "sicuri" rispetto all'azione sismica di riferimento. Noti tali parametri geometrici sarà possibile individuare, attraverso il rilievo sul campo, i macroelementi che presentano la maggiore vulnerabilità.
Relativamente ai contenuti museali, ed in particolarmente per le statue, l'obiettivo che ci si propone è quello di codificare un vero e proprio protocollo di analisi, attraverso il quale le Autorità preposte alla conservazione di questi oggetti d'arte possano valutare il livello di rischio del manufatto tutelato e decidere se e come sia necessario intervenire.

Per la conservazione di alcune tipologie di manufatti archeologici (mura urbiche ed elementi murari in genere) sarà specializzata una tecnica già proposta per le costruzioni murarie storiche (reticolatus).

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Sviluppo di metodologie di pre-analisi del complesso archeologico per la determinazione degli elementi maggiormente vulnerabili.*
2. *Individuazione delle emergenze ed sviluppo analisi di dettaglio della vulnerabilità sismica.*
3. *Definizione dei domini limite per elementi strutturali archeologici.*
4. *Sviluppo di un protocollo di analisi per la valutazione della vulnerabilità dei contenuti museali.*
5. *Applicazione ad alcuni manufatti archeologiche di tecniche già utilizzate per costruzioni murarie storiche.*

Attività sperimentale prevista:

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1 Sviluppo di metodologie di analisi speditiva.	2 Verifica affidabilità metodologie di analisi speditive..	3 Metodologie di analisi e gestione del rischio associato a contenuti museali ed aree archeologiche.

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. Approccio metodologico di pre-analisi vulnerabilità sismica lacerti murari (Software)	*UNIGE-DICAT*
	2. Report e schede di sintesi descrittive delle metodologie proposte	*UNIPG*

Linea 2.3 - Innovazione tecnologica in ingegneria sismica

Task 2.3.1- Sviluppo ed analisi di nuovi materiali per l'adeguamento sismico (anche nuovi cls)

Area Tematica	*AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	
Linea	*3. Innovazione tecnologica in ingegneria sismica*	
Task	***3.1 Sviluppo ed analisi di nuovi materiali per l'adeguamento sismico***	
Coordinatori del task	**Andrea Prota e Luigi Ascione**	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	1) POLIMI – U.R.1	Carlo Poggi
	2) UNIPG	Antonio Borri
	3) UNISANNIO	Francesca Ceroni
	4) UNIBO – U.R.1	Claudio Mazzotti
	5) UNINA – U.R.1	Alessandro Baratta
	6) UNIBO – U.R.2	Andrea Benedetti
	7) UNIFI	Silvia Briccoli Bati
	8) UNICAS	Elio Sacco
	9) UNINA – U.R.2	Luciano Rosati
	10) UNISA – U.R.1	Fernando Fraternali
	11) UNINA – U.R.3	Andrea Prota
	12) UNIROMA1	Giorgio Monti
	13) UNISA – U.R.2	Ciro Faella
	14) UNILE	Maria Antonietta Aiello
	15) UNICAL	Renato Sante Olivito
	16) UNISA – U.R.3	Luciano Feo
	17) UNIROMA2 – U.R.1	Franco Maceri
	18) UNIFE	Ferdinando Laudiero
	19) POLIMI – U.R.2	Marco Di Prisco
	20) UNIBS	Giovanni Plizzari
	21) UNIROMA2 – U.R.2	Antonio Grimaldi
	22) UNIBG	Paolo Riva
	23) UNIPR	Gianni Royer Carfagni
	24) UNIGE	Gambarotta

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

Le attività scientifiche previste nell'ambito del Task 3.1 sono suddivise in sei linee, come di seguito:

- *Linea A – Consolidamento di strutture murarie;*
- *Linea B – Consolidamento di strutture di c.a.;*
- *Linea C – Materiali compositi di tipo non tradizionale;*
- *Linea D – Pultrusi di FRP per la messa in opera di strutture provvisionali di puntellamento o realizzate per lo svolgimento di attività essenziali legate alla protezione civile;*
- *Linea E – Nuovi Calcestruzzi;*
- *Linea F – Cristalli strutturali.*

Salvo che per le attività ricomprese nella Linea C, il cui contenuto innovativo è testimoniato dalla esigua bibliografia ad oggi disponibile, la base di partenza scientifica, e di conseguenza lo stato delle conoscenze attuali, sono sostanzialmente rappresentati dalla letteratura scientifica riportata nella successiva bibliografia essenziale, dalle linee-guida internazionali sull'argomento e dai documenti tecnici nazionali del CNR alla cui redazione hanno partecipato molti dei ricercatori coinvolti nel presente Task 3.1.

Bibliografia essenziale:

Colombi P., Fava G., Poggi C. (2010). Bond Strength of CFRP-concrete elements under freeze-thaw cycles. Composite Structures, 92, 973-983.

Milani G., Milani E., Tralli A., (2010) Approximate limit analysis of full scale FRP-reinforced masonry buildings through a 3D homogenized FE package. Composite Structures, 92, 918-935.

Borri A., Castori G., Grazini A. (2009). Retrofitting of masonry building with reinforced masonry ring-beam. Construction and Building Materials, 23(5), 1892–1901, Elsevier.

Borri A., Corradi M., Giannantoni A., Speranzini E. (2009). Reinforcement of historic masonry: the Reticolatus technique. 13th scientific-technical Conference - Remo 2009 - Repair, conservation and strengthening of traditionally erected buildings and historic buildings, December 2-4, 2009, Wroclaw, Poland.

Ceroni F., Pecce M., Matthys S., Taerwe L. (2008). Bond tests on concrete elements with CFRP and anchorage systems. Composites: Part B, 3, 429–441, Elsevier.

Ceroni F., Prota A. (2009). Case study: Seismic upgrade of a masonry bell tower by GFRP ties. ASCE Journal of Composite for Construction, 13 (3), 188-197.

Mazzotti C., Savoia M., Ferracuti B. (2009). A new single-shear set-up for stable debonding of FRP–concrete joints. Construction and Building Materials, 23(4), 1529-1537, 2009.

Mazzotti C., Savoia M. (2009). FRP-concrete bond behaviour under cyclic debonding force. Advances in Structural Engineering, 12(6), 771-780.

Baratta A., Corbi I., Corbi O. (2007). Laboratory tests and mechanical models for the validation of FRP reinforcement of masonry structures. Proc. ICCEM13, Alexandroupolis, Grecia, Luglio 2007, paper n. 479, pp. 8.

Baratta A., Corbi I., Corbi O. (2008). Stress Analysis of Masonry Structures: Arches, Walls, and Vaults. In: "Structural Analysis of Historic Constructions: Preserving Safety and Significance". D'Alaya and E. Fodde Eds. Balkema Book, CRC Press, 2008 Taylor & Francis Group, 321-329.

Pelà L., Aprile A., Benedetti. A. (2009). Seismic assessment of masonry arch bridges. Engineering Structures, 31, 1777-1788.

Benedetti A., Steli E. (2008). Analytical models for shear–displacement curves of unreinforced and FRP reinforced masonry panels. Construction and Building Materials, 22, 175 –185.

Alecci V., Briccoli Bati S., Ranocchiai G. (2009). Study of brickwork columns confined with CFRP composite. Journal of Composites for Construction.

Briccoli Bati S., Rotunno T. (2009). Un metodo numerico per il calcolo del carico di collasso di archi in muratura rinforzati con FRP, Ischia, 8-10 Settembre 2009.

Alecci V., Briccoli Bati S., Ranocchiai G. (2009). Study of brick masonry columns confined with CFRP composite. Journal of Composites for Construction,13 (3), 179 – 187.

Sacco E. (2009). A nonlinear homogenization procedure for periodic masonry. European Journal Of Mechanics. A, Solids, 28, 209-222.

Caporale A., Luciano R., Rosati L. (2006). Limit analysis of masonry arches with externally bonded FRP reinforcements. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 196, 247-260.

Rosati L., Marmo F., Serpieri R. (2008). Enhanced solution strategies for the ultimate strength analysis of composite steel-concrete sections subject to axial force and biaxial bending, Comput. Methods Appl. Mech. Engrg., 197, 1033–1055.

Marmo F., Rosati L., Sessa S. (2008). Exact integration of uniaxial elasto-plastic laws for nonlinear structural analysis. Seismic Engineering International Conference commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake (MERCEA'08), 08-11 luglio 2008.

Schmidt B, Fraternali F., Ortiz M. (2009). Eigenfracture: An Eigendeformation Approach to Variational Fracture. Multiscale Modeling & Simulation, 7(3), 1237-1266, ISSN: 1540-3459, doi: 10.1137/080712568.

Fraternali F., Feo L., Ascione L. (2009). Fracture Behavior of FRP-Reinforced Masonry Structures. In: Mechanics of masonry structures strengthened with composite materials. Modeling, testing, design, control. Venezia, Italy, April 1-3, 2009, p. 292-299, ISBN/ISSN: ISBN 88-371-1771-X.

Fraternali F. (2003). Un approccio numerico alle tensioni per i solidi murari piani. AIMETA '03, Ferrara, Italy, September 9-12, 2003, vol. CD-Rom Proceedings.

Prota A., Manfredi G., Monti G., Di Ludovico M., and Lignola G.P. (2009). Retrofitting of Existing RC Buildings with FRP. Proceedings of Eurocode 8 Perspectives from the Italian Standpoint Workshop, Paper ID: 13_EC8, 159-169, ISBN 978-88-89972-16-8.

Manfredi G., Verderame G.M., and Lignola G.P. (2008). A F.E.M. Model For The Evaluation Of The Seismic Behavior Of Internal Joints In Reinforced Concrete Frames. In proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, Cina, Paper ID:05-01-0189.

Menegotto M., Monti G., Liotta M.A. (2008). Modelling shear mechanisms in FRP-strengthened r/c beams. In: AMCM 2008 - Analytical Models and New Concepts in Concrete and Masonry Structures, AMCM'2008, Lodz, Poland, 9-11 June, LODZ.

Monti G., Liotta M.A. (2007). Pretension of externally bonded FRP fabrics for flexural reinforcement of RC beams: methods and design equations. In: Asia-Pacific Conference on FRP in Structures (APFIS 2007), Hong Kong, 12-14 Dicembre.

Faella C., Martinelli E., Nigro E. (2008). Formulation and Validation of a Theoretical Model for Intermediate Debonding in FRP Strengthened RC Beams. Composites Part B, 39(4), 645-655, Jun 2008 (doi:10.1016/j.compositesb.2007.06.002).

Faella C., Martinelli E., Nigro E., Paciello S. (2009). Shear Capacity of Masonry Walls Externally Strengthened by a Cement-Based Composite Material: an Experimental Campaign. International Journal of Construction and Building Materials, (doi: 10.1016/j.conbuildmat.2009.08.019).

Aiello M.A., Micelli F., Valente L. (2009). FRP Confinement of Square Masonry Columns. ASCE Journal of Composites for Construction, 13(2), 148-158.

Aiello M.A., Leone M., Bonfantini L. (2008). Influence of the substrate on bond between EBR and concrete. Proceeding of the 4th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering, CICE 2008, Zurich, Switzerland, 22-24 July 2008, CD-rom.

Olivito R.S., Venneri A., Zuccarello F.A. (2009). An experimental equipment for delamination tests of FRP reinforced bricks. III Convegno Nazionale Meccanica delle Strutture in Muratura Rinforzate con Compositi (MURICO3), Venezia, Italia, 22-24 Aprile 2009.

Ombres L. (2009). Prediction of the in-plane shear capacity of masonry walls strengthened with FRP sheets. III Convegno Nazionale Meccanica delle Strutture in Muratura Rinforzate con Compositi (MURICO3), Venezia, Italia, 22-24 Aprile 2009.

Ascione F., Feo L., Maceri F. (2009). An experimental investigation on the bearing failure load of glass fibre/epoxy laminates. Composites Part B: Engineering, 40, 197-205.

Ascione F., Feo L., Maceri F. (2008). Risultati di un'indagine sperimentale sulla rottura per rifollamento di laminati compositi fibrorinforzati. XXXVII Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana per l'Analisi delle Sollecitazioni (AIAS 2008), Roma, 10-13 settembre 2008, (Atti su CD ROM).

Maceri F., Vairo G.. Anisotropic thin-walled beam models: A rational deduction from three-dimensional elasticity. Journal of Mechanics of Materials and Structures, 4(2), 371-394.

Di Cuonzo A., Laudiero F., Maceri F., Minghini F., Rullini N. (2008). Design and construction of a temporary structure composed by FRP pultruted profiles. Proc. 4th Int. Conference on FRP Composites in Civil Engineering (CICE 2008), Switerland.

Minghini F., Tullini N., Laudiero F. (2008). Vibration analysis with second-order effects of pultruded FRP frames using locking-free elements. Thin-Walled Structures, doi:10.1016/j.tws.2008.07.001.

Minghini F., Tullini N., Laudiero F. (2008). Elastic buckling analysis of putruded FRP portal frames having semirigid connections. Engineering Structures, doi:10.1016/ j.engstrut.2008.09.003.

Di Prisco M., Dozio D. (2008). Post-tensioned SFRC beams in Fibre Reinforced Concrete: design and applications. Proc. of 7th Rilem Int. Conf. BEFIB 08, ISBN 978-2-35158-064-6, BAGNEUX Rilem Publications S.a.r.l., France, PRO 60, 899-910.

Di Prisco M., Plizzari G.A., Vandewalle L. (2009). Fibre reinforced concrete: new design perspectives, Materials and Structures Journal, 1261-1281.

Cadoni A., Meda A., Plizzari G. (2009). Tensile behaviour of FRC under high strain-rate. Materials and Structures, 42(9), 1283-1294.

Marini A., Plizzari G., Zanotti C. (2009). Seismic enhancement of existing buildings by means of Fiber Reinforced Concrete diaphragms. In Proceedings of the ACT & SEI Conf. on Improving the Seismic Performance of Existing Buildings and Other Structures, San Francisco (CA), December 9-11 2009. To be published in the Journal of Civil Engineering and Architecture (ISSN1934-7359), David Publishing Company, Chicago, IL, USA.

Zanotti C., Marini A., Plizzari G. (2009). Nonlinear FE analysis of fibre reinforced concrete floor diaphragms undergoing seismic actions. In Proceedings of the International Conference on Protection of Historical Buildings (PROHITECH 09), Rome, 21-24 June.

Meda A., Plizzari G.A., Rinaldi Z., Martinola G. (2008). Strengthening of R/C existing columns with high performance fiber reinforced concrete jacket. ICCRRR 08 International Conference on Concrete Repair, Rehabilitation, and Retrofitting. Cape Town (South Africa), 24-28 November 2008.

Marini A., Meda A. (2009). Retrofitting of r/c shear walls by means of high performance jackets. Engineering Structures, 31(12), 3059-3064.

Beschi C., Meda A., Riva P. (2009). Rinforzo di pilastri con incamiciature ad elevate prestazioni. XIII Convegno ANIDIS, Bologna, 28/06-2/07/2009.

Beschi C., Meda A., Riva P. (2009). High Performance Fiber Reinforced Concrete Jacketing in a Seismic Retrofitting Application. ATC & SEI conference on Improving the Seismic Performance of Existing Buildings and Other Structures, San Francisco.

Royer-Carfagni, G., Silvestri, M., Fail-safe point fixing of structural glass. New advances. Engineering Structures, 31, pp. 1661.1676, 2009.

Royer-Carfagni, G., Silvestri, M., A proposal for an arch footbridge in Venice made of structural glass masonry. Engineering Structures, 29(11), pp. 3015-3025, 2007.

Royer-Carfagni, G., Silvestri, M., An innovative point-fixing device for architectural grazing. From concept to realization. Glass Technology International, 20(4), pp. 84-88, 2009.

Royer-Carfagni, G., Silvestri, M., Towards an Italian code for structural glass, Proceedings XXXIV A.T.I.V. International conference, Parma (I), July 9-10, 2009.

Freddi, F., Royer-Carfagni, G., Silvestri, M., Fail-safe design of façades with a new point fixing device. Experimental and numerical analysis of the post-glass-breakage performance. Proceedings of the Glass Performance Days, Tampere (Fi), June 12-15, 2009.

Documenti tecnici del CNR:

- CNR-DT 200/2004, "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati" (Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p., strutture murarie);

- *CNR-DT 201/2005, "Studi Preliminari finalizzati alla redazione di Istruzioni per Interventi di Consolidamento Statico di Strutture Lignee mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati";*
- *CNR-DT 202/2005, "Studi Preliminari finalizzati alla redazione di Istruzioni per Interventi di Consolidamento Statico di Strutture Metalliche mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati";*
- *CNR-DT 203/2006, "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Calcestruzzo armato con Barre di Materiale Composito Fibrorinforzato";*
- *CNR-DT 204/2006, "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Calcestruzzo Fibrorinforzato";*
- *CNR-DT 205/2007, "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture realizzate con Profili Sottili Pultrusi di Materiale Composito Fibrorinforzato (FRP)".*

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

La presente sezione è stata compilata con riferimento all'articolazione in sei Linee delle attività di ricerca previste nell'ambito del Task 3.1.

A. CONSOLIDAMENTO DI STRUTTURE MURARIE

- **A1 - Strutture piane soggette a sollecitazioni alternate**
- ***Unità di ricerca coinvolte: POLIMI-UR1, UNIPG, UNISANNIO, UNIBO-UR1***

La ricerca consentirà di conoscere più approfonditamente il comportamento di strutture murarie rinforzate sulla base di analisi numeriche e dati sperimentali raccolti in bibliografia e/o ottenuti da prove condotte direttamente dalle Unità di Ricerca coinvolte.

L'obiettivo principale consiste nella calibrazione di modelli comportamentali da implementare nello studio di interi edifici e di individuare procedure di approccio allo studio della vulnerabilità sismica di edifici in muratura esistenti da rinforzare con materiali compositi.

- **A2 – Archi, volte e cupole**
- ***Unità di ricerca coinvolte: UNINA-UR1, UNIBO-UR2, UNIFI***

Valutazione dei parametri meccanici ed elenco delle possibili forme di rinforzo mediante materiali compositi.
Investigazione analitica degli effetti di scala su strutture murarie a tipologia monumentale.

L'obiettivo principale è la stima del coefficiente di sicurezza statico e sismico mediante analisi manuali e numeriche tipiche della pratica professionale.

- **A3 – Modelli di calcolo strutturale per interventi di adeguamento sismico**
- ***Unità di ricerca coinvolte: UNICAS, UNINA-UR2, UNISA-UR1, UNIGE***

Studio dei meccanismi di collasso nel piano e dei meccanismi di collasso fuori del piano di strutture murarie per il tramite di una modellazione tridimensionale in campo non lineare della struttura

Studio di algoritmi non lineari per la modellazione del comportamento costitutivo di calcestruzzi ad alta resistenza nonché per l'analisi di nuclei in c.a. in termini di resistenza e duttilità.

Sviluppo di approcci alle distorsioni (del tipo "eigenfracture") e di metodi alle tensioni concentrate (del tipo "lumped stress method" e "thrust network approach") per la verifica della struttura muraria rinforzata sotto azioni sismiche e la previsione dei corrispondenti quadri fessurativi e di danneggiamento strutturale.

L'obiettivo principale concerne lo sviluppo di codici di calcolo di supporto ai progettisti sia nella fase di verifica sismica degli edifici esistenti in muratura sia nella fase di progettazione di interventi di rinforzo basati sull'utilizzo di materiali innovativi.

B. CONSOLIDAMENTO DI STRUTTURE DI C.A.

- **B1 - Consolidamento di strutture in c.a.: efficacia del confinamento per insufficiente sovrapposizione e/o svergolamento di barre longitudinali, interventi locali su nodi non confinati**

- ***Unità di ricerca coinvolte: UNINA-UR3***

Studio del comportamento dei trave-pilastro non confinati.

Valutazione numerico-sperimentale dell'incremento di capacità indotto dall'applicazione di tessuto quadriassiale nella zona di pannello nodale e di tessuto uniassiale alle estremità dei pilastri.

L'obiettivo principale è la valutazione critica dell'uso di materiali compositi nella finalità di fronteggiare situazioni caratterizzate di giunzioni caratterizzate da lunghezza di sovrapposizione delle barre longitudinali insufficiente e/o dettagli di ancoraggio non conformi alle attuali prescrizioni sismiche. I dati sperimentali saranno confrontati con le previsioni della capacità rotazionale fornite dalle vigenti norme sismiche.

- **B2 - Impiego di lamine pretese**

- ***Unità di ricerca coinvolte: UNIROMA1***

Sviluppo di metodi ed equazioni di progetto per l'impiego di FRP pre-tesi per il rinforzo a flessione di elementi di c.a., utilizzabili in maniera agevole nel mondo professionale.

L'obiettivo principale è la formulazione di una procedura basata su pochi parametri geometrici e meccanici agevole da ripercorrere anche da parte dei professionisti interessati.

C. MATERIALI COMPOSITI DI TIPO NON TRADIZIONALE

- **C1 - Impiego di sistemi meccanici di ancoraggio**

- ***Unità di ricerca coinvolte: UNISA-UR2***

Studio del comportamento di lamine di FRP collegate a blocchi di calcestruzzo tramite connettori metallici ("meccanically fastened - MF-FRP – laminates") nonché analisi di travi in c.a. rinforzate esternamente tramite lamine in FRP collegate con dispositivi metallici ed analisi di pannelli murari rinforzati tramite lamine in composito ancorate meccanicamente. L'obiettivo consiste in un'analisi generale dei sistemi meccanici di ancoraggio.

- **C2 - Rinforzo con fibre e/o matrici non tradizionali**

- ***Unità di ricerca coinvolte: UNILE***

Analisi della risposta strutturale di elementi murari soggetti a compressione (colonne) e a sforzo di taglio (pannelli murari) rinforzati con materiali innovativi non convenzionali (fibre di basalto, metalliche ecc., matrici cementizie, cementizie fibrorinforzate ecc.).

L'obiettivo principale è la valutazione dell'efficacia di simili sistemi di rinforzo, anche con riferimento al problema dell'aderenza.

- **C3 - Rinforzo con fibre e/o matrici non tradizionali**

- ***Unità di ricerca coinvolte: UNICAL***

Studio della delaminazione su laterizi rinforzati con fibre naturali (juta, canapa, lino) per la valutazione dell'efficacia del rinforzo eseguito con materiali innovativi. Sono altresì previste prove su macroelementi di muratura di laterizi pieni o pietrame e malta cementizia soggetti a compressione uniassiale, compressione diagonale e taglio, con e senza l'applicazione di strisce di materiale composito in fibre naturali.

L'obiettivo principale è l'analisi del comportamento delle suddette membrature.

D. PULTRUSI DI FRP PER LA MESSA IN OPERA DI STRUTTURE PROVVISIONALI DI PUNTELLAMENTO O REALIZZATE PER LO SVOLGIMENTO DI ATTIVITÀ ESSENZIALI LEGATI ALLA PROTEZIONE CIVILE

- **D1 - Giunti bullonati e incollati**

- ***Unità di ricerca coinvolte: UNISa-UR2, UNIROMA2-UR1***

Sviluppo di un approccio di tipo tecnico per il progetto e la verifica di collegamenti bullonati ed incollati tra componenti strutturali di FRP.

L'obiettivo principale è la definizione di regole specifiche per il dimensionamento ottimale di strutture provvisionali modulari di materiale fibrorinforzato mediante l'esecuzione di prove di caratterizzazione di elementi e moduli strutturali e modellazioni analitico-numeriche basate su approcci semplificati.

- **D2 - Metodi di calcolo**

- ***Unità di ricerca coinvolte: UNIFE***

Valutazione dell'influenza degli scorrimenti dovuti a flessione e torsione non uniformi con riferimento a profili in GFRP necessari all'utilizzo del modello di trave di Timoshenko-Reissner;

L'obiettivo principale è lo studio dell'instabilità fuori dal piano e la risposta dinamica di strutture in GFRP e di determinare l'interazione fra instabilità locale e globale nei profili in GFRP inflessi o presso-inflessi.

E. NUOVI CALCESTRUZZI

- ***Unità di ricerca coinvolte: POLIMI-UR2, UNIBS, UNIROMA2-UR2, UNIBG***

Taratura dei modelli numerici che caratterizzino il comportamento a taglio di lastre sottili in FRC. Al fine di valorizzare al meglio le risorse post-fessurazione del FRC, le analisi numeriche saranno svolte nell'ambito della meccanica della frattura non lineare.

Definizione di modelli semplici per la determinazione della resistenza a taglio di lastre sottili in FRC. Si intende valutare numericamente la resistenza a taglio (nel piano) di lastre sottili in calcestruzzo fibrorinforzato applicate su impalcati esistenti lignei o in calcestruzzo armato alleggerito con blocchi di laterizio. Ciò al fine di garantire il comportamento a diaframma.

L'obiettivo principale è lo sviluppo di approcci analitici semplificati e procedure per la progettazione di interventi di adeguamento o miglioramento con materiali innovativi fibrorinforzati per il rinforzo e la riparazione di strutture in c.a. esistenti. Si unisce al primo la stesura di linee guida per la progettazione e la realizzazione di interventi di rinforzo di travi di collegamento a partire da condizioni di danno preesistente accertate.

E' prevista, infine, la stesura di linee guida per la progettazione e la realizzazione di interventi di rinforzo di solai di edifici esistenti con FRC.

F. CRISTALLI STRUTTURALI

- ***Unità di ricerca coinvolte: UNIPR***

L'obiettivo è quello di analizzare strategie per sopperire alla fragilità intrinseca del vetro, materiale particolarmente vulnerabile alle azioni sismiche. Vengono analizzate due alternative: una protezione basata sull'isolamento sismico dalla struttura alla quale sono connessi;il miglioramento del comportamento a rottura degli elementi,finalizzato ad evitare il collasso catastrofico, mediante composizione con intercalari ad alte

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

La presente sezione è stata compilata con riferimento alla suddivisione su sei Linee delle attività di ricerca previste nell'ambito del Task 3.1. Per le attività delle singole unità di ricerca si faccia riferimento al paragrafo precedente.

A. CONSOLIDAMENTO DI STRUTTURE MURARIE

- **A1 - Strutture piane soggette a sollecitazioni alternate**
    1. *Definizione della resistenza a carichi ciclici di elementi murari rinforzati con FRP. Verifica dell'affidabilità delle raccomandazioni progettuali contenute nel documento CNR DT200 mediante confronti con risultanze sperimentali.*
    2. *Aspetti di durabilità di sistemi di rinforzo con FRP applicati su strutture murarie: resistenza a sollecitazioni meccaniche cicliche ed ambientali (effetti termici, raggi UV, umidità, alcali etc.).*

3. *Studio di modelli numerici per l'analisi di elementi murari rinforzati con FRP.*
4. *Studio di prove in situ atte a certificare la funzionalità delle applicazioni di rinforzi in FRP (prove termografiche, ultrasoniche e semidistruttive).*
5. *Valutazione del comportamento meccanico di pannelli murari sia in pietrame irregolare sia in pietrame listato con elementi laterizi, soggetti a carichi alternati, sia taglianti che ortogonali, rinforzati con tecniche/materiali innovativi che prevedano il mantenimento delle caratteristiche del faccia a vista.*
6. *Utilizzo di diverse tipologie di materiali innovativi: influenza sulla duttilità e sulla resistenza del pannello.*
7. *Definizione e codifica delle tecniche di intervento sperimentate, in funzione delle diverse tipologie di materiale impiegato.*
8. *Valutazione del comportamento di elementi in muratura rinforzati con materiali FRP in regime di carico monotono e ciclico e dell'intero edificio in muratura sotto azioni sismiche mediante modelli analitici e numerici (FEM) in campo lineare e non lineare.*
9. *Indicazioni per la progettazione e realizzazione di rinforzi di pareti in muratura con FRP anche in presenza di sistemi di ancoraggio meccanico sotto azioni monotone e cicliche.*
10. *Studio dell'aderenza rinforzo – muratura di laterizio: indagini sperimentali, modellazione numerica e affinamento delle raccomandazioni del documento CNR DT200.*
11. *Studio dell'aderenza di barre in composito annegate nei letti di malta (NSM): indagini sperimentali, modellazione numerica e proposta di raccomandazioni per il documento CNR DT200.*
12. *Studio della resistenza di elementi piani in muratura a sollecitazioni alternate: prove sperimentali su pannelli in scala, modellazione numerica a messa a punto di modelli di progetto per le tecnologie più frequenti di intervento di rinforzo e loro verifica sperimentale.*

- **A2 - Archi, volte e cupole**

1. *Investigazione analitica degli effetti di scala su strutture murarie a tipologia monumentale.*
2. *Investigazione analitica degli effetti di scala su strutture murarie a tipologia monumentale consolidate con compositi fibro-rinforzati.*
3. *Analisi statica e/o dinamica di strutture murarie ad arco o volta.*
4. *Analisi statica e/o dinamica di strutture murarie ad arco o volta consolidate con compositi fibro-rinforzati.*
5. *Selezione dei casi studio di archi, volte e cupole, a partire da una rassegna di edifici esistenti in muratura di tipo monumentale.*
6. *Valutazione dei parametri meccanici ed individuazione di possibili forme di rinforzo mediante materiali compositi.*
7. *Stima del coefficiente di sicurezza statico e sismico mediante analisi tipiche della pratica professionale. Confronto della prestazione dei differenti sistemi di rinforzo. Predisposizione di modelli in scala sui quali testare le valutazioni preliminari svolte per via numerica.*
8. *Analisi delle prove sperimentali mediante modelli numerici non lineari.*
9. *Miglioramenti specifici delle differenti tecniche di rinforzo e messa a punto di modelli semplificati di previsione.*
10. *Individuazione dei diversi comportamenti strutturali di sistemi voltati in funzione delle tecniche costruttive messe in atto. Selezione di casi più significativi.*
11. *Individuazione di idonee strategie di rinforzo con diversi materiali compositi. Definizione dei tipi di rinforzo più idonei in vista di interventi ottimali dal punto di vista dell'innalzamento della capacità portante, della compatibilità, della riduzione della invasività e dell'economia generale delle operazioni di rinforzo.*
12. *Sviluppo e predisposizione di modelli predittivi del comportamento di strutture voltate rinforzate con diversi materiali compositi.*

- **A3 - Modelli di calcolo strutturale per interventi di adeguamento sismico**

1. *Indagine, determinazione e definizione degli aspetti peculiari relativi alle problematiche della modellazione strutturale di costruzioni in muratura rinforzate con materiali innovativi.*
2. *Sviluppo di modelli per la valutazione del grado di sicurezza di costruzioni murarie rinforzate e non nei confronti delle azioni sismiche.*
3. *Implementazione in codici calcolo automatico di modelli numerici che simulino il comportamento delle costruzioni in muratura rinforzate con materiali innovativi soggette ad azioni sismiche, valutandone il grado di sicurezza.*
4. *Sviluppo di tecniche fiber-free per l'analisi non lineare di strutture realizzate con calcestruzzi ad alta resistenza.*

5. *Modellazione del comportamento non lineare di nuclei in cemento armato ed elaborazione di proposte prenormative di verifica.*
6. *Formulazione di algoritmi numerici per l'analisi in campo elastico di strutture in muratura piane (pareti murarie, strutture miste) rinforzate con elementi in FRP e materiali compositi di tipo innovativo.*
7. *Formulazione di algoritmi numerici per l'analisi in campo elastico di strutture in muratura curve (volte e cupole) rinforzate con elementi in FRP e materiali compositi di tipo innovativo.*

B. CONSOLIDAMENTO DI STRUTTURE DI C.A.

- **B1 - Consolidamento di strutture in c.a.:**

(i) *Prove sperimentali su sottoassemblaggi colonna-plinto di fondazione in cui i dettagli costruttivi rivestono un ruolo fondamentale nello sviluppo dei meccanismi di resistenza e deformabilità*.

- **B2 – Impiego di lamine pretese**

1. *Formulazione di equazioni di progetto per l'impiego di FRP pre-tesi per il rinforzo a flessione di elementi in c.a., utilizzabili in maniera agevole nel mondo professionale.*

2. MATERIALI COMPOSITI DI TIPO NON TRADIZIONALE

- **C1- Impiego di sistemi meccanici di ancoraggio**

1. *Realizzazione di prove sperimentali di pull-out su lamine in FRP collegate a blocchi di calcestruzzo tramite connettori metallici ("meccanically fastened - MF-FRP – laminates").*
2. *Realizzazione di prove sperimentali su travi in c.a. rinforzate esternamente tramite lamine in FRP collegate con dispositivi metallici.*
3. *Realizzazione di prove sperimentali su pannelli murari rinforzati tramite lamine in composito ancorate meccanicamente.*
4. *Simulazione numerica delle prove sperimentali di cui sopra finalizzata alla identificazione dei legami forza spostamento che descrivono il comportamento degli ancoranti meccanici.*

- **C2 - Rinforzo con fibre e/o matrici non tradizionali**

1. *Impiego di materiali compositi fibrosi a matrice polimerica e cementizia per il miglioramento della risposta strutturale di elementi murari dell'edilizia storica e residenziale.*
2. *Messa a punto di una prova per la misura dell'aderenza tra substrato lapideo e materiali compositi non convenzionali.*
3. *Esecuzione di prove di delaminazione su laterizi rinforzati con fibre naturali (juta, canapa, lino) per la valutazione dell'efficacia del rinforzo eseguito con materiali innovativi.*
4. *Realizzazione di macroelementi di muratura di laterizi pieni o pietrame e malta cementizia per l'esecuzione di prove di compressione uniassiale, compressione diagonale e taglio, con e senza l'applicazione di strisce di materiale composito in fibre naturali.*
5. *Modellazione del comportamento meccanico di elementi in muratura rinforzata soggetti a taglio.*
6. *Valutazione dell'influenza dei sistemi di rinforzo sulla risposta strutturale di murature rinforzate.*

3. PULTRUSI DI FRP PER LA MESSA IN OPERA DI STRUTTURE PROVVISIONALI DI PUNTELLAMENTO O REALIZZATE PER LO SVOLGIMENTO DI ATTIVITÀ ESSENZIALI LEGATI ALLA PROTEZIONE CIVILE

- **D1 - Giunti bullonati e incollati**

1. *Studio delle diverse formulazioni teoriche e dei modelli meccanici attualmente disponibili in letteratura.*
2. *Preparazione e strumentazione dei prototipi di connessioni da sottoporre a prova; messa a punto del sistema di acquisizione dati; caratterizzazione meccanica dei materiali compositi costituenti i prototipi.*
3. *Esecuzione delle prove sperimentali sui collegamenti bullonati.*
4. *Formulazione di un approccio di tipo tecnico per il progetto e la verifica di collegamenti bullonati tra componenti strutturali di FRP.*
5. *Caratterizzazione sperimentale di giunti bullonati tra elementi strutturali in composito al variare delle modalità di giunzione.*
6. *Valutazione anche sperimentale delle prestazioni di strutture leggere provvisionali a carattere modulare realizzate con materiali fibrorinforzati, con particolare riferimento al comportamento delle giunzioni.*
7. *Proposta di regole specifiche per il dimensionamento ottimo di strutture provvisionali modulari in materiale fibrorinforzato.*

- **D2 - Metodi di calcolo**

1. *Prove statiche e dinamiche per la valutazione sperimentale dei parametri meccanici dei profili in GFRP necessari all'utilizzo del modello di trave di Timoshenko-Reissner.*

2. *Studio dell'influenza del comportamento spaziale dei nodi semirigidi sulla risposta di strutture in GFRP.*
3. *Valutazione delle curve di stabilità per flessione e presso flessione in funzione della snellezza dei profili mediante modellazione numerica.*

4. NUOVI CALCESTRUZZI

1. *Verifica sperimentale della resistenza a taglio e torsione di lastre in calcestruzzo prefessurate rinforzate con FRCC con eventuale presenza di rinforzo diffuso ad alta durabilità (textile).*
2. *Modellazione numerica basata sulla meccanica della frattura con approccio a fessura diffusa.*
3. *Definizione di modelli semplificati per la determinazione dell'incremento di capacità portante e di duttilità, a partire da resistenza e duttilità accertate, caratterizzanti elementi strutturali con differenti livelli di danneggiamento preventivo.*
4. *Prove su modelli in scala reale sulle tecnologie più promettenti individuate nel precedente task.*
5. *Definizione di modalità operative per l'applicazione del rinforzo.*
6. *Modelli progettuali di valutazione dell'incremento di capacità portante con riferimento al preesistente stato di danneggiamento.*
7. *Stesura di linee guida per la progettazione e la realizzazione di interventi di rinforzo di travi di collegamento a partire da condizioni di danno preesistente accertate.*
8. *Caratterizzazione di materiali innovativi fibrorinforzati ottimali per il rinforzo e la riparazione di strutture in c.a. esistenti.*
9. *Valutazione delle caratteristiche di resistenza, rigidezza e duttilità di elementi trave, pilastro e pareti rinforzate, e comportamento globale della struttura a seguito dell'intervento.*
10. *Definizione di regole specifiche per la progettazione di interventi di adeguamento o miglioramento con tali materiali.*
11. *Individuazione di tipologie di calcestruzzi ad elevatissime prestazioni, fibrorinforzati, compatibili per l'applicazione su strutture in c.a. esistenti.*
12. *Verifica dell'efficacia di questa tecnica nel rinforzo di strutture esistenti mediante la realizzazione di prove su elementi in scala reale. Questa fase permetterà, inoltre, di definire procedure tecnologiche per l'applicazione dei calcestruzzi ad alte prestazioni su strutture reali.*
13. *Taratura dei modelli numerici sulla base dell'individuazione di opportuni legami, che caratterizzino il comportamento di elementi strutturali in c.a. sui quali sia applicato questo tipo di rinforzo.*
14. *Messa a punto di tecniche di intervento su edifici esistenti in c.a. in grado di avere un impatto estetico minimo e al contempo elevata efficacia e tecniche di rinforzo su strutture in c.a. danneggiate ad esempio a seguito di un evento sismico.*

Per quanto concerne, infine, le attività relative alla Linea F, esse sono integralmente affidate alla U.R. 23 perante presso la sede UNIPR.

Attività sperimentale prevista:

La presente sezione è stata compilata con riferimento alla suddivisione su cinque Linee delle attività di ricerca previste nell'ambito del Task 3.1

A. CONSOLIDAMENTO DI STRUTTURE MURARIE

- **A1 - Strutture piane soggette a sollecitazioni alternate**

Per la definizione della resistenza a carichi ciclici di elementi murari rinforzati con FRP e per la valutazione della resistenza a sollecitazioni meccaniche cicliche ed ambientali sono previste prove sperimentali che si svolgeranno presso il Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano. E' prevista una collaborazione con il gruppo di ricerca dell'Università di Bologna.

Ai fini della valutazione del comportamento meccanico di pannelli murari soggetti a carichi alternati, sia taglianti che ortogonali, rinforzati con tecniche/materiali innovativi che prevedano il mantenimento delle caratteristiche del faccia a vista si prevedono, da parte dell'UR dell'Università di Perugia, compatibilmente alla disponibilità, alcune prove in situ su pannelli murari, rinforzati con le tecniche ed i materiali innovativi in questione.

Per avere delle indicazioni per la progettazione e realizzazione dell'efficacia di diverse tecniche per il rinforzo di pareti in muratura con FRP si prevede la realizzazione di prove sperimentali monotone e cicliche su elementi in muratura in piccola scala rinforzati con diverse tecniche e con sistemi di ancoraggio. Le prove si svolgeranno presso il laboratorio Materiali e Strutture del Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi del Sannio. La scelta dei materiali di supporto (pietre naturali, tufo, malte) e di rinforzo (griglie FRP, barre e strip per la tecnica Near Surface) da utilizzare nelle prove sarà realizzata in collaborazione con il Dipartimento

di Ingegneria dell'Università di Napoli al fine di uniformare le tipologie di materiali ed i sistemi investigati al variare degli schemi di prova.

Le indagini sperimentali verteranno anche sull'aderenza rinforzo – muratura di laterizio e in particolare riguarderanno: due differenti tipi di incollaggio e differenti tipi di trattamento superficiale, azioni persistenti nel tempo (eventuale comportamento viscoso, resistenza residua), azioni con una componente normale alla superficie, azioni di tipo ciclico. Si svolgeranno indagini sperimentali per valutare l'aderenza di barre in composito annegate nei letti di malta (NSM) e prove sperimentali su pannelli in scala per la resistenza di elementi piani in muratura a sollecitazioni alternate. Tali prove saranno condotte presso il Laboratorio Lisg dell'Università di Bologna, in collaborazione con Unisannio, Unina e Polimi, che utilizzeranno differenti tipologie di muratura e di rinforzo. È prevista inoltre una collaborazione con Polimi riguardante prove di durabilità dell'incollaggio rinforzo – muratura in ambiente aggressivo.

- **A2 - Archi, volte e cupole**

L'unità UNINA-U.R. 1 si occuperà della investigazione sperimentale di strutture murarie ad arco o volta consolidate con compositi fibro-rinforzati.

Per eseguire un confronto della prestazione di differenti sistemi di rinforzo saranno svolte dall'unità UNIBO delle prove sperimentali su modelli in scala sui quali testare le valutazioni preliminari svolte per via numerica.

Presso il laboratorio del Dipartimento di Costruzioni della Università degli Studi di Firenze si svolgeranno prove statiche su modelli in scala di elementi archi, volte a botte, volte a crociera e pannelli in muratura di laterizi e pietra con diverse tipologie di rinforzo e prove su tavola vibrante su modelli elementi strutturali.

- **A3 - Modelli di calcolo strutturale per interventi di adeguamento sismico**

Si prevedono prove sperimentali, da eseguirsi presso l'Università di Napoli Federico II, per lo sviluppo e la validazione di algoritmi non lineari, con la tecnica fiber-free, per lo studio del comportamento costitutivo di calcestruzzi ad alta resistenza e per il proporzionamento e la verifica di nuclei in c.a. in termini di resistenza e duttilità.

B. CONSOLIDAMENTO DI STRUTTURE DI C.A.

- **Consolidamento di strutture in c.a.: efficacia del confinamento per insufficiente sovrapposizione e/o svergolamento di barre longitudinali, interventi locali su nodi non confinati**

Si prevedono prove monotone e cicliche su sottoassemblaggi strutturali rappresentati da nodi trave-pilastro non confinati, volte alla valutazione della capacità di tali zone critiche, e successivamente prove atte a valutare l'incremento di capacità indotto dall'applicazione di tessuto quadriassiale nella zona di pannello nodale e di tessuto uniassiale alle estremità dei pilastri. Si prevedono inoltre prove sperimentali su sottoassemblaggi colonna-plinto di fondazione in cui i dettagli costruttivi rivestono un ruolo fondamentale nello sviluppo dei meccanismi di resistenza e deformabilità. I provini nella configurazione non rinforzata e rinforzata mediante fasciatura in composito saranno sottoposti a prove con sforzo normale costante tipicamente riscontrabile negli edifici esistenti ed azioni orizzontali monotone e cicliche. Le prove si svolgeranno presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II.

Nell'ambito del lavoro svolto dall'U. R. dell'Università di Roma la Sapienza si prevedono 6 prove su elementi in c.a., con diversi livelli di pretensione nel rinforzo in FRP, per validarne l'efficacia in deformabilità e resistenza.

C. MATERIALI COMPOSITI DI TIPO NON TRADIZIONALE

- **C1 - Impiego di sistemi meccanici di ancoraggio**

Le attività svolte dall'unità UNISA-U.R. 2 dell'Università di Salerno concernono la realizzazione di prove sperimentali di pull-out su lamine in FRP collegate a blocchi di calcestruzzo tramite connettori metallici ("meccanically fastened - MF-FRP – laminates"); la realizzazione di prove sperimentali su travi in c.a. rinforzate esternamente tramite lamine in FRP collegate con dispositivi metallici; la realizzazione di prove sperimentali su pannelli murari rinforzati tramite lamine in composito ancorate meccanicamente.

- **C2 - Rinforzo con fibre e/o matrici non tradizionali**

Presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione dell'Università del Salento saranno progettate e realizzate prove sperimentali per l'analisi della risposta strutturale di elementi murari soggetti a compressione (colonne) e a sforzo di taglio (pannelli murari) rinforzati con materiali innovativi non convenzionali, considerando sia diverse tipologie di fibre (fibre di basalto, metalliche ecc.) e di matrice (cementizia, cementizia fibrorinforzata ecc.) sia diverse configurazioni (rinforzo continuo, discontinuo, griglia ortogonale, strisce diagonali ecc.) del rinforzo. L'Unità di Ricerca si occuperà, inoltre, della valutazione sperimentale dell'aderenza tra muratura e rinforzi non convenzionali considerando, anche in questo caso, fibre di basalto e metalliche e matrice cementizie fibrorinforzate e non.

Il programma sperimentale che si svolgerà presso il laboratorio del Dipartimento di Strutture dell'Università della Calabria riguarda prove di delaminazione che saranno condotte su due mezzi mattoni pieni collegati tra loro solo attraverso due strisce di materiale composito in fibra naturale, incollate mediante malta cementizia e/o resina epossidica alle superfici dei laterizi, e sottoposti a prove di trazione uniassiale. In particolare, l'approccio sperimentale prevede l'utilizzo di una macchina elettromeccanica universale avente capacità di 100 kN, sulla quale verrà agganciato il dispositivo per la trazione dei provini. Sono previste dimensioni delle strisce variabili. Per il monitoraggio delle deformazioni esibite dalle strisce nel corso delle prove si farà ricorso all'uso di estensimetri elettrici applicati direttamente sul tessuto. Le prove sui pannelli in muratura, infine, serviranno a valutare l'efficacia delle fibre come rinforzo nel campo del consolidamento strutturale.

D. PULTRUSI DI FRP PER LA MESSA IN OPERA DI STRUTTURE PROVVISIONALI DI PUNTELLAMENTO O REALIZZATE PER LO SVOLGIMENTO DI ATTIVITÀ ESSENZIALI LEGATI ALLA PROTEZIONE CIVILE

- **D1 - Giunti bullonati e incollati**

Presso il Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Salerno si provvederà all'esecuzione di prove sperimentali su differenti configurazioni di collegamenti bullonati tra componenti strutturali di FRP e alla caratterizzazione meccanica dei materiali compositi costituenti i prototipi.

Saranno eseguite, inoltre, prove di caratterizzazione di elementi, giunti e moduli strutturali di strutture leggere provvisionali a carattere modulare, da svolgersi presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Roma "Tor Vergata" (unità UNIROMA2-U.R.1)

- **D2 - Metodi di calcolo**

Dall'Unità di Ricerca dell'Università di Ferrara saranno sviluppate prove statiche e dinamiche per la valutazione sperimentale dei parametri meccanici dei profili in GFRP necessari all'utilizzo del modello di trave di Timoshenko-Reissner.

E. NUOVI CALCESTRUZZI

Nell'ambito delle attività che saranno svolte dall'U. R. 2 del Politecnico di Milano si prevede l'esecuzione di prove sperimentali su modelli in scala ridotta (30x30 cm) per la messa a punto della tecnologia di maggiore efficacia e della calibrazione dei modelli di calcolo per la verifica sperimentale della resistenza a taglio e torsione di lastre in calcestruzzo prefessurate rinforzate con FRCC con eventuale presenza di rinforzo diffuso ad alta durabilità (textile).

Allo scopo di definire le modalità di rinforzo di solai esistenti, si prevede l'esecuzione di prove sperimentali su modelli con dimensione di circa 1x1 metri sottoposti a carichi ciclici. Tali prove si svolgeranno presso il laboratorio del Dipartimento DICATA dell'Università degli Studi di Brescia.

Si prevedono prove di caratterizzazione di materiali innovativi fibrorinforzati ottimali per il rinforzo e la riparazione di strutture in c.a. esistenti, da svolgersi presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Roma "Tor Vergata", e modellazioni analitico-numeriche.

Per la verifica dell'efficacia della tecnica di utilizzo di calcestruzzi ad elevatissime prestazioni, fibrorinforzati, nel rinforzo di strutture esistenti, si prevede di effettuare, presso il laboratorio Prove e Materiali dell'Università degli studi di Bergamo, prove in scala reale su nodi pilastro-fondazione e nodi trave-colonna soggetti sia a carichi statici che a carichi ciclici. Per ogni tipo di elemento si intende effettuare almeno una prova su campione non rinforzato, una prova su campione rinforzato e una prova su campione danneggiato e successivamente riparato.

F. CRISTALLI STRUTTURALI

Sono previste simulazioni numeriche su strutture paradigmatiche per la definizione dei criteri di verifica in termini di: a) forze agenti ortogonalmente al piano del vetro; b) spostamenti richiesti al sistema per assecondare i drift nel piano e fuori dal piano. Sono altresì previste prove sperimentali e modellazioni numeriche del comportamento pre-rottura ed a rottura di pannelli in vetro laminati con intercalari siliconici di nuova generazione, oppure rinforzati con placche in FRP.

Task 2.3.2 - Sviluppo ed analisi di nuove tecnologie per l'adeguamento sismico

Area Tematica	*AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	
Linea	*2.3. Innovazione tecnologica in ingegneria sismica*	
Task	***2.3.2 Sviluppo ed analisi di nuove tecnologie per l'adeguamento sismico***	
Coordinatori del task	*Giorgio Serino – Dip. Ing. Strutturale, Univ. Napoli Federico II* *Donatello Cardone – Dip. Strutture, Geotecn. ecc., Univ. Basilicata Potenza*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	R01_UNINA-DIST_Se	Giorgio Serino
	R02_UNIBAS-DiSGG	Felice Ponzo
	R03_UNINA-DIST_DL	Antonello De Luca
	E01_UNIPG-DICA	Marco Mezzi
	E02_UNICAL-DMI	Alfonso Vulcano
	E03_UNIUD-DICA	Stefano Sorace
	E04_UNISA-DICIV	Bruno Palazzo
	E05_UNICAM-SAD	Andrea Dall'Asta
	E06_UNIBO-DICAM	Tomaso Trombetti
	E07_POLIBA-DICA	Dora Foti
	E08_POLIMI-DIS	Carlo Poggi
	E09_UNIPARTH-DiT	Antonio Occhiuzzi
	E10_UNIAQ-CERFIS	Vincenzo Gattulli

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

Le tecnologie per l'isolamento sismico e la dissipazione concentrata di energia, anche se ormai certamente mature dal punto di vista scientifico e della loro comprovata efficacia, richiedono degli approfondimenti dal punto di vista delle loro effettive possibilità applicative su larga scala per la riduzione del rischio sismico del costruito in Italia e del contenimento dei costi. Tali aspetti, già noti, sono stati confermati dall'esperienza del terremoto Aquilano.

In particolare, con riferimento al tema della progettazione di interventi di adeguamento o miglioramento sismico delle costruzioni esistenti, sarebbe importante individuare le condizioni nelle quali risulta più favorevole, in termini di sicurezza e di economia dell'intervento, l'utilizzo dell'isolamento sismico, nonché la soluzione progettuale e tecnologica di volta in volta più adatta.

Con riferimento ai sistemi di dissipazione concentrata di energia, a cui le attuali norme fanno riferimento in modo meno esplicito, occorre invece la messa a punto di un manuale con linee guida per la progettazione di tali sistemi, anche sulla base delle ricerche e dei risultati sperimentali acquisiti nell'ambito della Linea 7 del precedente progetto DPC-ReLUIS 2005-2008 e del lavoro già svolto dallo stesso gruppo di UR in questo senso.

Per i sistemi di controllo semi-attivo, invece, attesa la loro complessità e la bassa probabilità del verificarsi di eventi che ne attivino il funzionamento nel corso della vita della costruzione, non risulta pensabile ad applicazioni diffuse. Tali sistemi possono però risultare interessanti per strutture comunque già dotate di sistemi di monitoraggio sismico e/o early warning. Sussiste quindi l'esigenza di studiarne dal punto di vista applicativo gli aspetti connessi alla loro integrazione, attività da condurre trasversalmente e congiuntamente con l'AT-3 Linea 1 (Sviluppo di tecnologie per il monitoraggio e la gestione del rischio sismico) del presente progetto.

Dolce, M., Serino, G., (2009). Technologies for Seismic Isolation and Control of Structures and Infrastructures, Atti del convegno conclusivo del progetto DPC-ReLUIS 2005-2008, pp. XXX-YYY, Napoli.

De Luca, A., Serino, G., editors (2009). Tecnologie per l'isolamento ed il controllo di strutture ed infrastrutture, Atti del seminario conclusivo della Linea 7 del progetto DPC-ReLUIS 2005-2008, ISBN 978-88-596-0656-7, Edizioni Polistampa, Firenze.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Le attività previste nel Task sono tutte finalizzate alla effettiva diffusione e corretta applicazione delle tecniche di protezione sismica basate sull'inserimento all'interno dell'organismo strutturale di dispositivi (isolatori e/o dissipatori, anche "intelligenti") appositamente progettati. Tale esigenza nasce dall'esperienza

sul campo acquisita dai partecipanti alla ricerca e dalle richieste provenienti dal mondo professionale, con l'obiettivo, perfettamente coerente con le finalità della Protezione Civile, di pervenire ad una reale, significativa riduzione del rischio sismico del costruito nel nostro Paese.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

7. *Adeguamento e miglioramento sismico delle costruzioni esistenti tramite isolamento sismico (UR coinvolte: UNINA_Se, UNIBAS, UNINA_DL, UNIPG, UNICAL, UNIUD, UNISA, UNIVAQ): l'impulso dato all'utilizzo della tecnica dell'isolamento sismico in Italia dalle nuove norme tecniche e dall'occorrenza del terremoto de L'Aquila ha messo in evidenza la necessità di approfondimenti dal punto di vista delle applicazioni (definizione di soluzioni standard più adatte alle diverse tipologie ricorrenti, problemi connessi al montaggio dei dispositivi ed alla realizzione del giunto in corrispondenza dell'interfaccia di isolamento, ecc.). Un aspetto da curare è connesso al livello minimo di miglioramento da assicurare nell'intervento su una costruzione esistente in modo da evitare che superato tale livello dell'azione sismica non si passi improvvisamente ad un comportamento fragile.*

8. *Sviluppo di nuovi dispositivi di isolamento, anche a basso costo (UR coinvolte: UNINA_Se, UNIBAS, UNINA_DL, UNIPG, UNIUD, POLIBA, POLIMI): si prevede di concentrare l'attenzione sui seguenti dispositivi: a) isolatori in gomma riciclata armati con fibre/tessuti in materiale composito di costo contenuto e facile installabilità per il peso ridotto e la facilità del taglio dovute all'assenza dell'armatura di acciaio (UNINA_Se); b) isolatori accoppiati a SMA con soluzioni semplici e non costose (UNIBAS); c) isolatori a scorrimento incorporanti materiali compositi con caratteristiche di attrito controllato e resistenza ai carichi, all'usura ed alle temperature elevate (UNINA_DL, POLIMI, UNIUD); d) isolatori a ricircolo di cilindri o sfere di acciaio su elementi in gomma e acciaio.*

9. *Pile da ponte con isolamento sismico (UR coinvolte: UNINA_Se, UNIBAS, UNINA_DL, UNIBO): obiettivo dell'attività è lo studio ed il confronto fra i diversi sistemi di isolamento adottabili per gli impalcati da ponte, per l'individuazione di quello/quelli più adatti nelle specifiche applicazioni. Si prevede l'esecuzione prove sperimentali di tipo pseudo-dinamico presso UNIBAS su uno stesso modello di impalcato dotato di sistemi di isolamento diversi proposti dalle varie UR, analogalmente a quanto fatto nel progetto JETPACS del precedente progetto ReLUIS-Linea 7.*

10. *Manuale con linee guida per la progettazione dei sistemi dissipativi di tipo passivo (UR coinvolte: UNINA_Se, UNIBAS, UNICAL, UNIUD, UNISA, UNICAM, UNIBO, POLIBA, UNIVAQ): l'attività sarà finalizzata alla organizzazione e razionalizzazione dei metodi di progettazione semplificati, sviluppati dalle stesse UR o disponibili in letteratura, che consentano di tener conto dell'inserimento dei dispositivi di dissipazione concentrata di energia (ad esempio attraverso la definizione di fattori di struttura semplificati) in modo da pervenire a criteri e procedure mature, robuste e condivise da inserire nelle norme sismiche o in una circolare. Per agevolarne lo sviluppo di applicazioni, si intende attivare sinergie con i produttori di programmi di calcolo di comune utilizzo fra i professionisti del settore.*

11. *Integrazione fra i sistemi di controllo semi-attivo e quelli di monitoraggio ed early warning (UR coinvolte: UNIBAS, UNISA, UNIPARTH, UNIAQ): la presenza di sensori e di unità di elaborazione dati in una struttura già strumentata per esigenze di monitoraggio sismico e/o early warning rende la possibilità di installazione di dispositivi semi-attivi non troppo complicata e di costo addizionale confrontabile con quelli dei sistemi passivi; lo studio sarà finalizzato ad evidenziare la fattibilità ed efficacia di soluzioni di questo tipo, nell'ottica di una ottimizzazione delle prestazioni e dei costi, ed i vantaggi ottenibili in termini di robustezza rispetto alla protezione con sistemi puramente passivi.*

Attività sperimentale prevista:

Tenuto conto del limitato budget a disposizione, le attività sperimentali previste verranno svolte prevalentemente presso le sedi ReLUIS partecipanti al presente Task (UNINA_Se, UNIBAS, UNINA_DL), utilizzando in particolare: a) il sistema di tavole vibranti e le altre attrezzature del laboratorio di UNINA; b) il muro di reazione, la macchina di prova per isolatori e le altre attrezzature del laboratorio di UNIBAS; c) la macchina di prova per isolatori del Laboratorio BENECON di UNINA_DL. Ciò non toglie che potrenno essere

svolte attività sperimentali presso le UR non ReLUIS, anche utilizzando risorse provenienti da altri finanziamenti. E' prevista inoltre nell'ambito del progetto l'analisi e l'elaborazione dei risultati sperimentali ottenuti in precedenti campagne sperimentali (prove su FPS effettuate in sito su edifici del progetto C.A.S.E. ed in laboratorio presso EUCENTRE, conclusione elaborazioni JETPACS, ecc.).			
Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1 Individuazioni delle principali problematiche applicative. *2 Definizione dei prototipi di isolatori da realizzare.* *3 Programmazione delle attività sperimentali.*	*4 Esecuzione delle attività sperimentali (anche sui prototipi di isolatori).* *5 Bozze dei manuali ed articolati di norma / istruzioni.*	*6 Completamento dei manuali ed articolati di norma / istruzioni.* *7 Elaborazione dei risultati delle attività sperimentali.*
Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**		**UR responsabile**
	1. *Articolato di norma o di istruzioni relativo all'utilizzo dell'isolamento nelle costruzioni esistenti (eventualmente anche manuale con casi di studio).*		*da definire*
	2. *Prototipi di nuovi dispositivi di isolamento, anche a basso costo.*		*UR che sviluppano i dispositivi: UNINA_Se, UNIBAS, POLIBA, POLIMI*
	3. *Manuale applicativo per l'isolamento sismico dei ponti*		*UNIBAS*
	4. *Manuale con linee guida per la progettazione dei sistemi dissipativi di tipo passivo*		*da definire*
	5. *Documento relativo alle possibilità di integrazione fra i sistemi semi-attivi, di monitoraggio ed early warning*		*UNIPARTH, UNIVAQ*
	6. *Rapporti tecnici relativi alle attività sperimentali*		*UR che effettua sperimentazione*

AT-3 Tecnologie per il monitoraggio del rischio e la gestione delle emergenze

Linea 3.1 - Sviluppo di tecnologie per il monitoraggio e gestione del rischio sismico

Task 3.1.1 - Reti temporanee

Area Tematica	*AT-3 Tecnologie per il Monitoraggio del Rischio e la Gestione delle Emergenze*	
Linea	*1. Sviluppo di Tecnologie per il Monitoraggio e la Gestione del Rischio Sismico*	
Task	***3.1.1 Reti temporanee***	
Coordinatore del task	*Aldo Zollo, AMRA Scarl/Università di Napoli Federico II Dipartimento di Scienze Fisiche*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	AMRA Scarl	Paolo Gasparini

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

Sistemi di early warning dei terremoti sono in funzione in modo estensivo in Giappone (Allen et al., 2009), e , per applicazioni specifiche, in diverse parti del mondo, inclusi paesi europei quali la Turchia e la Romania (Zschau et al, 2009, Allen et al., 2009, Erdik et al., in stampa). Si tratta di sistemi basati su di una rete fissa di sensori distribuiti intorno alle faglie sismogenetiche, oppure nelle immediate vicinanze dei siti da proteggere. Le attività sviluppate nel corso di RELUIS-1 hanno portato alla realizzazione di sistemi di early warning prototipali e di concezione innovativa basati sulla rete EEW dell'Irpinia (ISNET) e alla individuazione delle procedure per l'implementazione di sistemi automatici di early warning e di produzione di mappe di scuotimento in tempo reale. A seguito dei risultati del progetto e di analoghi progetti Europei (quali il SAFER) e dei più recenti sviluppi del metodo venivano indicate delle linee di sviluppo, tra le quali l'integrazione dei sistemi di controllo strutturale e di early warning (che costituisce uno degli obiettivi del Task 3), l'analisi costo-benefici di specifiche applicazioni e la verifica di sistemi di controllo interattivi (che sono tra i temi del Task 2) e l'implementazioni di sistemi flessibili e facilmente riconfigurabili che sono l'obiettivo del Task 1. Un primo sistema mobile e flessibile è stato sviluppato nell'ambito del progetto EC FP6 SAFER ed è attualmente in sperimentazione nell'area di Istanbul (Fleming et al., 2009).

Allen, R.M., Gasparini P., Kamigaichi O. (eds), 2009 New Methods and Applications of Earthquake Early Warning Geophys. Res. Lett. 36, L00B07,

Allen R.M., Gasparini P., Kamigaichi O., Boese M., 2009. The status of Earthquake Early Warning around the world: an introductory review. Seismol. Res. Letters, 80: 682-693.

Fleming, K., Picozzi, M., Milkereit, C., Kuehnlenz, F., Lichtblau, B., Fisher, J., Zulfikar, C., Ozel, O. and the SAFER and EDIM working groups. The Self-Organising Seismic Early Warning Information System, 2009 Seismol. Res. Letters, 80: 682-693.

Erdik M., Iervolino I., Zollo A., in press Earthquake Early Warning Special Issue. Soil Dynamics Earthquake Engineering

Zschau J., Gasparini P., Papadopoulos G., 2009. SAFER Project Final Report, EC FP7

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Obiettivo del progetto è lo studio e la progettazione di un sistema di Early Warning mobile da installare ed utilizzare nel corso di crisi sismiche pre- (foreshocks) e post-evento (aftershock) e che possa essere di supporto alla Protezione Civile per il monitoraggio dell'attività in corso e la gestione dell'emergenza.

Alla fine del progetto sarà disponibile uno studio di fattibilità basato sull' analisi costi/benefici delle possibili configurazioni. Sarà inoltre disponibile la progettazione esecutiva del sistema mobile di EWS più conveniente (o di quelli più convenienti per alcune situazioni), con incluse possibilità di interazione con sistemi monitoraggio

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

Il Task verrà intermente eseguito dall'UR AMRA.

Esso si articolerà nelle seguenti fasi:

- *Analisi dei requisiti di un sistema mobile per l' Early Warning sismico*
- *Definizione dell'architettura e della componentistica del sistema con le specifiche tecniche dell'hardware*

<table>
<tr><td colspan="4">

- *Metodologie di analisi dei segnali ed algoritmica per la notifica in tempo reale dell'allerta sismica*
- *Simulazione numerica del sistema e prove sperimentali*

</td></tr>
<tr><td colspan="4">Attività sperimentale prevista:
Prove di laboratorio di analisi segnali e efficienza configurazione</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Milestones</td><td>Mese 12</td><td>Mese 24</td><td>Mese 36</td></tr>
<tr><td>Definizione della componentistica ottimale del sistema</td><td>Definizione della/delle metodologie d'analisi ottimali
Risultati delle simulazioni numeriche</td><td>Studio di fattibilità</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti che saranno disponibili a fine progetto</td><td colspan="2">Deliverable</td><td>UR responsabile</td></tr>
<tr><td colspan="2">1. Analisi della stato dell'arte. Individuazioni requisiti fondamentali del sistema</td><td>AMRA</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. Definizione componentistica del sistema (hardware)</td><td>AMRA</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. Metodologia analisi dei segnali per l'allerta</td><td>AMRA</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">4. Risultati sulla Fattibilità del sistema</td><td>AMRA</td></tr>
</table>

Task 3.1.2 - Sistemi automatici di azione e Early Warning

Area Tematica	*AT-3 Tecnologie per il monitoraggio del rischio e la gestione delle emergenze*	
Linea	*3.1 - Sviluppo di tecnologie per il monitoraggio e gestione del rischio sismico*	
Task	***Task 3.1.2 - Sistemi automatici di azione e Early Warning***	
Coordinatore del task	*Paolo Gasparini – AMRA scarl*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNINA-DIST	Gaetano Manfredi
	AMRA	Iunio Iervolino
	UNIPARTH	Antonio Occhiuzzi

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

Per i sistemi di early warning specifici per una struttura da proteggere, il framework performance-based è stato messo ormai a punto. E' infatti possibile prevedere in tempo reale la prestazione di un sistema strutturale a partire da modelli di risposta e dalle misure fornite dalla rete sismica sul terremoto in atto. Tuttavia è stato dimostrato come questi modelli previsionali coinvolgano una incertezza molto grande che può rendere difficile la scelta di lanciare l'allarme o meno. Tale problema è ancora più importante quando le conseguenze dell'allarme sono più costose come quando si ferma un impianto produttivo ad alto valore aggiunto. Inoltre, è ancora da svilupparsi una serie di principi atti a progettare applicazioni di ingegneria sismica operabili in tempo reale, al limite anche per quello che riguarda il controllo strutturale, sebbene questo possa richiedere che il sistema di early warning possa fornire informazioni specifiche sul contenuto in frequenza del terremoto, cosa non del tutto possibile allo stato attuale. Infine, è da esplorarsi l'eventuale possibile integrazione con il monitoraggio strutturale per la valutazione rapida di agibilità nell'immediato post evento.

Iervolino I., Convertito V., Giorgio M., Manfredi G., Zollo A. Real time risk analysis for hybrid earthquake early warning systems. Journal of Earthquake Engineering, 10(6): 867–885, December 2006.

Iervolino I., Giorgio M., Manfredi G. Expected loss-based alarm threshold set for earthquake early warning systems. Earthquake Engineering and Structural Dynamics 2007; 36:1151–1168, DOI: 10.1002/eqe.675

Convertito V., Iervolino I., Manfredi G., Zollo A. (2008). Prediction of response spectra via real-time earthquake measurements. Soil Dyn Earthquake Eng, 28:492–505.

Iervolino I., Giorgio M., Galasso G., Manfredi G. (2009). Uncertainty in early warning predictions of engineering ground motion parameters: what really matters? Geophysical research letters, 36, L00B06, doi:10.1029/2008GL036644, 2009.

Esposito S., Iervolino I., Manfredi G. (2010) PGA Semi-Empirical Correlation Models Based on European Data. Proc. of 14th European Conference on Earthquake Engineering, Ohrid, Republic of Macedonia.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Nel task si intende investigare prima di tutto la possibilità di ridurre l'incertezza nelle real-time dei parametri di picco del moto sismico. Questo obiettivo sarà perseguito investigando la possibilità di includere più informazioni sul terremoto contemporaneamente utilizzando modellazioni spaziali di tipo random field, sia per quello che riguarda i picchi di ground motion che le informazioni misurate in tempo reale sul segnale del terremoto alle stazioni sismiche.

Per quanto riguarda la progettazione delle applicazioni e il controllo strutturale l'obiettivo è approfondire la fattibilità e i principi di progettazione di azioni di riduzione del rischio sismico in tempo reale. Per ciò che riguarda anche il controllo strutturale si investigherà la possibilità che il sistema di early warning fornisca informazioni spettrali avanzate sul segnale al sito tali da poter operare sistemi di controllo semi-attivo in modo efficace.

Un ultimo obiettivo riguarda la valutazione della possibile fattibilità dell'integrazione del monitoraggio strutturale e dell'early warning a fine della valutazione del danno e della agibilità rapida post-evento.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Analisi dell'inclusione, nella stima dell'intensità del ground motion ad un dato sito, della misura dell'intensità letta ad un altro sito, più vicino alla sorgente, dove il terremoto è già arrivato.*
2. *Analisi dell'inclusione, nella stima dell'intensità del ground motion ad un dato sito, di un parametro letto nella parte iniziale del segnale a un altro sito e correlato con la misura finale dell'intensità per quello stesso sito.*

3. *Analisi della aggiunta, nella stima on-site della distruttività di un terremoto di informazioni lette da una rete sismica lontano dal sito (es. informazioni sulla magnitudo e localizzazione del terremoto).*
4. *Analisi della possibilità di prevedere il contenuto in frequenza dello spettro di risposta in tempo reale.*
5. *Confronto, in ambito ciclo di vita, della convenienza di sistemi early warning rispetto a metodi tradizionali di protezione sismica.*
6. *Analisi della fattibilità dell'integrazione tra early warning e monitoraggio strutturale.*

Attività sperimentale prevista:

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1 Fattibilità della riduzione dell'incertezza attraverso modellazione random fields del moto sismico.	2 Fattibilità della prevedibilità, attraverso sistemi early warning, del contenuto in frequenza del terremoto.	3 Principi di progettazione azioni automatiche e fattibilità integrazione early warning e monitoraggio.

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. *Report sulla possibilità di includere modellazione di tipo random fields nelle previsioni di early waring.*	*AMRA*
	2. *Documento relativo alle possibilità di integrazione fra i sistemi semi-attivi, di monitoraggio ed early warning*	*UNIPARTH*
	3. *Rapporto sulla prevedibilità della forma spettrale in sistemi di early warning sismici di tipo ibrido.*	*UNINA-DIST*
	4. *Analisi comparativa di sistemi di controllo strutturale interfacciati con sistemi di early warning sismico e tradizionali mediante analisi del costo del ciclo di vita.*	*UNINA-DIST*

Task 3.1.3 – Monitoraggio

Area Tematica	AT-3 Tecnologie per il monitoraggio del rischio e la gestione delle emergenze	
Linea	3. Sviluppo di tecnologie per il monitoraggio e gestione del rischio sismico	
Task	**3.1.3 Monitoraggio**	
Coordinatore del task	Felice Carlo Ponzo – Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia applicata - Università degli Studi della Basilicata	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNIBAS-DiSGG	Felice Carlo Ponzo
	UNIMOL	Giovanni Fabbrocino
	POLITO	Alessandro De Stefano
	UNIPARTH*	Antonio Occhiuzzi
	UNIVAQ	Francesco Benedettini
	IUAV-b	Salvatore Russo (per le attività della unità IUAV-b in questo task si rimanda alla scehda di UR allegata)
	* Uniparth partecipa a titolo gratuito essendo già finanziata su altra linea di ricerca	

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

L'elevata vulnerabilità media del patrimonio edilizio, monumentale e infrastrutturale italiano e l'esigenza di un maggior controllo della sicurezza di strutture ed infrastrutture strategiche ubicate nelle zone sismiche ha spinto alcuni settori della ricerca ad approfondire gli studi per la messa a punto di tecniche sempre più avanzate per l'identificazione dinamica, il monitoraggio dell'evoluzione del danno strutturale e la definizione di scenari di danno in real-time o quasi real-time per le aree colpite da eventi sismici.

La presenza di un danno all'interno di una struttura, determinato da eventi sismici o, più in generale, da frane, cedimenti delle fondazioni o ancora dal degrado fisiologico dei materiali, risulta spesso non individuabile attraverso una semplice ispezione visiva. Esso, tuttavia, può determinare un incremento significativo della vulnerabilità. Il danno si traduce generalmente in una variazione delle caratteristiche dinamiche della struttura (forme modali, frequenze proprie di vibrazione e smorzamento). Analizzando opportunamente la variazione di tali caratteristiche è possibile stabilire se nel sistema sia presente un danneggiamento, valutarne l'entità e, in casi particolari, localizzarlo.

L'importanza del monitoraggio delle strutture secondo tecniche di analisi delle vibrazioni è ampiamente riconosciuto a livello internazionale, come attestato dalla crescente diffusione di riviste espressamente dedicate all'identificazione strutturale e alla diagnosi, come "*Mechanical Systems and Signal Processing*", "*Journal of Sound and Vibration*", "*Journal of Engineeering Mechanics* (ASCE)". A livello europeo alcuni progetti importanti sono stati completati o sono in via di sviluppo, quali il progetto SIMCES (System Identification to Monitor Civil Engineering Structures - http://cordis.europa.eu/brite-euram/home.html), il progetto NICONET (Numerics In COntrol NETwork - http://www.icm.tu-bs.de/NICONET/) e il progetto DAMAS (DAMage Assessment of Structures), tutti sviluppati nell'ambito del programma BRITE-EURAM; il progetto IMAC (Integrated Monitoring and Assessment of Cables - http://www.vce.at/pages/imac/level2/external.htm) per la sorveglianza e la gestione dei ponti, il progetto CASCADE (Cooperative Advancements in Seismic And Dynamic Experiments - http://cascade.eerc.bris.ac.uk); il progetto COST F3 (http://www.cost.esf.org/index.php); il progetto CONVIB (innovative CONtrol technologies for VIBration sensitive civil engineering structure - http://www.esf.org/) finanziato dalla European Science Foundation (ESF); il progetto SAMCO (Structural Assessment, Monitoring and COntrol - http://www.samco.org/); il progetto europeo Sustainable Bridges, finanziato nell'ambito del VI Programma Quadro (http://www.iwb.uni-stuttgart.de/forschung/projekte/89.htm). Anche gli USA si stanno orientando verso un approccio sistematico al monitoraggio. In tale direzione si muove il progetto di ricerca integrato tra la NSF (National Science Foundation - http://www.nsf.gov/) e la FHWA (Federal Highway Administration, http://www.fhwa.dot.gov/), destinato a promuovere un rinnovamento dello stato dell'arte e della pratica in materia di ingegnerizzazione e gestione delle infrastrutture autostradali. Al monitoraggio strutturale sono inoltre dedicati il progetto NEES (www.nsf.com/nees) ed il programma della NSF su sensori e reti di sensori (NSF 03-512). Grande rilievo è dato infine ai metodi di misura locali non distruttivi NDE (Non-Destructive Evaluation methods), promossi in vario modo da FHWA, NSF e NIST (National Institute of Standards and Technology - http://www.nist.gov/).

Il network canadese per la ricerca ISIS (Intelligent Sensing for Innovative Structures), creato nel 1995 dal programma federale NCE (Network of Centers of Excellence) per diffondere nel mondo dell'ingegneria civile la conoscenza e la pratica di metodi innovativi di costruzione, riparazione e monitoraggio basati sull'uso di

polimeri fibro-rinforzati e sensori in fibra ottica, riunisce 13 università, oltre 300 ricercatori, 92 organizzazioni associate ed è attualmente impegnato in 36 progetti pilota multidisciplinari (http://www.isiscanada.com/index2.htm). Si pone l'obiettivo di rivoluzionare il sistema di gestione delle infrastrutture anticipando la pianificazione del monitoraggio all'atto della progettazione strutturale.
La stessa attenzione a ridurre l'elevato impatto sociale riconosciuto agli oneri di manutenzione si riscontra in Giappone, ove dopo il boom delle costruzioni degli anni '80 e '90 le infrastrutture stanno rapidamente invecchiando. Sono stati avviati importanti programmi quadro di ricerca per il monitoraggio strutturale di ponti e viadotti, così integrando i numerosi progetti individuali esistenti in materia. E' stato inoltre avviato un ulteriore programma di ricerca che coinvolge i Paesi asiatici dell'area del Pacifico, con cui sarebbe opportuno dialogassero anche le iniziative europee.
Anche la Cina, nel settore del monitoraggio strutturale, sta prepotentemente imponendosi come soggetto di primo piano a livello mondiale. Numerosi progetti di durata quinquennale sono finanziati dalla NSFC (National Science Foundation of China), dal Ministero della Scienza e della Tecnologia (tra cui il National Hi-Tech R&D Program sul tema dei sensori intelligenti e del monitoraggio intelligente di infrastrutture civili), dal Ministero dei Trasporti (tra cui il Transportation CMR R&D Program). Un imponente sistema di monitoraggio è stato implementato per sorvegliare le strutture dei Giochi Olimpici di Pechino 2008.
Non ultimo il progetto italiano RELUIS-DPC 2005-2008, finanziato con fondi della Protezione Civile Nazionale, ha previsto un apposito task dedicato allo sviluppo di tecniche integrate di monitoraggio e di metodologie semplificate per la valutazione del danno di edifici strategici.
Oggi la tendenza è quella di privilegiare i sistemi di monitoraggio permanente in linea, trasformando le strutture tradizionali in "strutture intelligenti" (Phares et al., 2005). Per strutture di notevole importanza si può, infatti, ricorrere all'installazione permanente di sistemi automatici di monitoraggio finalizzati a cogliere nel tempo, in modo continuo, le azioni alle quali la struttura è sottoposta e l'eventuale evoluzione dello stato di danneggiamento attraverso il confronto tra le risposte strutturali registrate prima, durante e dopo gli eventi. In questo caso si parla anche di sistemi di sorveglianza che assolvono al ruolo di presidio per la salvaguardia della struttura, ed ai quali possono anche essere associate segnalazioni automatiche di allarme.
In termini generali, i metodi utilizzati per l'identificazione delle caratteristiche dinamiche delle strutture (Adams et al., 1978) (Ibrahim et al., 1977) sono un insieme di procedure analitiche e sperimentali che consentono di determinare alcuni parametri caratteristici di un sistema strutturale quando, sotto un input assegnato ma non sempre misurato (come nel caso del rumore ambientale), si registra la risposta dello stesso in alcuni punti. Nei casi più comuni tali parametri sono le frequenze naturali ed i corrispondenti modi di vibrare (Benedetti et al., 1994; Pandey et al., 1994), lo smorzamento strutturale (Modena et al., 1998). Tutti questi parametri possono essere utili all'individuazione del danneggiamento nelle strutture civili (Peeters, 2000). Mediante tali parametri dinamici, che dipendono dalle proprietà inerziali, elastiche e di dissipazione del sistema, si può, inoltre, tarare opportunamente anche la modellazione della struttura, ovvero è possibile quantificare l'incidenza di alcuni particolari strutturali di incerta modellazione analitica, come, ad esempio, quelli che riguardano le condizioni di vincolo o l'interazione terreno-struttura (Rainieri et al. 2008).
Le analisi e le valutazioni del comportamento strutturale delle opere civili con l'impiego di metodi dinamici possono essere effettuate principalmente secondo due approcci:

- il monitoraggio dinamico consiste nell'elaborazione di dati rilevati da strumentazione di controllo in risposta a disturbi dinamici presenti sulla struttura (ambientali o impressi), di carattere continuativo oppure saltuario;
- prove di caratterizzazione dinamica che consistono, invece, nel sottoporre la struttura ad un'eccitazione dinamica forzata di bassa intensità, registrandone la risposta in termini di spostamenti, velocità e accelerazioni.

Le analisi del primo tipo sono, in genere, finalizzate alla valutazione del rischio connesso alla presenza di condizioni di carico dinamiche sulla struttura, vale a dire all'individuazione del grado di pericolosità in funzione dell'intensità, del contenuto in frequenza e della ripetitività del disturbo. Se la strumentazione di controllo è installata permanentemente, si realizza una rete di monitoraggio.
Le analisi del secondo tipo identificano il comportamento della struttura, descrivendolo per mezzo di opportuni parametri dinamici, quali le frequenze proprie, le forme dei modi di vibrare e le capacità di dissipazione dell'energia. La caratterizzazione così ottenuta consente di calcolare la risposta strutturale a fronte di qualsiasi azione dinamica di caratteristiche note, per esempio un sisma o un'eccitazione comunque impressa alla struttura (Ewins, 1998). Inoltre, l'esame dei dati forniti dalla sperimentazione dinamica, accoppiata alla modellazione numerica, può consentire di formulare un giudizio di integrità strutturale, quantificando l'eventuale degrado in atto.
Alcune tecniche non-distruttive di identificazione del danno, come ad esempio il metodo dell'indice di danno (Stubbs et al., 1996) o il metodo della curvatura della forma modale (Pandey et al., 1991), richiedono una risoluzione delle forme modali della struttura indagata sufficiente a poter individuare la presenza di un eventuale danno. Inoltre, un'accurata stima della forma modale dei modi superiori richiede un'elevata risoluzione dei sensori nel campionamento della risposta strutturale.

In alcune applicazioni le tecniche di analisi modale possono risultare computazionalmente inadeguate perché la grandezza dei sistemi di equazioni da risolvere è associata non solo al tempo e alla frequenza di acquisizione, ma anche al numero e alla posizione dei sensori. Di conseguenza un grosso impegno computazionale può ritardare e/o complicare l'implementazione in real-time dei metodi di identificazione dinamica precedentemente menzionati. Inoltre, gli elevati costi correlati e la intrinseca complessità nell'elaborazione dei dati spesso limitano un utilizzo diffuso di tali sistemi. Da questo problema nasce il bisogno di sviluppare tecniche di estrazione dei parametri identificativi del danno computazionalmente efficienti ed in grado di ridurre al minimo l'interazione con l'operatore esterno a favore di algoritmi automatici. Tale aspetto è essenziale per le applicazioni on-line. La messa a punto di sistemi semplificati, in grado di fornire in real-time, o quasi real-time, informazioni sullo stato di salute di un grande numero di edifici diffusi sul territorio può rappresentare, inoltre, uno strumento di fondamentale importanza nelle fasi di valutazione degli scenari di danno post-terremoto e di organizzazione dei soccorsi (Rainieri et al. 2008).
Nell'ambito del progetto RELUIS 2005-2008, oltre alla progettazione e messa a punto di sistemi operanti a livello di dettaglio differenziato e per varie tipologie strutturali, con relativo software, per l'acquisizione, elaborazione e trasmissione dei dati sintetici sullo stato di danneggiamento della struttura,è stata sviluppata una metodologia semplificata per l'individuazione della presenza di danneggiamento su strutture di tipo intelaiato, che impiega solo pochi accelerometri o velocimetri posti in sommità delle strutture (Ponzo et al., 2009). La metodologia proposta è basata su un approccio di tipo statistico che stima il massimo spostamento interpiano atteso durante un evento sismico, assunto quale indicatore del danno, a partire da alcuni parametri ricavati da poche misurazioni effettuate al livello più alto dell'edificio monitorato. Tale metodo, utilizzato per la valutazione del danno di alcune strutture sperimentali, ha fornito risultati molto incoraggianti, confermati anche da numerose modellazioni numeriche in campo non lineare. Il metodo necessita, però, di ulteriori indagini numeriche e sperimentali per la definitiva validazione, per la calibrazione dei parametri strutturali utilizzati nella metodologia, per l'implementazione in pacchetti software facilmente gestibili e la realizzazione di prototipi hardware da verificare sperimentalmente su strutture reali..

Adams, R. D., Cawley, P., Pye, C. J., Stone, B. J., (1978), *"A vibration technique for non-destructively assessing the integrity of structures"*. Journal of Mechanical Engineering Science, 20, 93± 100.

Benedetti D. & Gentile C., (1994)." *Identification of modal quantities from two earthquake responses",* Earth. Eng. and Struct. Dyn., 23: 447-462.

Ditommaso, R., Parolai, S., Mucciarelli, M., Eggert, S., Sobiesiak, M. and Zschau, J. (2009). Monitoring the response and the back-radiated energy of a building subjected to ambient vibration and impulsive action: the Falkenhof Tower (Potsdam, Germany). Bulletin of Earthquake Engineering. DOI: 10.1007/s10518-009-9151-4.

Ibrahim S.R., Mikulcik E.C., (1977). *"A method for the direct identification of vibration parameters from the free response"*, Shock and Vibration Bulletin, Bull. 47, part 4, Sept. 1977, pp.183-198.

Pandey A. K., Biswas M., (1994). *"Damage detection in structures using changes in flexibility"*, Journal of Sound and Vibration 169 (1994) 3–17.

Phares B., Wipf T., Greimann L., Lee Y.-S., *Health Monitoring of Bridge Structures and Components Using Smart-Structure Technology*, Final Report, Center for Transportation Research and Education Iowa State University, US, January 2005.

Ponzo F.C., Auletta G., Ditommaso R., Mossucca A. (2009). *Un Metodo Speditivo per il Monitoraggio di Edifici Strategici in Zona Sismica.* Atti del XIII Convegno ANIDIS – Bologna 28/06/09-02/07/09.

Stubbs N., Kim J.T., (1996) *"Damage localization in structures without baseline modal parameters"*, AIAA Journal 34 (8) 1644–1649.

Rainieri C., Fabbrocino G., Verderame G.M., Cosenza E., Manfredi G. (2008). *Structural and dynamic assessment and model updating of heritage building*, Proceedings of ISMA Conference on Noise and Vibration Engineering, Leuven, Belgium.

Rainieri C., Fabbrocino G., Cosenza E. (2008). *Structural Health monitoring systems as a tool for seismic protection*, Proceedings of the XIV World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Gli obiettivi del task riguardano, in particolare, la messa a punto di metodologie di identificazione del danno, operanti a differenti livelli di dettaglio, per strutture ed infrastrutture strategiche durante eventi sismici. Nel perseguire tali obiettivi saranno considerati i seguenti aspetti:

- interazioni tra struttura e terreno, in grado di modificare, in casi particolari, il comportamento dinamico della sovrastruttura.
- nelle fasi di messa a punto dei metodi semplificati di stima del danno saranno considerate ed applicate tecniche di analisi dei segnali sismici basate sull'analisi interferometrica e con trasformata di Stockwell. L'implementazione di tali procedure di analisi servirà a ridurre le incertezze legate alla stima automatica delle caratteristiche dinamiche (frequenze e smorzamenti) utilizzate dai metodi semplificati di valutazione del danno.
- analisi di tipo statistico per la determinazione dei parametri di settaggio degli algoritmi utilizzati per la valutazione in automatico del danno, a partire dalle caratteristiche geometriche, strutturali e meccaniche degli edifici da monitorare.

- analisi delle potenzialità di integrazione dei sistemi per il monitoraggio strutturale di singole strutture con sistemi per il controllo di dispositivi semiattivi di protezione delle strutture e con sistemi territoriali di Early Warning (SEWS).
- approfondimento per la definizione delle strategie ottimali di acquisizione e trasmissione dei dati sintetici sul danno subito dalle strutture a stazioni remote.
- progettazione ed istallazione di sistemi di monitoraggio operanti a diverso livello di complessità su strutture strategiche e monumentali campione.
- I dati sperimentali di base e i risultati delle relative elaborazioni forniranno utili riferimenti per l'ottimizzazione dei sistemi di protezione da impiegare su strutture di interesse in fase di gestione dell'emergenza sismica.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

UNIBAS

1) *Perfezionamento di un metodo speditivo di primo livello per la determinazione del danno subito dagli edifici durante gli eventi sismici, sviluppato nell'ambito del progetto RELUIS 1, mediante effettuazione di test su tavola vibrante di modelli in scala e messa a punto di modelli numerici rappresentativi delle principali tipologie esistenti sul territorio nazionale;*
2) *Messa a punto di tecniche innovative per l'estrazione automatica dei parametri dinamici degli edifici durante la fase di strong-motion, basate su metodi interferometrici ed analisi tempo-frequenza;*
3) *Implementazione della procedura proposta in un pacchetto software finalizzato alla valutazione automatica del danneggiamento subito dall'edificio monitorato;*
4) *Integrazione di tecniche di monitoraggio e/o identificazione dinamica con sistemi di controllo di dispositivi di protezione passiva o semiattiva (magnetoreologici - TMD) e con sistemi di early warning;*
5) *Realizzazione prototipo del sistema di monitoraggio e applicazione su modello in calcestruzzo armato in scala 1:1,5*.

UNIMOL

1) *Completamento dell'installazione del sistema di monitoraggio della Nuova Casa dello Studente presso l'Università del Molise in località Vazzieri (Campobasso);*
2) *Definizione delle strategie di acquisizione dati e relativa implementazione;*
3) *Progettazione di un sistema di monitoraggio per l'edificio della Facoltà di Ingegneria dell'Università del Molise in Termoli (CB);*
4) *Installazione del sistema di monitoraggio per l'edificio della Facoltà di Ingegneria dell'Università del Molise in Termoli (CB);*
5) *Presentazione dei risultati relativi ai suddetti casi studio.*

POLITO

1) *Sviluppo e valutazione della robustezza di un metodo di identificazione dinamica lineare nel dominio tempo – frequenza;*
2) *Esecuzione di prove sperimentali su un modello di ponte ad arco in muratura in scala 1:2 da effettuare presso il Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica del Politecnico di Torino;*
3) *Implementazione di una procedura di ottimizzazione per la stima istantanea dello smorzamento finalizzata allo studio della dipendenza dall'ampiezza;*
4) *validazione delle tecniche di identificazione dinamica e di metodi diagnostici basati sulle misure derivate dal monitoraggio strutturale.*

UNIVAQ

1) *Esecuzione di prove sperimentali per la caratterizzazione dinamica di strutture reali (strutture monumentali, edifici, ponti e viadotti, strutture speciali) con tecniche Output Only.*

2) *Attività analitico-numerica: formulazione di modelli coerenti agli EF dei sistemi strutturali analizzati sperimentalmente, model updating basato su misure dinamiche, analisi predittive per diverse tipologie di eccitazione (sisma, vento, urti, …).*

3) *Studio di fattibilità e possibili implementazioni di sistemi di monitoraggio dinamico permanente a larga scala su sistemi di monumenti, su classi di edifici, su sistemi infrastrutturali. Studio della capacità di layout "ridotti" di fornire, in tempo reale, informazioni significative sufficienti nell'ambito di programmi di Structural Health Monitoring.*

4) *Possibile ulteriore attività di ricerca: utilizzo di sensoristica gps in sistemi di monitoraggio statico e dinamico (antenne 100 Hz in implementazioni dotate di sistemi locali di augmentation).*

Attività sperimentale prevista:

per l'ottenimento degli obiettivi prefissati è previsto lo svolgimento delle seguenti attività sperimentali:

- Prove su tavola vibrante di sistemi strutturali in scala 1:15, sottoposti a terremoti rappresentativi delle diverse classi di sottosuolo e delle diverse intensità attese, finalizzate alla valutazione statistica dell'affidabilità dell'algoritmo di valutazione semplificata del danno (Laboratorio UNIBAS).
- Sperimentazione di un sistema integrato per la valutazione del danno e per il controllo dei dispositivi semi-attivi di protezione delle strutture interfacciato con un sistema Early Warning. La sperimentazione sarà effettuata su un modello di struttura in calcestruzzo armato, in scala 1:1,5, progettato per soli carichi verticali.
- Prove di identificazione dinamica e monitoraggio presso la nuova Casa dello Studente dell'Università del Molise in località Vazzieri (Campobasso).
- Prove di identificazione dinamica e monitoraggio presso l'edificio della Facoltà di Ingegneria dell'Università del Molise (CB)
- Esecuzione di prove sperimentali su un modello di ponte ad arco in muratura in scala 1:2 da effettuare presso il Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica del Politecnico di Torino;
- Esecuzione di prove sperimentali per la caratterizzazione dinamica di strutture reali (strutture monumentali, edifici, ponti e viadotti, strutture speciali) con tecniche Output Only (UNIVAQ).

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1. *Esecuzione di test sperimentali su modello in scala 1:15, presso il laboratorio Unibas, per la stima dei coefficienti strutturali caratteristici utilizzati nel metodo di valutazione semplificata del danno*	1. *Progettazione e installazione di un sistema integrato per il monitoraggio strutturale ed il controllo di dispositivi semi-attivi di protezione ed interfacciamento con sistemi Eary Warning (attività svolta in collaborazione con il task 2.3.2)* 2. *Rapporto descrittivo sull'implementazione del sistema di monitoraggio della nuova Casa dello Studente presso l'Univ. del Molise (CB): presentazione dei risultati.* 3. *Rapporto descrittivo relativo alla progettazione ed implementazione di un sistema di monitoraggio per l'edificio della Facoltà di Ingegneria dell'Univ. del*	4. *Rapporti descrittivi sui risultati delle attività sperimentali* 5. *Implementazione della procedura per la valutazione speditiva del danno in un software corredato da un manuale d'uso* 6. *Presentazione dei risultati relativi al monitoraggio dell'edificio della Facoltà di Ingegneria dell'Univ. del Molise (CB)* 7. *Definizione delle linee guida utili allo sviluppo di un sistema di monitoraggio diagnostico per la salvaguardia dei ponti storici da eventi estremi.* 8. *Definizione, per selezionati casi di studio, dei layout strumentali minimi capaci di consentire una buona*

		Molise (CB)	*osservabilità del comportamento dinamico.*
Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**		**UR responsabile**
	69. Rapporto tecnico sull'applicazione di metodologie innovative per l'identificazione del comportamento dinamico degli edifici (Metodi interferometrici)		*UNIBAS-DISGG*
	1. Rapporto tecnico sulla progettazione di un sistema integrato di monitoraggio strutturale, controllo delle vibrazioni mediante sistemi semi-attivi ed interfacciamento con sistemi Early Warning		*UNIBAS-DISGG*
	2. Software e sistema prototipo per l'utilizzo del metodo speditivo per la valutazione del danno su edifici a seguito di eventi sismici		*UNIBAS-DISGG*
	3. Rapporto descrittivo sull'implementazione del sistema di monitoraggio della Nuova Casa dello Studente presso l'Università del Molise in località Vazzieri (Campobasso); presentazione dei risultati		*UNIMOL*
	4. Rapporto descrittivo relativo alla progettazione e implementazione di un sistema di monitoraggio per l'edificio della Facoltà di Ingegneria dell'Università del Molise in Termoli (CB);		*UNIMOL*
	5. Presentazione dei risultati relativi al monitoraggio dell'edificio della Facoltà di Ingegneria dell'Università del Molise in Termoli (CB)		*UNIMOL*
	6. Rapporti descrittivi dei principali risultati ottenuti nel corso delle attività sperimentali		*UNIBAS/UNIMOL*
	7. Definizione delle linee guida utili allo sviluppo di un sistema di monitoraggio diagnostico per la salvaguardia dei ponti storici da eventi estremi.		*POLITO*
	8. Rapporto descrittivo dei risultati dei test numerici e sperimentali sul modello in scala di ponte ad arco in muratura		*POLITO*
	9. Rapporto descrittivo dei risultati dei test numerici e sperimentali sul modello in scala di ponte ad arco in muratura		*POLITO*
	10. Rapporto descrittivo dei risultati dei test numerici e sperimentali sul modello in scala di ponte ad arco in muratura		*POLITO*
	11. Rapporto descrittivo delle attività di definizione, per selezionati casi di studio, dei layout strumentali minimi capaci di consentire una buona osservabilità del comportamento		*UNIVAQ*

	dinamico.	

Linea 3.2 - Servizi per la gestione delle emergenze

e rapid response

Task 3.2.1 - Organizzazione e gestione della rete territoriale di supporto tecnico al DPCTask 3.2.1

Area Tematica	*AT-3 Tecnologie per il monitoraggio del rischio e la gestione delle emergenze*	
Linea	*3.2 Servizi per la gestione delle emergenze e rapid response*	
Task	***3.2.1* Organizzazione e gestione della rete territoriale di supporto tecnico al DPC**	
Coordinatore del task	*Andrea Prota – Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNINA-DIST	Andrea Prota
	UNITN-DIMS	Bursi Oreste
	UNIPV-DMS	Pavese Alberto
	UNIBAS-DiSGG	Masi Angelo

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

L'evento sismico aquilano del 6 aprile 2009 ha evidenziato ancora una volta che l'organizzazione e le procedure di gestione dell'emergenza del DPC sono molto avanzate e complesse; in tal senso, l'integrazione di squadre di tecnici volontari all'interno di tale organigramma non è immediata e, come è accaduto a l'Aquila, tali contributi possono essere sfruttati solo limitatamente se ciò non è stato preliminarmente organizzato e pianificato. Il Consorzio ReLUIS, mediante ricercatori, dottorandi e contrattisti provenienti da molte Università italiane, ha svolto a l'Aquila e nei comuni del cratere sismico un'intensa attività di supporto della Protezione Civile Nazionale ai fini dello svolgimento delle verifiche di agibilità di strutture strategiche e pubbliche e di attività produttive. Tale esperienza ha consentito da un lato di acquisire un soddisfacente background sulle procedure emergenziali della Protezione Civile e, dall'altro, ha fornito una serie di spunti per ulteriori affinamenti e miglioramenti delle stesse che ReLUIS potrebbe contribuire a realizzare in relazione sia all'ante che al post evento sismico.

M. Dolce, G. Di Pasquale, V. Albanese, D. Benetti, F. Bramerini, S. Coppari, A. Corina, G. De Rosa, A. De Sortis, P. Emili, R. Ferlito, L. Filippi, F. Giordano, A. Goretti, T. Lo Presti, A. Lucantoni, M. Mercuri, C. Moroni, N. Orlandi, G. Paoli, F. Papa, A. Pizza, F. Procida, M. Rinaldelli, S. Sergio, M. Severino, E. Speranza, A. Veschi, E. Zambonelli, G. Manfredi, M. Di Ludovico, G. Palermo, A. Prota, G. Verderame, L. Corazza, G. Cifani, A. Mannella, A. Martinelli, (2009). Rilievi speditivi: sopralluoghi per l¹agibilità sismica, Progettazione sismica, n. 3.

Di Ludovico, G. Di Pasquale, M. Dolce, G. Manfredi, C. Moroni, A. Prota, (2009). Comportamento delle scuole dopo il sisma de L¹Aquila, Progettazione sismica, n. 3.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Nel task si approfondiranno recenti esperienze in cui la Protezione Civile è stata chiamata a fornire supporto tecnico ad enti locali nella gestione di allarmi dovuti a scosse sismiche nonché quelle in cui essa si è insediata in luoghi colpiti da sisma per la gestione della successiva emergenza. L'analisi di tali esperienze verrà sfruttata per mettere a punto, in sinergia con il Dipartimento della Protezione Civile: (1) una rete territoriale ReLUIS con identificazione di referenti locali ed individuazione delle persone disponibili ad attivarsi in modo immediato; (2) una proposta per l'attivazione dei riferimenti locali di tale rete (con indicazione delle attività che essi possono svolgere) laddove vi sia necessità di supportare uffici regionali di protezione civile ed enti locali nella gestione di allarmi relativi a singole strutture ovvero a porzioni di territorio; (3) procedure operative, compatibili con quelle del DPC, per il coinvolgimento di rappresentanti ReLUIS durante la gestione del post-evento in modo da contribuire al coordinamento ed alla esecuzione di verifiche di agibilità nonché all'organizzazione e costruzione dei relativi database

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. Analisi bibliografica e normativa finalizzata alla proposta di criteri di supporto a decisioni in merito all'utilizzabilità di strutture sismicamente vulnerabili
2. Analisi delle criticità emerse nella gestione del post-sisma di l'Aquila con particolare riferimento alle verifiche a tappeto di strutture in aggregato
3. Elaborazione di una proposta di procedura per l'attività di supporto al DPC da parte di ReLUIS durante la gestione di emergenze post-sisma

Milestones	Mese 12	Mese 24	Mese 36
	1 Criticità di gestione degli allarmi ante-evento . *2 Verifiche a tappeto post-evento: strutture isolate ed in aggregato.*	*3 Proposta per integrazione di ReLUIS con DPC nel post-evento*	*4 Definizione di procedure opertative per supporto di ReLUIS a DPC ed individuazione responsabili locali.*
Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**		**UR responsabile**
	70. Documento di analisi delle criticità delle procedure post evento sismico aquilano.		*UNINA-DIST*
	71. Proposte di ottimizzazione, mediante supporto di ReLUIS al DPC, delle procedure post evento sismico.		*UNINA-DIST*

Task 3.2.2 - Organizzazione e gestione dei sistemi di supporto tecnico alla comunità professionale

Area Tematica	*AT-3 Tecnologie per il monitoraggio del rischio e la gestione delle emergenze*	
Linea	3.2 - Servizi per la gestione delle emergenze e *rapid response*	
Task	**3.2.2 - Organizzazione e gestione dei sistemi di supporto tecnico alla comunità professionale**	
Coordinatore del task	*Angelo MASI – Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia applicata, Università degli Studi della Basilicata*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNIBAS-DiSGG	Angelo Masi
	UNINA-DIST	Andrea Prota
	UNITN	Oreste Bursi
	UNIPV	Alberto Pavese

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

La comunità professionale è costituita da centinaia di migliaia di tecnici che operano come liberi professionisti, dipendenti di imprese o aziende private, tecnici della pubblica amministrazione.

In particolare, nel 2007 i laureati in ingegneria, ossia possessori di un titolo accademico rilasciato da una Facoltà di ingegneria quale diploma universitario, laurea di ciclo breve (triennale) o laurea di ciclo lungo (quinquennale), hanno raggiunto in Italia quota 512.000 (CNI 2008). Di questi 409.000 sono attivi nel mercato del lavoro, ed in particolare 396.000 sono occupati e 13.000 in cerca di occupazione. Inoltre dei circa 90.000 liberi professionisti, il 90% è impegnato nel settore delle costruzioni, dunque direttamente coinvolto nel profondo cambiamento che ha attraversato negli ultimi anni il quadro normativo, verificatosi principalmente a seguito del terremoto del Molise 2002, e che ha riguardato in modo particolare le costruzioni in zona sismica (Dolce 2003).

Ciò ha già determinato in passato e ancor più in futuro due conseguenze principali:

1. *una forte esigenza di aggiornamento dei tecnici formatisi nei decenni precedenti;*
2. *una spinta ad una collaborazione sempre più continua e proficua tra mondo della ricerca, istituzioni e comunità professionale che, determinando un più rapido trasferimento delle conoscenze e dunque un più tempestivo aggiornamento del quadro normativo (leggi, decreti, circolari applicative, ecc.), possa determinare una richiesta maggiore, sul piano quantitativo e qualitativo, di formazione permanente.*

Entrambi gli aspetti erano già stati tenuti adeguatamente in conto nella OPCM 3274/2003 che, all'articolo 3, ha previsto che "Il Dipartimento della protezione civile, d'intesa con le regioni e coinvolgendo gli ordini professionali interessati, promuove e realizza, avvalendosi anche delle strutture scientifiche di cui all'art. 4, programmi di formazione e di diffusione delle conoscenze volti ad assicurare un'efficace applicazione delle disposizioni della presente ordinanza."

Il Consorzio Interuniversitario ReLUIS è stato individuato come struttura scientifica di riferimento per contribuire alle attività formative utili a garantire una reale e più efficace applicazione delle norme tecniche. In tal senso, va ricordato l'Accordo di collaborazione sottoscritto nel corso del 2003 tra DPC e Consiglio Nazionale ingegneri finalizzato a:

1. *sviluppo di un gruppo base di tecnici, da utilizzare per le successive attività di formazione nell'ambito di appositi corsi rivolti prevalentemente ad iscritti dei diversi ordini provinciali degli ingegneri;*
2. *diffusione delle conoscenze specifiche in materia di costruzioni in zona sismica, alla luce delle normative contenute nella ripetuta ordinanza, attraverso la definizione di programmi formativi standardizzati da utilizzare nei predetti corsi, ai fini di un'efficace ed uniforme applicazione delle disposizioni di cui all'ordinanza stessa.*

A seguito di tale accordo, recentemente aggiornato ed ulteriormente ampliato negli obiettivi a fine 2009, nonché di accordi analoghi con le altre categorie professionali, si sono svolti in Italia centinaia di corsi di formazione rivolti ad ingegneri, architetti, geologi, geometri. Il contenuto di tali corsi è stato nella fase iniziale prevalentemente di tipo generalista e poi via via sempre più di approfondimento tematico.

Di rilievo sono stati anche i Manuali su diversi aspetti della progettazione sismica, realizzati da ReLUIS con la collaborazione di Eucentre e del Dipartimento della Protezione Civile, nell'ambito di una collana di volumi a carattere professionale (es. Petrini et al. 2004).

Una spinta ancora maggiore al rapporto tra comunità scientifica e professionale è venuta dal recente terremoto del L'Aquila 2009 che, peraltro, ha proposto ulteriori e diverse richieste di supporto tecnico-scientifico verso i professionisti, per evitare letture parziali o erronee di quanto accaduto (es. Masi 2009) o

per favorire concretamente l'applicazione di metodi, tecniche e tecnologie negli interventi sull'esistente (es. PCM-DPC 2009), senza trascurare i risvolti di carattere economico ed amministrativo (es. Masi et al. 2010).

CNI, 2008. Occupazione e remunerazione degli ingegneri in Italia, Report del Centro Studi del Consiglio Nazionale Ingegneri.
Dolce M., 2003. Criteri generali nella progettazione delle strutture secondo l'Ordinanza 3274.
PCM-DPC, 2009. Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali, arredi e impianti, (documento redatto da A. De Sortis, G. Di Pasquale,M. Dolce, S. Gregolo, S. Papa, G.F. Rettore), Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile, giugno 2009.
Masi A., 2009. Prime riflessioni sull'esperienza del terremoto in Abruzzo, Consiglio Nazionale Ingegneri (http://www.tuttoingegnere.it/ITA/In-evidenz/Il-terremo/TERREMOTO-Opuscolo---visualizzazione.pdf).
Masi A., Santarsiero G., Samela C., Vona M., 2010. Stima dei costi di intervento per la riduzione della vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio pubblico, L'Edilizia, n. 162.
Petrini L., Pinho R., Calvi G.M., 2004. Criteri di Progettazione Antisismica degli Edifici, IUSS PRESS, Pavia.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:
Obiettivo principale del Task è favorire una maggiore diffusione ed uniformità sul territorio nazionale delle attività di gestione e pianificazione dell'emergenza e di prevenzione che coinvolgono la comunità professionale.
A tale scopo saranno definiti strumenti, modalità di collaborazione e programmi formativi permanenti per garantire:

a) *l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica quanto più efficace ed uniforme sul territorio nazionale;*
b) *la disponibilità di una task force di professionisti, diffusa sul territorio nazionale, che possa garantire ampia disponibilità di tecnici esperti per l'agibilità post-sisma.*

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:
Le principali attività che si prevede di svolgere nell'ambito del task sono:

<u>a) Organizzazione rapporti con la comunità professionale</u>
Va costruita una collaborazione stabile con le strutture nazionali rappresentative delle varie categorie professionali, in particolare con il Consiglio Nazionale Ingegneri.
Per il tramite di tali strutture nazionali va costruita una rete di collegamento con i diversi Ordini Professionali con le strutture tecniche operanti all'interno delle pubbliche ammnistrazioni (es. Uffici Tecnici, Comandi dei Vigili del Fuoco).
Le esigenze della comunità professionale dovranno essere tenute in conto nella realizzazione delle successive attività b) c), d).

<u>b) Definizione di standard formativi</u>
L'obiettivo è contribuire alla predisposizione di programmi formativi che, in funzione degli obiettivi e del target, prevedano adeguati contenuti e garantiscano standard uniformi sul territorio nazionale.
In tal senso sarà utile:

- *Fare una ricognizione dei corsi di formazione già svolti in Italia*
- *Predisporre format e contenuti di lezioni tipo diversificati per le diverse figure professionali e in base alla diversa collocazione lavorativa (libera professione, azienda provata, pubblica amministrazione), inclusi esempi ed applicazioni*
- *Definizione di modalità di erogazione dei corsi di formazione alternativi alle classiche lezioni frontali, ad es. predisposizione di videolezioni corredate con dispense*
- *Predisposizione di questionari per la valutazione ex-post delle attività formative*
- *Svolgimento di corsi pilota per le diverse figure professionali*

<u>c) Diffusione di Linee Guida e Manuali</u>
Il task non si pone l'obiettivo di predisporre Linee Guida, Codici di Pratica, Manuali, ma di garantirne la diffusione laddove già disponibili, oppure di favorirne la predisposizione nell'ambito delle altre Linee del Progetto Reluis.
Per agevolare la diffusione sul territorio nazionale, definire modalità e strumenti affinché essa possa avvenire anche tramite telepresenza e telepartecipazione.

<u>d) Scambio di pubblicazioni tecnico-scientifiche e di altre informazioni.</u>
Per favorire i rapporti con la comunità professionale vanno definite modalità che favoriscano una interazione

<table>
<tr><td colspan="4">“biunivoca” e non monodirezionale come a volte avvenuto in passato.
Ciò potrebbe avvenire ad esempio facendo partecipare tecnici esperti, segnalati dagli Ordini Professionali e dalle strutture tecniche della Pubblica amministrazione, a progetti di ricerca o tesi di laurea che trattino temi relativi all’ingegneria sismica e alla gestione dell’emergenza.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Attività sperimentale prevista:
Non è prevista alcuna attività sperimentale.</td></tr>
<tr><td>Milestones</td><td>Mese 12</td><td>Mese 24</td><td>Mese 36</td></tr>
<tr><td></td><td>1 Predisposizione DataBase dei principali corsi di formazione.
3 Definizione modalità per organizzazione rapporti con la comunità professionale</td><td>3 Definizione preliminare format e contenuto corsi per diverse figure professionali</td><td>4 Svolgimento corsi pilota e valutazione ex-post.
5 Definizione metodi e strumenti per rapporti con la comunità professionale</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti che saranno disponibili a fine progetto</td><td colspan="2">Deliverable</td><td>UR responsabile</td></tr>
<tr><td colspan="2">1. DataBase dei principali corsi di formazione, sia di tipo generalista che tematico.</td><td>UNIBAS-DISGG</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. Consulta permanente ReLUIS - Rappresentanti professioni tecniche.</td><td>UNIBAS-DISGG</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. Format di corsi diversificati per le diverse figure professionali e in base alla diversa collocazione lavorativa (libera professione, azienda provata, pubblica amministrazione)</td><td>UNIBAS-DISGG</td></tr>
</table>

Task 3.2.3 - Organizzazione di banca dati di attività sperimentali svolte da RELUIS

Area Tematica	*AT-3 Tecnologie per il monitoraggio e la gestione delle emergenze*	
Linea	*2. Servizi per la gestione delle emergenze e rapid response*	
Task	***2.3 Organizzazione di banche dati di attività sperimentali svolte da RELUIS***	
Coordinatore del task	*Oreste S. Bursi – Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale Università degli Studi di Trento* *Alberto Pavese – Dipartimento di Meccanica Strutturale Università degli Studi di Pavia*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNITN	Prof. Oreste S. Bursi
	UNIBAS-DiSGG	Angelo Masi
	UNINA-DIST	Andrea Prota
	UNIPV	Prof. Alberto Pavese

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

Allo stato attuale nella rete dei laboratori di Reluis non esiste una strategia comune nella conduzione dei test e nell'archivio dei dati sperimentali. Come evidenziato dall'attività NEES negli USA [1-2], un importante miglioramento delle capacità sperimentali di una rete di laboratori e nella fruizione dei risultati sperimentali si ottiene impiegando un database comune, l'uso di una formattazione comune dei dati e la predisposizione di un prototipo di telepartecipazione e telepresenza tra i diversi laboratori. La combinazione di questi aspetti [3] consente infatti di i) rendere più visibili i risultati sperimentali sia in ambito accademico sperimentale che in ambito professionale, ii) permettere una maggiore interazione fra i vari laboratori e consentire una migliore qualità del risultato grazie all'esperienza cumulativa dei soggetti in gioco iii) documentare al meglio i risultati dei test consentendo una migliore interpretazione dei dati ottenuti iv) migliorare l'accessibilità e la recuperabilità dei risultati sperimentali.

Bibliografia

[1] J. Pauschke and V. Mujumdar. Long-term vision for the U.S. national science foundation George E. Brown, Jr. network for earthquake engineering simulation (NEES). The 13th World Conference on Earthquake Engng, Vancouver, Canada, 2004.

[2] A.M. Reinhorn, M. Bruneau, A.S. Whittaker, and et al. The UB-NEES versatile high performance testing facility. In 13th World Conference on Earthquake Engng, Vancouver, B.C., Canada, August 1-6.

[3] *Pegon, P., "Telepresence at the ELSA laboratory: objectives, strategy and implementation", JRC-Special publication, Ispra, Italy, 2007.*

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Il task si propone le seguenti finalità:

- migliorare la diffusione e l'impiego dei risultati sperimentali, promuovendo l'impatto della ricerca tecnica nel campo dell'ingegneria sismica, favorendo l'innovazione e la diminuzione del rischio sismico e fornendo una vasta e solida base per la calibrazione di modelli numerici. Ciò richiede l'armonizzazione e l'unificazione delle attività di database e la possibilità di accesso dei dati attraverso un portale unico;

- permettere una strategia comune di archivio dei dati ottenuti e le procedure attuate negli esperimenti dei vari laboratori favorendo la certificazione dei laboratori stessi secondo le EN ISO 17025, divenute fondamentali in vista della qualificazione dei prodotti legati all'ingegneria antisismica;

– mettere a punto un prototipo di telepartecipazione e telepresenza per l'accesso remoto ai dati durante un test (accesso in linea) e l'accesso virtuale agli strumenti di misura permettendo una strategia operativa collaborativa durante le attività sperimentali. A questo scopo, vi è la necessità di standardizzare i protocolli usati per la memorizzazione dei dati dei vari laboratori in un software in grado di scambiare le informazioni in linea;

- consentire un accesso centralizzato a differenti database distribuiti nella rete ed in grado di dialogare con un portale centrale in un modo uniforme.

Il Task 2.3, permetterà un miglioramento della rete dei laboratori di ricerca dedicata all'ingegneria sismica, migliorando la loro capacità di scambio, condivisione e accesso ai dati in linea (nel caso della telepresenza) e fuori linea (caricando e/o scaricando dati dal database). Ciò sarà realizzato:

- *consentendo un accesso unico ai dati dei vari database dei laboratori della rete Reluis, con un approccio di database distribuito ma con un comune protocollo di comunicazione*
- *installando una telepresenza armonizzata*
- *arricchendo il database con i dati già disponibili in Reluis tra i vari partners o altrove.*

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

L'attività sarà suddivisa in 4 parti, due delle quali dedicate all'accesso on-line ai dati e le rimanenti legate all'accesso off-line.

7. *Specifiche tecniche legate al database e all'accesso ai dati*

   Lo scopo è di identificare le esigenze degli utenti e di definire dettagliatamente la strategia di implementazione del database. Saranno considerati principalmente 3 punti: l'interfaccia utente del portale centrale, la predisposizione di un formato comune di scambio dei dati, la soluzione dei problemi legati alla sicurezza associata all'upload e al download dei dati insieme ad uno screening periodico dei contenuti del database. Saranno inoltre definite le procedure per aggiungere un nuovo nodo al database comune. Oltre allo scopo diretto legato all'archivio comune, l'attività sarà di fondamentale ausilio in vista della certificazione dei Laboratori RELUIS secondo le EN 17025. In particolare saranno svolte le seguenti attività:

   a. *identificazione delle esigenze degli utenti per quanto riguarda i servizi forniti e le estensioni future.*
   b. *Identificazione dei formati in uso nei diversi laboratori esaminando che cosa è attualmente disponibile nel consorzio.*
   c. *Formulazione di un modello di database che conduca a un protocollo di scambio*
   d. *Requisiti per lo sviluppo di un'interfaccia utente del portale unico per il database distribuito*
   e. *Definizione del contenuto del portale centrale.*
   f. *Indagine sui problemi di sicurezza legati all'accesso dei dati dei vari database distribuiti.*
   g. *Analisi di un estensione dei modelli di dati ai dati on-line.*

8. *Prototipo di telepresenza*

   L'obiettivo è di mettere a punto un prototipo di telepartecipazione e telepresenza. A questo scopo saranno svolte le seguenti attività:

   a. *Accumulazione dell'esperienza pratica dei soci del consorzio per quanto riguarda la telepresenza.*
   b. *Pubblicazione di linee guida per la realizzazione della telepresenza (in particolare per quanto riguarda hardware e software supplementari).*

c. *Prototipo di telepresenza nei laboratori con il supporto dei soci più esperti.*

9. *Implementazione del database*

Lo scopo è di realizzare un'implementazione adeguata del servizio, considerando l'utente e i requisiti del software definiti al p.to 1. Le attività principali all'interno di questa operazione sono di realizzare:

a. *il portale di accesso di dati, che sarà usato principalmente come spazio informativo sul download e upload dei dati sperimentali.*
b. *Il database virtuale, che consentirà l'accesso, con riferimento ai nodi differenti dei vari laboratori, localizzato in posti differenti distribuiti sulla rete.*
c. *Il software dei nodi dei singoli laboratori, da impiegarsi per adattarsi al formato comune.*
d. *La politica di sicurezza per il raggiungimento di uno scambio di informazioni sicuro fra i nodi dei vari laboratori ed il portale di accesso di dati.*
e. *La politica di interrogazione del database, fornendo nuove possibilità di ricerca agli utenti attraverso il portale di accesso ai dati.*
f. *Il protocollo di comunicazione fra l'accesso dei dati dal portale ed i nodi dei laboratori che assicuri la consistenza dei vari dati.*
g. *La valutazione del possibile impiego e il test generale del servizio usando i dati disponibili ed i dati ottenuti nell'ambito del progetto RELUIS.*

10. *Arricchimento del database distribuito con i dati esistenti*

Gli sviluppi relativi al punto 1 e 3 non possono completamente essere raggiunti senza che non sia formata una massa di dati di partenza. Oltre ai dati esistenti a disposizione delle basi di dati distribuite, esistono altre due categorie di dati: quelli disponibili in letteratura (pubblicazioni ed atti di congresso, rapporti di ricerca, contatti personali, tesi, ecc.) e nei dati sperimentali che risiedono nei diversi laboratori in forma digitale, anche se non strutturati. I dati della prima categoria si riuniranno sistematicamente, strutturati seguendo le linee sviluppate al p.to 1. I dati della seconda categoria saranno organizzati, con l'aggiunta dei metadati necessari, e saranno strutturati secondo la disposizione comune sviluppata al pt.o 1, divenendo così immediatamente a disposizione (senza il bisogno di generare filtri) del database comune. L'obiettivo sarà perseguito mediante:

a. *raccolta di dati e metadati da prove (in letteratura o a disposizione dei laboratori).*
b. *Organizzazione dei dati non strutturati e arricchimento metadati;*
c. *Trasformazione delle informazioni raccolte nel formato comune concordato*

Attività sperimentale prevista:

Il task è dedicato all'organizzazione delle banche dati delle attività sperimentali svolte da RELUIS nell'ambito di altre aree tematiche. Non è prevista pertanto un'attività sperimentale specifica se non intesa come lo sviluppo informatico descritto ai punti precedenti.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1 Unificazione dei formati per la condivisione dei database *2 Sviluppo dei criteri relativi alla telepresenza e predisposizione del materiale divulgativo*	*3 Implementazione dei servizi di condivisione e trasmissione delle informazioni*	*4 Analisi dei sistemi di qualità dei laboratori*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. *Rassegna dei formati dei vari partner – specifica del formato dei dati comuni e del portale di accesso*	*UNIPV*
	2. *Guida di riferimento per il prototipo di telepresenza*	*UNIPV*

	3. *Database condiviso di dati sperimentali, prototipo di telepresenza e telepartecipazione presente tra i Laboratori RELUIS: versione preliminare*	*UNIPV,* *UNITN*
	4. *Report sullo stato di certificazione dei Laboratori RELUIS secondo le EN 17025*	*UNITN*

Geotecnica - Macrotemi (MT)

Task MT1-MT2-MT3

Area Tematica	*AT-1 Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito* *AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	
Linea	**Geotecnica**	
Task	***MT1 - Risposta sismica locale e lifelines***	
Coordinatore del task	Francesco Silvestri – Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale - Università degli Studi di Napoli Federico II Stefano Aversa-Dipartimento di Tecnologie-Università degli Studi Pathenope	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UniNa - DIGA	Francesco Silvestri
	UniRoma1 - DISG	Luigi Callisto (Giuseppe Lanzo)
	PoliTo - DISTR	Sebastiano Foti
	PoliMi - DIS	Claudio Di Prisco (Roberto Paolucci)
	UniPv - EuCentre Geo	Carlo G. Lai
	UniFi - DICeA	Claudia Madiai
	UniCal - DDS	Giovanni Dente (Enrico Conte)
	UniMol - SAVA	Filippo Santucci de Magistris
	PoliBa - DIAC	Angelo Amorosi

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

Il Macrotema MT1 è a sua volta articolato in 4 task:

MT1.1 - proposte normative su classificazione sottosuolo ed effetti dell'amplificazione locale sulle azioni sismiche
MT1.2 - linee guida e codici per analisi di risposta sismica locale
MT1.3 - problemi near-fault ed effetti delle discontinuità nel sottosuolo sulla risposta sismica locale
MT1.4 - analisi sismica di lifelines e strutture interrate di supporto

Per ciascuno di essi vanno in seguito riassunti i principali aspetti dello stato delle conoscenze.

Task MT1.1 - Proposte normative su classificazione sottosuolo ed effetti dell'amplificazione locale sulle azioni sismiche

Nelle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, la valutazione degli effetti di amplificazione locale può essere effettuata sulla base di una procedura semplificata, tramite classifica del sottosuolo in base al parametro V_{S30} (che sintetizza il profilo di velocità delle onde di taglio dei primi 30 m di sottosuolo) ed assegnazione dell'amplificazione stratigrafica in funzione dell'ampiezza del moto di riferimento, espressa dal prodotto $F_0 a_g$. Alcuni fattori di carattere litostratigrafico, come la profondità del bedrock e la prima frequenza naturale di vibrazione del deposito, che come è noto influenzano i fenomeni di risposta locale, non vengono esplicitamente tenuti in conto nella classificazione. Analogamente, i fattori di amplificazione stratigrafica, anch'essi espressi in forma sovrasemplificata, tengono conto dell'ampiezza e non del contenuto in frequenza.

Dobry R., Borcherdt R.D., Crouse C.B., Idriss I.M., Joyner W.B., Martin G.R., Power M.S., Rinne E.E., Seed R.B. (2000). New site coefficients and site classification system used in recent building seismic code provisions, Earthquake Spectra, 16:41–67.

ETC12 (2006). General Report (ed. G. Bouckovalas), Workshop of ETC12 Evaluation Committee for the Application of EC8, Athens, Greece.

Lanzo G., Scasserra G., Ding Y.Q. (2009). Evaluation of EC8 site-dependent acceleration response spectra using strong-motion Italian records. Workshop: Eurocode 8 Perspectives from the Italian Standpoint Workshop, E. Cosenza (Ed.), 13-22.

Task MT1.2 - Linee guida e codici per analisi di risposta sismica locale

Sempre con riferimento alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, le analisi di risposta sismica locale costituiscono lo strumento ideale per la valutazione delle azioni sismiche sugli edifici ed altri manufatti.
Le incertezze dei risultati della analisi derivano dalla definizione dell'input sismico da assegnare al bedrock, dalla caratterizzazione geotecnica del modello di sottosuolo, e dalle prestazioni dei codici di calcolo.

Generalmente, viene assunto che l'input sismico coincida con una delle componenti orizzontali dell'accelerazione registrata su roccia affiorante o ricostruita a partire da una registrazione su terreno deformabile, oppure dalla simulazione di accelerogrammi artificiali, oppure ancora da generazione di segnali sintetici. Le procedure con cui però, caso per caso, l'input sismico viene generato, o selezionato ed eventualmente corretto, non sono però ancora codificate.

Usualmente, la definizione del modello geotecnico del sottosuolo viene condotta con approcci deterministici, che non prendono in considerazione le incertezze insite nella valutazione dei parametri di modello; d'altro canto, esistono studi recenti sulle incertezze, di carattere sia epistemico che aleatorio, nella valutazione sperimentale dei profili di velocità di delle onde di taglio e delle caratteristiche di non linearità e smorzamento dei terreni, incertezze che si propagano attraverso il modello ed influenzano, in modo anche significativo, i risultati delle analisi. Una corretta stima delle incertezze insieme ad una valutazione affidabilistica dei risultati ottenuti da un'analisi di risposta sismica locale può essere ottenuta solamente adottando una procedura basata su un approccio di tipo stocastico.

La Normativa classifica i metodi di analisi in dinamiche semplificate ed avanzate, realizzabili al giorno d'oggi con numerosi codici di calcolo commerciali 1D e 2D. Pochissimi di questi codici hanno però una versatilità tale da poter modellare l'estrema varietà dei comportamenti dei terreni e delle strutture con essi interagenti. La sempre crescente diffusione dell'uso di tali codici ne rende peraltro necessaria un'adeguata calibrazione attraverso confronti reciproci e con osservazioni di eventi sismici reali, disponibili attraverso registrazioni di reti accelerometriche.

Amorosi A., Boldini D., Elia G. (2010). Finite element modelling of seismic ground response. Computers and Geotechnics, doi: 10.1016/j.compgeo.2010.02.005.

Foti S., Comina C., Boiero D., Socco L.V. (2009). Non uniqueness in surface wave inversion and consequences on seismic site response analyses, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 29(6):982-993

Kwok A.O. L., Stewart J. P., Hashash Y. M. A., Matasovic N., Pyke R., Wang Z., Yang Z. (2007). Use of exact solutions of wave propagation problems to guide implementation of nonlinear seismic ground response analysis procedures. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 133(11):1385-1398.

Puglia R., Klin P., Pagliaroli A., Ladina C., Priolo E., Lanzo G., Silvestri F. (2009). Analisi della risposta sismica locale a San Giuliano di Puglia con modelli 1D, 2D e 3D. Rivista Italiana di Geotecnica, 63(3):62-71.

Task MT1.3 - Problemi near-fault ed effetti delle discontinuità nel sottosuolo sulla risposta sismica locale

Tutti i metodi di analisi di risposta sismica locale fanno in genere riferimento a condizioni far-field, cioè ad un moto sismico in ingresso nel dominio d'analisi con le medesime caratteristiche in ogni punto della frontiera. Il campo di radiazione nelle zone prossime alla sorgente sismica (near fault) è invece fortemente variabile (tipicamente, per effetto della polarizzazione e della direttività) inducendo ciò che viene convenzionalmente definito in letteratura come "effetto near field". La presenza di una sorgente sismica in prossimità di un manufatto può peraltro dare luogo a interazioni dirette della dislocazione tettonica con la struttura.

Nelle zone caratterizzate da intense dislocazioni tettoniche, sono inoltre frequenti vistose discontinuità geometriche e meccaniche lungo il tetto del bedrock sismico, il che determina fenomeni di diffrazione delle onde trasmesse nei depositi sovrastanti, con la produzione di effetti locali del tutto peculiari.

Altre discontinuità nel sottosuolo sono le cavità ipogee, prodotte da fenomeni naturali (erosione, carsismo) oppure di origine antropica (p.es. dovute ad attività estrattive o connesse ad infrastrutture per captazione di risorse idriche sotterranee). Il moto sismico trasmesso in superficie in corrispondenza di tali cavità può essere caratterizzato da distribuzione non uniforme degli effetti inerziali sulle costruzioni, e da concentrazione di fenomeni deformativi localizzati nei diaframmi di terreno tra cavità e cavità, e tra le stesse e le fondazioni degli edifici.

Tutti i fattori sopracitati possono in definitiva risultare determinanti sia nelle verifiche di stabilità del sito che nella valutazione delle azioni sismiche di progetto, ma la loro valutazione non è contemplata nei recenti sviluppi della Normativa.

Chioccarelli E., Iervolino I. (2009). Near-source seismic demand and pulse-like records: a discussion for L'Aquila Earthquake. Earthquake Engineering and Structural Dynamics. doi: 10.1002/eqe.987.

Davis C.A., Lee V.W., Bardet J.P. (2000). Transverse response of underground cavities and pipes to incident SV waves. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 30:383-410.

Madiai C., Simoni G. (2004). Analisi numeriche 1D e 2D per la previsione degli effetti sismici locali a Città di Castello. Atti del XXII Convegno Nazionale di Geotecnica, Palermo. Patron, Bologna.

Somerville P. G., Smith N. F., Graves R.W., Abrahamson N. A. (1997). Modification of empirical strong motion attenuation relations to include the amplitude and duration effect of rupture directivity, Seism. Res. Lett. 68(1), 199-122.

Task MT1.4 - Analisi sismica di lifelines e strutture interrate di supporto

Le infrastrutture interrate, a causa dell'elevato grado di sconfinamento, hanno generalmente mostrato un comportamento soddisfacente durante i terremoti, se paragonato a quello delle strutture in elevazione. Tuttavia, durante terremoti recenti particolarmente distruttivi, sono stati registrati danni ingenti e irreversibili a gallerie,

tubazioni e serbatoi interrati, causandone la temporanea o definitiva sospensione dell'utilizzo. Sia per limitare il danno subito da una comunità, sia per la gestione dell'emergenza dopo un evento sismico strong-motion, risulta dunque di estrema importanza garantire la sicurezza ed il funzionamento dei serbatoi e delle tubazioni per l'adduzione dell'acqua e del gas.
L'analisi dell'interazione tra il terreno, l'infrastruttura ed il fluido è quindi necessaria in primo luogo nella pratica progettuale, ma anche nelle analisi di scenario, per la valutazione della funzionalità delle reti su un territorio esteso. Si tratta di un articolato problema d'interazione dinamica tra la struttura ed il sottosuolo, caratterizzato da tutti gli elementi di complessità tipici di questa classe di problemi quali, ad esempio, la non-linearità e la risposta in parte irreversibile del terreno, l'accumulo di spostamenti permanenti, il ruolo non trascurabile della posa in opera e l'eventuale interazione tra le tubazioni e le strutture collegate. Nonostante l'acclarata rilevanza del tema, nonché la suddetta complessità dello stesso, esso è stato quasi esclusivamente analizzato adottando soluzioni sovra-semplificate, sviluppate in genere nell'ipotesi di risposta elastica del terreno e della struttura.

Davis C.A., Bardet J.P. (2000). Responses of buried corrugated metal pipes to earthquakes. Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering, 126:1, 28-39.
Lee D.H., Kim B.H., Lee H., Kong J.S. (2008). Seismic behavior of a buried gas pipeline under earthquake excitations. Engineering Structures, doi:10.1016/j.engstruct.2008.12.012.
Pitilakis K.,·Alexoudi M., Argyroudis S., Monge O.,·Martin C. (2006). Earthquake risk assessment of lifelines. Bull Earthquake Eng 4:365–390.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Task MT1.1 - Proposte normative su classificazione sottosuolo ed effetti dell'amplificazione locale sulle azioni sismiche

Nel Task ci si propone di superare le sopracitate limitazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni, e di proporre criteri alternativi ed innovativi, basandosi sullo stato dell'arte delle conoscenze a livello nazionale ed internazionale, ed in particolare sull'avanzamento della definizione della pericolosità sismica locale in Italia.
Lo studio sarà articolato secondo i seguenti obiettivi e corrispondenti attività:
- *stato dell'arte sui criteri di classificazione del sottosuolo e di definizione dell'amplificazione;*
- *elaborazione di dati sperimentali ed esecuzione di analisi parametriche per investigare l'adeguatezza dei criteri semplificati proposti dalle NTC;*
- *definizione di criteri di classificazione alternativi, basati su più parametri rappresentativi della risposta del sito;*
- *definizione di fattori di amplificazione affidabili, per esprimere l'amplificazione stratigrafica in funzione di ampiezza e contenuto in frequenza del moto di riferimento.*

Task MT1.2 - Linee guida e codici per analisi di risposta sismica locale

Nel Task ci si propone di definire le limitazioni ed ampliare le potenzialità degli strumenti di valutazione dell'input sismico, della definizione del modello geotecnico di sottosuolo, e di analisi dinamica della risposta sismica locale.
Lo studio sarà articolato secondo i seguenti obiettivi e corrispondenti attività:
- *sviluppo di procedure per individuare le principali caratteristiche delle onde incidenti e definire l'input sismico da utilizzare nelle analisi di risposta locale;*
- *sviluppo di procedure di carattere stocastico per valutare la propagazione delle incertezze dell'input sismico e della caratterizzazione sperimentale dei terreni nelle analisi numeriche della risposta sismica locale;*
- *valutazioni di accuratezza e limitazioni dei codici di calcolo, e validazioni condotte mediante confronti reciproci, con soluzioni teoriche o con dati sperimentali;*
- *sviluppo di metodi di analisi dinamica di sistemi semplificati sottosuolo-struttura, con eventuale presenza di discontinuità nella struttura o nel terreno, caratterizzato da legame costitutivo avanzato.*

Task MT1.3 - Problemi near-fault ed effetti delle discontinuità nel sottosuolo sulla risposta sismica locale

Nel task ci si propone di mettere a punto metodologie d'analisi ed indicazioni pre-normative per l'introduzione nei metodi d'analisi della risposta sismica locale di effetti dovuti alla vicinanza della sorgente ed a discontinuità nel bedrock e nei depositi superficiali.
Lo studio sarà articolato secondo i seguenti obiettivi e corrispondenti attività:
- *analisi numeriche di effetti di campo vicino sullo scuotimento in superficie e della possibile interazione di manufatti strategici con la rottura superficiale di faglia;*
- *analisi numeriche finalizzate all'espressione degli effetti di discontinuità geometriche del substrato e delle proprietà meccaniche di terreni e rocce;*
- *analisi numeriche e studi sperimentali per la definizione del moto sismico in superficie in presenza di cavità, delle deformazioni indotte e delle azioni instabilizzanti nell'intorno delle stesse.*

Task MT1.4 - Analisi sismica di lifelines e strutture interrate di supporto

Nel task ci si propone di mettere a punto metodologie d'analisi ed indicazioni pre-normative per la valutazione dell'interazione terreno-infrastruttura-fluido e delle deformazioni permanenti di tubazioni e serbatoi interrati.
Lo studio sarà articolato secondo i seguenti obiettivi e corrispondenti attività:

- *sviluppo di metodi di analisi dinamica semplificata ed avanzata per lo studio del comportamento sismico di tubazioni di acqua o gas in direzione longitudinale e trasversale;*
- *sviluppo di analisi numeriche dell'interazione sismica terreno/struttura/fluido e dei fenomeni deformativi permanenti di serbatoi interrati;*
- *validazione delle analisi numeriche su casi di studio e modellazione in centrifuga.*

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

Ciascuno dei 4 task in cui si articola il macrotema vedrà il contributo delle UR indicate in tabella. I task fanno riferimento alle Aree Tematiche Reluis indicate in parentesi.	UniNa	UniRoma1	PoliTo	PoliMi	Eucentre	UniFi	UniCal	UniMol	PoliBa
MT1.1 - proposte normative: classificazione sottosuolo ed effetti dell'amplificazione locale sulle azioni sismiche (rif. AT2)	■	■	■	■		■	■		
MT1.2 – linee guida e codici per analisi di risposta sismica locale (rif. AT1-2)	■	■	■	■	■		■		■
MT1.3 – problemi near-fault ed effetti delle discontinuità nel sottosuolo sulla r.s.l. (rif. AT2)	■			■	■	■			
MT1.4 – analisi sismica di *lifelines* e strutture interrate di supporto (rif. AT 2 - task 2.2.3)	■			■				■	■

Attività sperimentale prevista:
I task MT1.1 – MT1.2 saranno prevalentemente basati su attività computazionali di carattere statistico e numerico, ma potrebbero richiedere l'integrazione di attività sperimentale in sito ed in laboratorio sui terreni per i quali i criteri ed i metodi numerici dovranno essere messi a punto. La sperimentazione potrà essere svolta con le risorse sperimentali in dotazione dei laboratori di gran parte delle UR coinvolte. Per le attività MT1.3-MT1.4, si prevedono prove in centrifuga su modelli di sistemi terreno-struttura sottoposti a sollecitazioni armoniche ed impulsive. Le prove si svolgeranno presso il laboratorio ISMGEO di Seriate (BG), che opera in convenzione con Eucentre e le Università.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1 Stato dell'arte, scelta dei casi di studio, messa a punto dei modelli e dei codici	*2 Svolgimento attività sperimentali e numeriche*	*3 Validazione analisi numeriche tramite confronti reciproci e con dati sperimentali* *4 Redazione delle linee guida*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabili e collaboranti**
	Stato dell'arte e proposte di criteri di classificazione per la definizione delle categorie di sottosuolo e per la valutazione dell'amplificazione locale	*UniFi - UniRoma1 - PoliTo*
	Metodi di calcolo innovativi per la definizione dell'input sismico e dell'analisi di sistemi monodimensionali terreno-struttura.	*UniCal - UniNa*
	Linee guida sull'uso di codici 1D, 2D, 3D per l'analisi di risposta sismica locale.	*UniRoma1 - UniCal - PoliBa - PoliMi*
	Linee guida sulla valutazione dell'amplificazione locale con procedure affidabilistiche.	*PoliTo - Eucentre*
	Linee guida per la valutazione degli effetti dovuti alla vicinanza di sorgenti sismiche e della presenza di discontinuità nel sottosuolo sull'analisi di risposta locale.	*EuCentre - UniFi*
	Linee guida per la valutazione delle azioni sismiche e dell'instabilità in presenza di cavità antropiche	*UniNa - PoliMi*
	Linee guida per la valutazione delle azioni sismiche e degli effetti deformativi su tubazioni interrate mediante analisi semplificate e avanzate.	*PoliBa - UniNa*
	Linee guida per l'analisi dell'interazione sismica terreno/struttura/fluido e per la valutazione delle condizioni di stabilità di serbatoi idrici.	*UniMol*

Task	***MT2 Fondazioni Superficiali e Profonde***

Coordinatore del task	*Renato Lancellotta – Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica Politecnico di Torino* Stefano Aversa-Dipartimento di Tecnologie-Università degli Studi Pathenope	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	POLITO-DISTR	Sebastiano Foti
	POLIMI-DIS	Claudio Di Prisco
	UNICT-DICA	Francesco Castelli
	UNINA-DIGA	Francesco Silvestri
	SUN-DIC	*Alessandro Mandolini*
	UNISANNIO	*Armando Simonelli*
	UNIPARTHENOPE-DIT	*Stefano Aversa*
	UNICAL	*Giovanni Dente*

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

L'interazione terreno-fondazione-struttura rappresenta un elemento chiave nella definizione della risposta sismica ed assume una particolare rilevanza per le costruzioni esistenti. Nelle nuove costruzioni infatti l'interazione viene spesso trascurata, assumendo una condizione di vincolo perfetto alla base della struttura. Tale approccio trova giustificazione nell'effetto tipicamente benefico che la deformabilità del terreno introduce. Considerando infatti la forma dello spettro di risposta di progetto, la deformabilità del terreno, riducendo la rigidezza globale del sistema produce un innalzamento del periodo fondamentale della struttura e quindi una riduzione delle azioni sismiche sulla sovrastruttura. Pertanto assumere una condizione di incastro perfetto porta tipicamente ad una progettazione a favore di sicurezza, fatta eccezione per le strutture estremamente rigide che si collocano nella zona dello spettro in cui la risposta in termini di accelerazione cresce al crescere del periodo. Inoltre in termini di risposta del terreno, i fenomeni di plasticizzazione, attualmente esclusi dall'approccio delle gerarchie delle resistenze possono comportare dei consistenti benefici in termini di richiesta di prestazioni sulla struttura sovrastante. Lo sviluppo di macroelementi che consentano una modellazione dell'interazione sufficientemente accurata ma anche snella in termini di oneri computazionali costituisce un obiettivo di primaria importanza. Attualmente molti approcci correntemente utilizzati fanno riferimento a soluzioni elastiche o visco-elastiche che richiedono l'adozione di parametri di riferimento operativi difficili da quantificare.

Per quanto riguarda le fondazioni su pali, con la stesura degli Eurocodici a livello europeo e delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni a livello nazionale, si sono tradotti in norma elementi di novità inerenti la progettazione dei pali di fondazione in zona sismica, che sono stati sviluppati nell'ambito di studi e ricerche piuttosto recenti. La principale innovazione è rappresentata dal fatto che i pali debbano essere progettati per resistere non solo alle forze di inerzia trasmesse dalla sovrastruttura (azione inerziale) ma anche alle ulteriori sollecitazioni che si originano nel palo che interagisce con il terreno che si deforma al passaggio delle onde sismiche (interazione cinematica). Nell'ambito del primo progetto Reluis (2005-2008) numerosi aspetti che caratterizzano l'interazione cinematica dei pali in zona sismica sono stati indagati e chiariti. Restano tuttavia da definire procedure semplificate che consentano una valutazione progettuale adeguata degli effetti dell'interazione cinematica, che tenga conto anche della non-linearità della risposta sismica del terreno.

Altro aspetto di interesse è costituito dalla risposta sismica delle fondazioni miste "platee su pali", ovverossia su quel sistema di fondazione che deriva la propria risposta dalla combinazione della risposta di un gruppo di pali e dell'elemento strutturale di collegamento delle teste dei pali, quest'ultimo a diretto contatto con il terreno. Tale tipologia di fondazione, dapprima impedita dal D.M. 11.03.1988, rappresenta ora una nuova opzione progettuale consentita dal D.M. 14.01.2008. Mentre l'analisi della risposta di tale sistema fondale sotto azioni verticali di natura statica è stata oggetto di numerosi studi e ricerche, lo stesso non può dirsi sotto azioni orizzontali derivanti dalla struttura in elevazione, sia di natura statica sia come conseguenza degli effetti di natura inerziale connessi al sisma.

Cairo R., Conte E., Dente G., Sica S., Simonelli A.L. (2009) "Soil-pile kinematic interaction:new perspectives for EC8 improvement". Eurocode 8 Perspectives from the Italian Standpoint Workshop, E. Cosenza (ed), pp.263-275, 2009

di Prisco C., Galli A., Vecchiotti M. (2009) "Cyclic and dynamic

Gazetas G. (2005) "Seismic Analysis of Shallow Foundations : Beyond EC8", Atti delle Conferenze di Geotecnica di Torino, CD-Rom

Gazetas, G. and Mylonakis, G., 1998, "Seismic Soil-Structure Interaction: New Evidence and Emerging Issues," Proceedings of an ASCE Specialty Conference on Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics III, Seattle, August 3-6, ASCE Special Publication No. 75, pp. 1119-1174.

Gazetas, G., 1991, "Foundation Vibrations," Foundation Engineering Handbook, Second Edition, edited by Hsai-Yang Fang, Vas Nostrand Reinhold.

Maiorano R.M.S., de Sanctis L., Aversa S., Mandolini A. (2009). Kinematic response analysis of piled foundations under seismic excitation. CANADIAN GEOTECHNICAL JOURNAL, 46(5): 571-584, ISSN 1208-6010

Mandolini, A. Russo, G. & Viggiani, C. (2005) "Pile foundations: experimental investigations, analysis and design.

State of-the-Art Report", Proceedings of the XVI ICSMGE, vol. 1, Osaka, Japan: 177-213, Balkema, Rotterdam, The Netherlands.

Martin, G., R., and Lam, I. P. (2000). "Earthquake Resistant Design of Foundations : Retrofit of Existing Foundations", Proceedings, GeoEng 2000 Conference, Melbourne.

mechanical response of shallow foundations on granular deposits." In: NATO Congress - Sofia. 30/08/08 - 03/09/08, Sofia, pp. 139- 150.

Nova, R., Montrasio, L. (1991). Settlements of shallow foundations on sand. Géotechnique, Vol. 41(2), 243–256.

Wolfe J.P. (1994) "Foundation vibration analysis using simple physical models", Prentice Hall, Englewood Cliffs

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Gli obiettivi generali riguardano la definizione di modelli utilizzabili nella valutazione della risposta sismica delle strutture per tenere conto dell'interazione terreno-fondazione-struttura e la valutazione degli effetti sismici sulle fondazioni stesse. Inoltre si intende approfondire il tema degli effetti indotti dalla deformabilità del sistema fondazione-terreno sulla risposta sismica delle costruzioni, solitamente trascurati o trattati in modo marginale nella valutazione del rischio sismico.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

In questo macrotema confluiscono le attività di ricerca relative alle fondazioni ed all'interazione terreno-fondazione-struttura. Il macrotema è a sua volta suddiviso in due aree, una riguardante le fondazioni superficiali, l'altra riguardante le fondazioni su pali. Le attività che varranno sviluppate sono:

Modelli per la valutazione dell'interazione terreno-fondazione-struttura:

L'approccio modellistico basato sui macroelementi consente l'introduzione degli effetti dell'interazione terreno-fondazione nelle analisi strutturali in modo efficiente e sufficientemente accurato. Si mira ad estendere il campo di applicazione delle teorie del macroelemento ad analisi di interazione in campo sismico, considerando stratigrafie complesse e mettendo a punto strategie di omogeneizzazione empiriche e numeriche. Saranno inoltre presi in considerazione casi applicativi di rilevante interesse storico-architettonico. Nel caso di edifici storici e monumentali, infatti, l'interazione fra carichi permanenti sollecitanti la fondazione e carichi sismici è di particolare interesse, in quanto le azioni permanenti richiedono una notevole mobilitazione delle risorse di resistenza del sistema fondazionale, condizionandone la risposta dinamica. Inoltre queste costruzioni, per le loro caratteristiche geometriche e strutturali, rientrano tipicamente nel novero delle strutture per le quali gli effetti dell'interazione terreno-struttura possono essere rilevanti.

Valutazione della capacità portante

La capacità portante delle fondazioni superficiali in zona sismica può essere fortemente ridotta per effetto degli effetti inerziali sul terreno e sulla struttura sovrastante. Si intende sviluppare approcci semplificati per la valutazione della capacità portante delle fondazioni superficiali sottoposte a carichi di natura sismica, anche con riferimento a strutture esistenti e/o di interesse storico. Per la validazione di tali metodi, verranno utilizzate analisi dinamiche complete di tipo numerico.

Fondazioni miste platee su pali sotto azioni orizzontali

Le fondazioni su pali progettate in modo da ottimizzarne la risposta in relazione all'interazione tra elemento strutturale di collegamento delle teste dei pali ed il terreno sottostante, costituiscono un orientamento progettuale moderno introdotto in normativa dal D.M. 14.01.2008. Mentre l'analisi della risposta di tale sistema fondale sotto azioni verticali di natura statica è stata oggetto di numerosi studi e ricerche, nel presente progetto si intende estendere la modellazione agli effetti delle azioni orizzontali derivanti dalla struttura in elevazione, sia di natura statica sia come conseguenza degli effetti di natura inerziale connessi al sisma. Inoltre è prevista una modellazione numerica del comportamento dinamico delle fondazioni miste, al fine di evidenziarne gli aspetti più importanti e di pervenire a un avanzamento dello stato delle conoscenze. Per conseguire tale scopo si farà ricorso ai metodi semplificati disponibili in letteratura e ad analisi avanzate agli elementi finiti.

Interazione cinematica pali-terreno

Proseguendo le attività intraprese nell'ambito del precedente progetto ReLuis, si intende sviluppare le metodologie per la stima degli effetti di interazione cinematica che si sviluppano lungo il fusto e alla testa dei pali per effetto del moto sismico. Tale scopo sarà perseguito utilizzando modelli numerici per condurre analisi parametriche volte alla taratura di formule semplificate che consentano di valutare rapidamente e con ragionevole affidabilità tali effetti.

La validazione dei modelli numerici, volta anche alla valutazione dell'incidenza dei fenomeni di non-linearità e plasticità della risposta del terreno, sarà effettuata facendo riferimento a risultati sperimentali relativi a prove su modelli in scala recentemente eseguiti su tavola vibrante.

Si cercherà, inoltre, di individuare possibile criteri attraverso i quali definire l'importanza relativa tra effetti di interazione cinematica e effetti di interazione inerziale, al fine di individuare quei casi in cui uno dei due fenomeni è prevalente rispetto all'altro ai fini del dimensionamento strutturale e geotecnico del sistema di fondazione. A questo proposito si intende inoltre approfondire lo studio dei metodi correntemente utilizzati per la sovrapposizione degli effetti inerziali e cinematici, per valutare l'influenza dello sfasamento temporale tra i due.

Interazione inerziale derivante dall'input sismico "filtrato" dalla fondazione su pali
Individuazione di criteri attraverso i quali valutare l'input sismico per l'analisi della risposta di tipo inerziale della struttura in elevazione tenendo conto delle modifiche del campo di moto introdotte dal sistema "fondazione su pali – terreno". Sulla base dei risultati di una analisi numerica parametrica si intende sviluppare una metodologia semplificata per modificare l'input free-field ottenuto dalle classiche analisi di risposta sismica locale ed ottenere una stima dell'input alla fondazione (Foundation Input Motion).

Attività sperimentale prevista:
Prove sperimentali su campioni di laboratorio per la valutazione dei parametri di riferimento per le analisi di interazione terreno-struttura in condizioni statiche e dinamiche.
Campagna sperimentale su tavola vibrante per la valutazione degli effetti dell'interazione cinematica nei pali di fondazione presso il laboratorio BLADE dell'Università di Bristol (UK) in sinergia con il progetto SERIES.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	Sviluppo e proposta dei modelli di riferimento per le analisi di interazione	*Taratura dei modelli di riferimento con parametri relativi a prove sui materiali e prove su tavola vibrante*	*Definizione regole specifiche per la progettazione Casi di Studio*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	Studio della risposta sismica di fondazioni superficiali mediante il metodo del macroelemento: applicazioni a stratigrafie complesse.	*POLIMI-DIS*
	Metodologie di analisi per la valutazione degli effetti indotti dalla deformabilità del sistema fondazione-terreno sulla risposta sismica degli edifici di nuova costruzione	*UNIPARTHENOPE*
	Comportamento delle fondazioni miste sotto azioni sismiche.	*UNICAL*
	Procedure di parametrizzazione dei modelli di interazione terreno-struttura basati sulla formulazione del macroelemento	*POLITO-DISTR*
	Valutazione degli effetti di tipo inerziale e cinematico sul carico limite delle fondazioni superficiali.	*UNICT-DICA*
	Interazione cinematica ed inerziale di pali di fondazione in zona sismica. Indicazioni di carattere normativo.	*UNISANNIO*
	Analisi delle risposta di fondazioni miste "platee su pali" sotto azioni statiche verticali e orizzontali.	*UNINA-DIGA*
	Criteri semplificati per la valutazione degli effetti di interazione cinematica e delle azioni inerziali per le strutture su pali	*SUN*

Task	***MT3 – Muri e paratie***
Coordinatore del task	*Sebastiano Rampello – Università Sapienza di Roma – Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica* *Stefano Aversa-Dipartimento di Tecnologie-Università degli Studi Pathenope*

Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNIROMA1-DISG	Luigi Callisto
	UNIPARTHENOPE-DIT	Stefano Aversa
	UNIROMA2-DIG	Giulia Viggiani
	UNICA-DIGITA	Fabio M. Soccodato
	UNINA-DIGA	Francesco Silvestri
	UNIME-DIC	Ernesto Cascone
	UNISANNIO	Armando Simonelli
	UNIPD	Paolo Carrubba
	UNIPV-EUCENTRE	Carlo G. Lai

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto:

Nella pratica progettuale, la verifica sismica delle opere di sostegno è spesso fondata sull'approccio pseudo statico delineato da Mononobe e Okabe agli inizi del 900, particolarmente idoneo al caso di opere rigide sottoposte ad accelerazioni moderate. In alternativa, si può utilizzare il metodo degli spostamenti, originariamente proposto da Newmark (1965) per la valutazione degli spostamenti indotti dal sisma. Nella sua formulazione originaria, il metodo prevede una distribuzione spaziale costante delle accelerazioni istantanee agenti nel volume di terreno interagente con l'opera, e una resistenza al taglio costante nel tempo. Entrambe le ipotesi possono essere rimosse, portando in conto gli effetti indotti dalla deformabilità del terreno, e quelli associati ad una riduzione della resistenza per degradazione dei parametri o accumulo di pressione interstiziale. Gli effetti indotti dalla deformabilità dei terreni, che possono risultare in una amplificazione o in una de-amplificazione delle azioni sismiche, possono a loro volta essere portati in conto nella valutazione dei coefficienti di spinta utilizzati nell'approccio pseudo statico.

I metodi summenzionati sono utilizzabili, con sufficiente accuratezza, per muri a gravità e paratie a sbalzo o con un singolo livello di vincolo, purché il sistema sia dimensionato in modo da manifestare meccanismi di deformazione di tipo duttile.

L'estensione di questi approcci a opere di sostegno in terra rinforzata o a paratie multi vincolate necessita invece di un maggiore grado di approfondimento.

Per le opere in terra rinforzata, in virtù delle loro intrinseche capacità dissipative, è necessario definire i criteri di valutazione delle azioni statiche equivalenti e dei meccanismi di deformazione lungo i quali valutare gli spostamenti indotti dal sisma.

Una valutazione attendibile del comportamento sismico delle paratie multivincolate richiede invece di stimare l'effetto della rigidezza e della resistenza dei terreni, l'influenza dello stato tensionale iniziale e delle condizioni statiche precedenti il sisma, l'influenza dell'intensità e del contenuto in frequenza dell'azione sismica e l'influenza della rigidezza delle paratie e dei sistemi di contrasto.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Il progetto di ricerca prevede l'esecuzione di una sperimentazione su modelli fisici, in centrifuga e su tavola vibrante, di opere di sostegno del tipo summenzionato e la riproduzione del comportamento osservato mediante analisi semplificate e analisi dinamiche avanzate, basate su una adeguata modellazione costitutiva del comportamento meccanico dei terreni in condizioni cicliche.

I principali obiettivi del progetto possono così riassumersi:

- sviluppo di procedure analitiche speditive per il dimensionamento di muri a gravità e a mensola in condizioni sismiche;
- definizione di correlazioni tra spostamenti delle opere e parametri sintetici del moto sismico, in funzione dell'accelerazione critica del sistema muro terreno;
- estensione dell'approccio pseudo statico e del metodo degli spostamenti per la verifica agli stati limite delle opere di sostegno in terra rinforzata;
- definizione di criteri per il dimensionamento sismico delle paratie multi vincolate, secondo un approccio prestazionale basato sui massimi spostamenti ammessi in relazione allo stato limite analizzato;
- sviluppo di un criterio di gerarchia delle resistenze per paratie con più livelli di ancoraggio e per paratie con più livelli di puntoni.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

1. *Criteri di intervento per il miglioramento e l'adeguamento sismico di muri di sostegno esistenti (UniMe, UniNa, UniPV-EUcentre)*
2. *Analisi pseudo statica e dinamica di muri a mensola e a gravità e definizione di soglie di spostamento ammissibile (UniMe, UniNa, UniPV-EUcentre)*
3. *Valutazione delle capacità dissipative interne delle opere in terra rinforzata (UniPD, UniRoma1)*
4. *Criteri di parametrizzazione degli stati limite di esercizio per le opere in terra rinforzata (UniPD, UniRoma1)*
5. *Studio del comportamento sismico di paratie multi vincolate e criteri di dimensionamento (UniRoma1, UniRoma2, UniCa, UniParthenope)*
6. *Criteri di gerarchia delle resistenze per paratie con più livelli di ancoraggio e per paratie con più livelli di puntone (UniRoma1, UniRoma2, UniCa, UniParthenope)*

Attività sperimentale prevista:

1. Sperimentazione fisica in tavola vibrante di muri a gravità e muri in terra rinforzata
2. Sperimentazione fisica in centrifuga di coppie di paratie con due livelli di puntoni

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1 Determinazione delle spinte su muri di sostegno in condizioni sismiche *2 Procedure per l'analisi agli spostamenti di muri di sostegno soggetti ad azioni*	*3 Prove su tavola vibrante di muri a gravità e di muri in terra rinforzata* *4 Prove in centrifuga di coppie di paratie con*	*5 Definizione di azioni pseudo statiche equivalenti per il dimensionamento sismico di muri in terra rinforzata* *6 Metodi di progetto prestazionali di muri di sostegno a gravità* *7 Definizione di approcci per il*

	sismiche	*due livelli di puntone*	*dimensionamento sismico diparatie ancorate o vincolate con più livelli di puntoni*
Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**		**UR responsabile**
	1. *Metodi semplificati per la valutazione della stabilità sismica di muri di sostegno*		*UNINA-DIGA*
	2. *Metodi di verifica agli stati limite di muri in terra rinforzata*		*UNINA-DIST*
	3. *Dimensionamento sismico di paratie con più livelli di vincolo secondo un approccio prestazionale*		*UNIROMA1-DISG*

Progetti Speciali

RS 1 - Aspetti ingegneristici nell'input sismico

Area Tematica	*AT-1 Strumenti per la valutazione e la gestione del rischio del patrimonio costruito*	
Task	***RS1 - Aspetti ingegneristici nell'input sismico***	
Coordinatore del task	*Edoardo Cosenza – Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNINA-DIST	Gaetano Manfredi
	INGV MI-PV	Francesca Pacor
	POLIMI-DIS	Roberto Paolucci
	UNIBO	Trombetti

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

L'analisi dinamica non lineare è considerata il metodo di simulazione numerica più accurato tra quelli disponibili per valutare il rischio sismico di opere civili. Tuttavia, oltre che una modellazione adatta a cogliere opportunamente il comportamento ciclico degli elementi, richiede una accurata valutazione della sismicità a cui è soggetto il sito in esame e la conseguente selezione dei segnali sismici da utilizzare nelle analisi. Questo è un punto che può necessitare di competenze sismologiche di base tipicamente extra-curriculari rispetto alla formazione del professionista. Infatti, l'azione di progetto è spesso definita sotto forma di spettro di accelerazione atteso in relazione proprio alla pericolosità sismica. Gli accelerogrammi da utilizzare nelle analisi devono poi in qualche modo essere compatibili con esso, oltre che riflettere una serie di altri parametri caratterizzanti il moto al suolo e/o le sorgenti dei terremoti pericolosi per il sito.

Solo recentemente le procedure per legare la selezione di accelerogrammi per l'analisi delle strutture alla pericolosità sono state messe a punto in una forma tale da essere facilmente recepibili dalla pratica dell'ingegneria sismica. Infatti, le tradizionali difficoltà di circostanziare con sicurezza tale scelta hanno fatto si che, in ambito sia professionale sia di ricerca, fossero utilizzati segnali artificiali generati perché avessero esattamente la forma dello spettro di progetto. Questo approccio è, però, stato criticato, perché si è dimostrato che alcuni tipi di accelerogrammi artificiali sono meno opportuni per la rappresentazione del moto al suolo rispetto ai cosiddetti accelerogrammi reali (ottenuti da registrazioni di eventi sismici realmente occorsi).

Le strategie per la selezione di accelerogrammi e le prescrizioni dei codici a questo proposito non sono ancora del tutto consolidate, per cui è necessario approfondire ulteriormente tali temi e sviluppare e/o migliorare gli strumenti (es. software, mappe di pericolosità, ecc.) per la selezione normativa di accelerogrammi (reali o sintetici) per la stima della risposta non lineare delle strutture, includendo tutti i vincoli emersi recentemente dalla ricerca come importanti nella scelta dell'input sismico per l'analisi dinamica non-lineare delle strutture.

Iervolino, I., Giorgio, M., Galasso, C., Manfredi, G. (2010). Conditional hazard maps for secondary intensity measures. Bulletin of the Seismological Society of America (in press).

Iervolino, I., Galasso, C., Cosenza, E. (2010). REXEL: computer aided record selection for code-based seismic structural analysis. Bulletin of Earthquake Engineering. 8, 339-362.

Convertito, V., Iervolino, I., Herrero, A. (2009). The importance of mapping the design earthquake: insights for southern Italy. Bulletin of the Seismological Society of America. 99, 2979–2991.

Ameri, G., Gallovič, F., Pacor, F. and A. Emolo (2009). Uncertainties in strong ground-motion prediction with finite-fault synthetic seismograms: an application to the 1984 M 5.7 Gubbio, central Italy, earthquake. Bulletin of the Seismological Society of America, 99, 647–663.

Ameri G., Pacor F., Cultrera G. and G. Franceschina (2008) Deterministic Ground-Motion Scenarios for Engineering Applications: The Case of Thessaloniki, Greece. Bulletin of the Seismological Society of America, 98, 1289–1303.

Pacor, F., G. Cultrera, A. Mendez, and M. Cocco (2005). Finite fault modeling of strong ground motion using a hybrid deterministic—stochastic method, Bulletin of the Seismological Society of America, 95, 225–240.

Iervolino, I., Cornell, C.A. (2005). Record selection for nonlinear seismic analysis of structures. Earthquake Spectra. 21, 685-713.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Obiettivo generale di tale task è migliorare, a fini normativi e della pratica professionale, gli aspetti legati alla definizione dell'input sismico per l'analisi dinamica delle strutture e, più in generale, per la definizione delle azioni sismiche di progetto per analisi di rischio sismico di strutture ed infrastrutture.

In particolare, negli ultimi anni, lo sviluppo di nuovi criteri di progettazione strutturale e la crescente importanza nella valutazione della vulnerabilità sismica delle costruzioni esistenti, eventualmente non progettate con criteri antisismici adeguati, hanno allargato l'interesse verso l'analisi e la caratterizzazione di quei parametri del moto al suolo (misure di intensità o IM) meglio legati al danneggiamento delle strutture.

Può essere utile, ad esempio, derivare la correlazione tra parametri di picco ed integrali del moto al suolo (o diverse ordinate spettrali) in modo da andare verso misure d'intensità vettoriali per una migliore caratterizzazione dell'input sismico e per meglio legare la risposta strutturale allo scuotimento al sito.
Allo stesso tempo, l'analisi probabilistica della pericolosità sismica per un dato sito rappresenta l'elemento di base per la selezione degli accelerogrammi per l'analisi dinamica delle strutture. A partire da questa si possono definire spettri di riferimento per lo stato limite in esame e anche ricavare, mediante disaggregazione della pericolosità, le caratteristiche del terremoto che più influenzano lo spettro atteso o, più precisamente, la parte di esso di maggiore interesse.
Sembra utile quindi sviluppare di strumenti quali mappe dei terremoti di progetto (a partire dalla disaggregazione della pericolosità sismica) e mappe di hazard condizionato (per misure di intensità vettoriali) per consentire un selezione maggiormente informata rispetto alla sismicità del sito dell'input sismico.
Inoltre, poiché, in presenza di azioni sismiche, gli spostamenti descrivono in maniera più esplicita delle forze la risposta strutturale, e quindi il danno, la progettazione agli spostamenti ha suscitato interesse crescente tra gli ingegneri e sembra quindi utile approfondire il tema della definizione dell'input sismico sulla base degli spostamenti attesi, anche attraverso strumenti automatici per la selezione di accelerogrammi reali spettro-di-spostamento (anziché spettro-di-accelerazione) compatibili. A questo scopo ci sarà una sinergia tra le attività di definizione dell'input sismico agli spostamenti previste nell'ambito della linea di ricerca su "Sviluppo di approcci agli spostamenti per la valutazione della vulnerabilità", che porterà allo sviluppo congiunto di un software per la selezione di accelerogrammi reali spettro-di-spostamento compatibili da rendere disponibile in Internet.
Vale la pena sottolineare infine che, sebbene gli accelerogrammi reali rappresentano la migliore opzione quale input per l'analisi dinamica non lineare delle strutture, gli accelerogrammi sintetici, opportunamente validati dal punto di vista ingegneristico (della risposta strutturale), possono costituire un utilissimo complemento agli accelerogrammi naturali, soprattutto per quei campi, in termini di caratteristiche sismologiche (zona epicentrale, magnitudo elevata), per i quali è arduo avere un numero adeguato di registrazioni reali.
Ciò può essere utile anche per la definizione dell'input sismico per condizioni di sito "critiche", con riferimento soprattutto a strutture strategiche (dighe, siting di centrali nucleari, viadotti in zona altamente sismica, …).

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

Sono state identificate le attività da svolgere al fine di migliorare ed ottimizzare gli studi finora condotti:

A1. Avanzamenti della definizione delle azioni sismiche sulla base dello spettro ad hazard uniforme con spettri che tengano conto della correlazione delle ordinate spettrali;

A2. Sviluppo di strumenti quali mappe dei terremoti di progetto e mappe di hazard condizionato per consentire un selezione maggiormente informata rispetto alla sismicità del sito dell'input sismico;

A3. Sviluppo di un software per la selezione di accelerogrammi reali spettro-di-spostamento compatibili a fini di ingegneria sismica;

A4. Investigazione sul possibile uso di accelerogrammi sintetici per far sì che i sintetici coprano in modo efficace ed affidabile il campo di periodi strutturali di interesse ingegneristico;

A5. Confronto tra accelerogrammi sintetici e reali in termini di valori di picco e integrali, spettri di risposta elastici e inelastici per diversi sistemi strutturali e validazione .

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1. Stima della correlazione tra ordinate spettrali e tra differenti misure di intensità (es. picco-integrali); *2. Disaggregazione della pericolosità sismica del territorio nazionale in termini di PGA e ordinate spettrali di interesse ingegneristico;*	*3. Costruzione di modelli non lineari rappresentativi di differenti tipologie strutturali da utilizzare per la validazione dei criteri di selezione di accelerogrammi reali e sintetici;*	*4. Calcolo di gruppi di accelerogrammi sintetici con metodi di simulazione innovativi;* *5. Sviluppo di algoritmi ottimizzati di selezione di accelerogrammi reali a partire da vincoli normativi e/o di ricerca scientifica.*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	Mappe dei terremoti di progetto e della pericolosità condizionata per misure d'intensità secondarie per il territorio nazionale.	*UNINA-DIST*
	Prototipo di software per la selezione di set di	*UNINA-DIST POLIMI*

	accelerogrammi compatibili in spostamento.	
	Report sull'uso degli accelerogrammi sintetici nella progettazione e verifica delle strutture in zona sismica.	*INGV MI-PV*
	Database di accelerogrammi sintetici validati per le applicazioni di ingegneria sismica.	*INGV MI-PV*
	Criteri per la caratterizzazione di sismi caratterizzati da predeterminate probabilità di accadimento/superamento su opportuni periodi di riferimento in un dato sito.	*UNIBO*
	Criteri per la creazione di gruppi di time-histories compatibili con le caratteristiche sopra determinate.	*UNIBO*

RS 2 - Azione sismica ed effetti strutturali di terremoti near-source

Area Tematica	*Progetti Speciali ReLUIS 2010-2013*	
Task	***RS2 Azione sismica ed effetti strutturali di terremoti near-source***	
Coordinatore del task	*Iunio Iervolino – Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNINA-DIST	Iunio Iervolino
	UNINA-DIGA	Francesco Silvestri
	UNINA-DIGA	Antonio Santo
	UNINA-FIS	Aldo Zollo
	UNIROMA-DISEG	Luis Decanini
	UNISANNIO	Armando Lucio Simonelli (per le attività della UR UNISANNIO all'interno di RS1 si rimanda alla scheda di UR allegata)

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

I terremoti registrati vicino alla sorgente possono essere soggetti a fenomeni conosciuti da tempo in ambito sia sismologico sia di ingegneria sismica che possono provocare variazioni spaziali del campo di moto nelle zone vicine alla sorgente e con caratteristiche precipue. Ad esempio, in siti che si trovano in una particolare configurazione geometrica rispetto alla rottura, il segnale sismico in termini di velocità, nella componente ortogonale alla rottura, può presentare un ciclo a bassa frequenza in cui è concentrata molta dell'energia portata in dote dal segnale. A ciò è associata una forma spettrale peculiare diversa da quella dei terremoti cosiddetti ordinari, cioè che sono registrati lontano dalla sorgente o che non sono nelle condizioni favorevoli al manifestarsi degli effetti di direttività. Le leggi di attenuazione e le analisi di pericolosità sismica tradizionali non sono calibrate per tenere in conto in modo appropriato del fenomeno. Per questo, le strutture che hanno un periodo di oscillazione (lineare o elongato) in un certo rapporto con quello dell'impulso possono essere soggette a domanda di spostamento non opportunamente stimata. Tuttavia, le procedure di valutazione delle strutture e della progettazione non sono ancora capaci del tutto di tenere opportunamente in conto gli effetti di terremoti vicini alla sorgente sebbene essa sia la zona in cui gli effetti dei terremoti sono più significativi.

Somerville, P. G., Smith, N. F., Graves, R.W., Abrahamson, N. A. (1997) Modification of Empirical Strong Motion Attenuation Relations to Include the Amplitude and Duration Effect of Rupture Directivity, Seism. Res. Lett. 68(1), 199-122.

Iervolino, I., Cornell, C. A. (2008). Probability of Occurrence of Velocity Pulses in Near-Source Ground Motion, Bull. Seismol. Soc. Am.98(5), 2262-2277.

Chioccarelli E., Iervolino I. (2010). Near-Source Seismic Demand and Pulse-Like Records: a Discussion for L'Aquila Earthquake. Earthquake Engineering and Structural Dynamics. 39(9):1039–1062 doi 10.1002/eqe.987

Tothong, P. Cornell C.A. Probabilistic Seismic Demand Analysis Using Advanced Ground Motion Intensity Measures, Attenuation Relationships, and Near-Fault Effects PEER report 2006/11. Pacific Earthquake Engineering Research Center, CA, USA.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

L'obiettivo ultimo del task è quello di studiare gli effetti strutturali dei terremoti near-source al fine di definire l'azione sismica e regole di progettazione ad-hoc. Questo avverrà sia studiando analiticamente il problema sia con l'analisi di questi effetti in terremoti realmente accaduti come in quello de L'Aquila dell'Aprile 2009.

Dal punto di vista analitico/meccanico: (1) a partire da modelli previsionali esistenti si valuteranno spettri di progetto near-source base probabilistica; (2) si definiranno fattori modifica della domanda elastica spettrale per passare a quella inelastica; (3) si valuteranno gli attuali principi della progettazione di strutture in cemento armato e acciaio in relazione alla sicurezza rispetto a fenomeni near-source anche applicabili con metodi statici non-lineari.

Per quanto riguarda il caso studio de L'Aquila: l'interazione con sismologi-geofisici, geologi, geotecnici e strutturisti sarà finalizzata alla simulazione degli effetti di sorgente, propagazione, locali di sito e di risposta strutturale per valutare la possibilità di modellare gli effetti near-source e riprodurre la risposta strutturale relativa.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

Attività analitica strutturale:

Individuazione di segnali near-fault contenenti pulsazioni di media o lunga durata dovute a forward-directivity;
Definizione aspetti peculiari pericolosità e domanda elastica di terremoti near-source su sistemi SDOF;
Valutazione della domanda inelastica per strutture a più gradi di libertà in situazioni near-source;
Definizione regole specifiche per la progettazione in situazioni near-source attraverso analisi statica non-linare;

Caso studio del terremoto de L'Aquila:

Generazione dell'input sismico al bedrock, prodotto attraverso l'utilizzo di modelli complessi di rottura e propagazione a scala regionale per il terremoto de L'Aquila.
Data base dei dati geologici e delle indagini eseguite nell'area della valle dell'Aterno, Identificazione delle faglie attive/recenti;
Definizione del modello geologico profondo e superficiale in contesti di near-source;
Sintesi geomorfologico-strutturale e zonazione delle aree suscettibili ad amplificazioni locali lungo faglie attive;
Analisi di risposta locale con modelli da monodimensionali a bidimensionali, che potranno eventualmente portare in conto l'effetto della propagazione del campo d'onda in profondità sulla risposta sismica in superficie. Al fine di modificare l'input sismico generato per tenere conto della risposta locale a siti di riferimento;
Analisi strutturali di edifici selezionati e confronto con danno osservato.

Attività sperimentale prevista:

L'Aquila:

Esecuzione di alcune indagini in sito (perforazioni a carotaggio continuo e sismiche in foro) per la taratura dei modelli stratigrafici e per la definizione delle velocità delle onde S. Le prove saranno eseguite in aree significative e scelte in collaborazione con le altre Unità Operative.

Prove di Laboratorio statiche, cicliche e dinamiche sui materiali a grana grossa (ghiaie, brecce, conglomerati) e medio-fine (sabbie, limi, argille).

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1 Domanda elastica di terremoti near-source. *2 Domanda inelastica per strutture a più gradi di libertà in situazioni near-source.*	*3 Prove su tavola…*	*4 Definizione regole specifiche per la progettazione in situazioni near-source.*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. Definizione spettri di progetto per terremoti impulsivi near-source.	*UNINA-DIST*
	2. Fattori di modifica domanda elastica/inelastica per terremoti near-source.	*UNINA-DIST*
	3. Rapporto sui risultati delle analisi elastiche ed anelastiche su sistemi SDOF e MDOF, comprendente anche la caratterizzazione dei fattori di modifica della domanda sismica per terremoti near-fault e il confronto con il danno.	*UNIROMA-DISG*
	4. Analisi delle forme d'onda per l'estrazione delle caratteristiche del	*UNINA-DIPFIS*

	segnale ad alta frequenza	
	5. Database di forme d'onda accelerometriche	*UNINA-DIPFIS*
	6. Definizione dei modelli geologici e degli effetti di sito per terremoti impulsivi near-source.	*UNINA-DIGA*
	7. Evidenze geomorfologico-strutturali di fagliazione recente in aree di near-source.	*UNINA-DIGA (Santo)*
	8. Linee guida sulla valutazione dell'influenza degli effetti di sito in zone near fault	*UNINA-DIGA (Silvestri)*

RS 3 - Gestione tecnica post-sismica dall'emergenza alla ricostruzione

Area Tematica	*Progetti Speciali ReLUIS 2010-2013*	
Task	***RS-3 Gestione tecnica post-sismica dall'emergenza alla ricostruzione***	
Coordinatore del task	*Antonio Martinelli del CNR-ITC - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per le Tecnologie della Costruzione*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	CNR-ITC L'Aquila	Antonio Martinelli

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

Il recente evento sismico del 6 aprile che ha colpito severamente la città dell'Aquila ed il suo comprensorio, coinvolgendo oltre 50 comuni, ha evidenziato ancora una volta l'importanza del sistema di gestione delle attività tecniche connesse all'accertamento degli effetti del terremoto sul territorio e sulle costruzioni, al fine della conoscenza del danneggiamento e per stabilire, innanzi tutto, le condizioni di agibilità necessarie per i provvedimenti relativi alla sicurezza ed al sostegno della popolazione e, in successione, la definizione delle fasi di superamento dell'emergenza e di quelle di indirizzo per la ricostruzione ed il ripristino delle condizioni di normalità.

L'insieme degli strumenti e delle procedure in uso sono state inizialmente introdotte a seguito del terremoto Umbro-Marchigiano del 1997 e successivamente codificate in un sistema integrato dal Dipartimento della Protezione Civile. Il tempo trascorso e le condizioni particolari determinate dal recente evento sismico che ha gravemente danneggiato una città capoluogo, con un importante centro storico e numerosi monumenti, con effetti anche peculiari tipici di sorgente vicina e poco profonda, hanno messo in luce la necessità di una revisione del sistema. Appare necessario un aggiornamento che includa le più recenti conoscenze nel campo dell'ingegneria sismica ed i nuovi strumenti prodotti per la valutazione della vulnerabilità e del danno alle costruzioni ordinarie, monumentali (chiese, palazzi, etc.), di importanza pubblica e strategica e specialistica, come pure di quelli per le attività di messa in sicurezza e di quelli tecnico-procedurali per il supporto alla ricostruzione. Non secondaria è l'importanza dello sviluppo degli strumenti tecnologici, informatici ed elettronici che attualmente possono consentire modalità molto più flessibili ed efficienti nelle fasi di rilievo, di rappresentazione, di gestione ed elaborazione dei dati, in maniera unificata ed in relazione alle varie esigenze di valutazione e comunicazione.

Martinelli A., "The damage survey and safety evaluation form employed in Marche region struck by september 1997 earthquake", in Proceedings of Intenational workshop on mesaures of seismic damage to masonry buildings, Monselice (PD) 25-27 giugno 1998.

Bernardini, A. (Editor), "Seismic Damage to Masonry Buildings." Proceeding of the International Workshop on Measures of Seismic Damage to Masonry Buildings, Monselice, Padova, Italy, 25-26 June 1998, Balkema, Rotterdam/Brookfield, 1999

Cherubini A., Di Pasquale G., Dolce M. Martinelli A., "Vulnerability assessment from quick survey data in the historic centre of Catania", in: The Catania Project – Earthquake damage scenarios for a high risk area in the Mediterranean – GNDT; Editors: E.Facccioli and V. Pessina, dicembre 1999.

AA. VV. a cura di Martinelli A. e L. Corazza., "Censimento di vulnerabilità degli edifici pubblici, strategici e speciali nelle regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia e Sicilia", L'Aquila 1999.

Di Pasquale G., Dolce M., Goretti A, Martinelli A, "Confronto fra differenti modelli di vulnerabilità degli edifici", atti del X Congresso Nazionale L'ingegneria Sismica in Italia, Potenza-Matera 9-13 settembre 2001.

AA.VV. , " Supporto tecnico-scientifico alle attività di rilievo dei danni, della vulnerabilità nonché per le analisi di rischio occorrenti per la corretta attività di ricostruzione", Terni 2001.

AA.VV. , " Mitigazione Del Rischio Sismico Dei Centri Storici E Degli Edifici Di Culto Dell'area Del Matese Nella Regione Molise", L'aquila, 2001.

AA.VV., "Manuale per la compilazione della scheda di 1°livello di rilevamento danno, pronto interven to e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza sismica (AeDES)", Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 2002.

M. Dolce, A. Martinelli (A cura di), "Inventario e vulnerabilità degli edifici pubblici e strategici dell'Italia centro-meridionale", 2 Volumi, INGV/GNDT-Istituto Nazionale di geofisica e Vulcanologia / Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, L'Aquila, 2005.

V. Di Grezia, S..Baranello, A. Lemme, C. Pasquale, M. Dolce ,G. Di Pasquale, A. G. Pizza , C. Eva, S. Lagomarsino, S. Podestà, G. Di Capua,.S. Peppoloni, G. Cifani, A.Martinelli "Sisma Molise 2002: il percorso della ricostruzione", atti del XII Congresso Nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia", Pisa 10-14 Giugno 2007.

G. Cifani, L. Corazza, A. Mannella, A. Martinelli, L. Milano, A. Petracca, A. Lemme, C. Miozzi "Marche 1997:

modello per la stima dei costi di ricostruzione post-sisma", atti del XII Congresso Nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia", Pisa 10-14 Giugno 2007.

M. Ferrini, E. Lucarelli, M. Baglione, S. Borsier, G. Bortone, R. Ginori, F. Mangone, A. Mannella, A. Martinelli, L. Milano, M. C.Ntibarikure, P. Pirisi, A. Spampanato, G. Tucci, D. Turazza "DOCUP Toscana 2000-2006 – Azione 2.8.3: "Riduzione del rischio sismico nelle aree produttive" - Esiti dell'indagine di primo livello", atti del XII Congresso Nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia", Pisa 10-14 Giugno 2007

M. Dolce, A. Martinelli, L. Milano, A. Mannella "Inventario e vulnerabilità degli edifici pubblici e strategici dell'Italia meridionale: caratteristiche tipologiche degli edifici per l'istruzione e la sanità", atti del XII Congresso Nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia", Pisa 10-14 Giugno 2007.

A. Bernardini, A. Mannella, A. Martinelli, L. Milano, S. Lagomarsino, S. Parodi, "Vulnerabilità del costruito ordinario a diverse scale territoriali", 28°Conveg no Nazionale Gruppo nazionale di geofisica della terra solida, Trieste, 16-19 Novembre 2009, Riassunti estesi delle comunicazioni, pp. 437-439

S. Parodi, L. Milano, A. Martinelli, A. Mannella, S. Lagomarsino, A. Bernardini, "Vulnerability and damage assessment of current buildings in Italy: an application to Sulmona town", The 14th World Conference on earthquake Engineering, October 12-17, 2008 Beijing, China

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

L'UR ITC-CNR ha fatto parte delle Funzioni Tecniche dedicate al rilevo danno e agibilità e messa in sicurezza dell'edilizia ordinaria e monumentale, a seguito del sisma del 6 aprile. Nel task si intende pertanto effettuare un preliminare riesame del sistema di strumenti e procedure per la gestione tecnica dell'emergenza adottato negli anni precedenti, anche alla luce delle novità emerse a seguito del recente sisma del 6 aprile, evidenziando le criticità, le nuove esigenze emerse ed operando una valutazione delle soluzioni in parte già adottate.

Poiché la valutazione del danno e dell'agibilità è riferita ad una appropriata individuazione di unità strutturali appartenenti al patrimonio privato, pubblico, produttivo e monumentale e, poiché le problematiche di gestione dell'emergenza connesse al soccorso della popolazione, al riuso delle costruzioni ed al loro successivo ripristino dipende da una conoscenza precisa della distribuzione sul territorio del costruito e della popolazione residente e delle attività socio-economiche, il task si propone di definire un modello di preparazione e gestione delle informazioni puntuali, territoriali e sociali in modalità georeferenziata, funzionale agli scopi e alle esigenze proprie dei processi che vanno dalla fase emergenziale a quella della ricostruzione.

Appositi indirizzi riguarderanno le modalità di creazione delle basi cartografiche necessarie (con aggregati, edifici ordinari e di altro tipo)delle basi di dati relative e degli strumenti informatizzati per l'organizzazione e la gestione dei rilevamenti, delle attività di messa in sicurezza e quindi della progressiva costruzione dello scenario post-sismico a supporto dell'espletamento delle varie funzioni e base strutturata alla quale accompagnare anche indirizzi tecnico-procedurali per la ricostruzione.

Una delle finalità è quella di porre le basi per la definizione di linee guida da portare ad una condivisione a livello nazionale con gli enti locali, che potrebbero anche essere supporto unificato per la predisposizione della parte relativa alla gestione del RS nell'ambito dei piani di protezione civile comunali.

Data la complessità del sistema, il task mira soprattutto allo studio del modello complessivo e delle sue parti e, nei limiti delle possibilità, alla definizione e sperimentazione di alcuni degli strumenti principali (anche con riguardo alla possibilità di utilizzo di tecnologie già sviluppate e disponibili), indirizzi e linee guida che, nell'insieme possano essere proposte per la definizione di un modello e di un "manuale" condiviso nel sistema di protezione civile nazionale per la gestione del RS.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

Analisi delle problematiche connesse alla gestione tecnica dell'emergenza sismica in relazione alle esperienze passate e del recente sisma del 6 aprile.

Revisione ed aggiornamento del modello complessivo della gestione tecnica dall'emergenza alla ricostruzione, degli indirizzi e strumenti operativi

Proposte di indirizzi e linee guida per finalizzare il sistema anche alla preparazione ed al supporto alla prevenzione

	Mese 12	**Mese 24**	**Mese 36**
Milestones	*1 Analisi critica del sistema di gestione tecnica e dell'esperienza in occasione del sisma del 6 aprile* *2 Resoconto con le elaborazioni dei dati e delle valutazioni critiche.*	*3 Elaborazione di proposte di aggiornamento di procedure e strumenti*	*4 Proposta di modello aggiornato corredato di strumenti, indirizzi e linee guida* *5 Caso di studio*

	Deliverable	UR responsabile
Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	*Definizione di procedure e strumenti operativi per la gestione tecnica post-sismica e a supporto della preparazione e la prevenzione*	*CNR-ITC L'Aquila*
	Indirizzi e Linee Guida per la ricostruzione	*CNR-ITC L'Aquila*
	Caso di studio esemplificativo	*CNR-ITC L'Aquila*

RS 4 - Modelli di sicurezza per l'edilizia esistente

Area Tematica	*Progetti Speciali ReLUIS 2010-2013*	
Task	***RS4 Modelli di sicurezza per l'edilizia esistente***	
Coordinatore del task	*Paolo Emilio Pinto – Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica "La Sapienza" Università degli Studi di Roma*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNIROMA-DISG	Paolo Emilio Pinto
	UNINA-DIST	Gaetano Manfredi (per le attività della UR UNINA-DIST nell'ambito di questo task si rimaqnda alla scheda di UR allegata)

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

I metodi per la misura probabilistica delle prestazioni di strutture soggette ad azioni sismiche hanno subito nell'ultimo decennio uno sviluppo particolarmente accelerato, tanto da potersi affermare che l'apparato teorico-applicativo oggi disponibile è in grado di affrontare problemi concreti anche di notevole complessità. La valutazione della sicurezza sismica degli edifici esistenti costruiti in assenza di adeguate normative tecniche, caso che riguarda la stragrande maggioranza del patrimonio costruito del nostro Paese, rientra a pieno titolo nella categoria dei problemi complessi. Tale complessità, come ben noto, è legata in modo prevalente al trattamento delle incertezze di natura epistemica riguardanti particolari costruttivi inadeguati i quali hanno spesso una rilevanza determinante nel pregiudicare il comportamento dell'intero organismo strutturale. Applicazioni che trattino con approcci affidabilistici rigorosi casi concreti di dimensioni realistiche non sono ancora presenti nella letteratura tecnica. Le norme ufficiali europee (CEN) e quelle nazionali affrontano il problema della valutazione degli edifici esistenti in modo pragmatico, secondo una struttura logica che prevede tre livelli di conoscenza cui sono associati fattori empirici da applicare alla resistenza dei materiali. I limiti di questo approccio sono stati messi in luce da alcuni recenti studi ed il loro superamento costituisce giustificazione e finalità della ricerca proposta.

Rajeev, P. (2008) Role of Confidence Factor in Seismic Assessment of Structures, PhD thesis, ROSE School, Pavia, Italy

Franchin, P., Pinto, P.E., Rajeev, P. (2010). Confidence factors?, Jnl. Earthquake Engng. 14 (in press).

Jalayer, F., Elefante L., Iervolino, I., Manfredi, G. (2009) Small Sample Bayesian Inference for Estimation of Structural Modelling Uncertainty Parameters in Seismic Assessment of Existing RC Buildings. Proc. ICOSSAR'09, Osaka, Japan

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Alla conclusione del progetto, sulla base di una disamina degli approcci teorici di natura probabilistica e della individuazione degli aspetti particolari rilevanti e applicabili in una procedura operativa di livello inferiore, sarà disponibile una proposta corredata di esempi applicativi da offrire alla comunità tecnica e agli amministratori coinvolti per il miglioramento della normativa attuale.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

Rassegna dei metodi affidabilistici per la valutazione sismica delle strutture

Elaborazione di una proposta di procedura operativa per la valutazione della sicurezza sismica degli edifici esistenti che mantenga i caratteri fondamentali dei metodi rigorosi di livello superiore

Sviluppo di esempi applicativi della procedura di valutazione della sicurezza sismica degli edifici esistenti e calibrazione della stessa.

Attività sperimentale prevista:

Non è prevista attività sperimentale.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1 Consegna del rapporto (deliverable) n°1	*2 Consegna del rapporto (deliv.) n°2*	*3 Consegna del rapporto (deliverable) n°3*

Prodotti che saranno disponibili a fine	**Deliverable**	**UR responsabile**
	1. Metodi affidabilistici per la valutazione	*UNIROMA-DISG*

progetto	*sismica delle strutture*	
	2. *Procedura per la valutazione della sicurezza sismica degli edifici esistenti*	*UNIROMA-DISG*
	3. *Esempi applicativi della procedura di valutazione della sicurezza sismica degli edifici esistenti*	*UNIROMA-DISG*

RS 5 - Impatto dei risultati della ricerca sulle NTC

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIROMA1-DISG, Sapienza Università di Roma</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica (DiSG), Sapienza, Università di Roma, via Eudossiana 18, 00184 Roma, Tel. 06 44585157 , Fax. 06 4884852 (alessandra.simi@uniroma1.it)</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Franco Braga</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Franco Braga</td><td>Docente ordinario</td><td>DiSG</td></tr>
<tr><td>Achille Paolone</td><td>Docente ordinario</td><td>DiSG</td></tr>
<tr><td>Giorgio Monti</td><td>Docente ordinario</td><td>DiSG</td></tr>
<tr><td>Rosario Gigliotti</td><td>Ricercatore</td><td>DiSG</td></tr>
<tr><td>Armando Lanzi</td><td>Dottorando</td><td>DiSG</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste per l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 3.1:
Analisi critica delle principali pubblicazioni scientifiche e dei lavori svolti dalle altre task, prevalentemente su: sicurezza strutturale, input sismico, modellazione strutturale, fattori di struttura, duttilità delle strutture, valutazione della sicurezza di edifici e ponti esistenti.

Studio comparativo tra i riferimenti scientifici su cui si basano i metodi e le regole di progetto contenuti nelle principali normative internazionali, con approfondimento delle loro evoluzioni concettuali ed applicative.

Riferimenti bibliografici fondamentali per le NTC, suddivisi per argomenti.

Miglioramento dei metodi e delle regole di progetto con particolare riguardo alla duttilità strutturale.

Armonizzazione dei capitoli della normativa riguardanti il progetto di nuovi edifici e la valutazione di quelli esistenti.

Si prevede, inoltre, l’esecuzione di prove su elementi in c.a. allo scopo di approfondire aspetti specifici sul confinamento e sulle deformazioni di progetto dei materiali per i diversi stati limite.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Task</td><td>Proposta di aggiornamento delle Norme Tecniche.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Commentario alla normativa, limitatamente agli argomenti trattati.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task</td><td colspan="2">1. Braga F., Gigliotti R., Laterza M. (2006). Analytical Stress-strain relationship for concrete confined by steel stirrups and/or FRP jackets. Journal of Structural Engineering ASCE – Vol. 132, No. 9, September 2006.
2. Braga F., Gigliotti R., Laterza M., D’Amato M. (2008). An analytical formulation of stress-block parameters for confined concrete. The Open Construction & Building Technology Journal , Bentham Open, 2008, 2, 156-165.
3. Braga F., Gigliotti R., Laterza M. (2009). R/C Existing</td></tr>
</table>

Structures with smooth reinforced bars: Experimental behaviour of beam-column joints subjected to cyclic lateral loads. The Open Construction & Building Technology Journal, Bentham Open, 2009, *3,* 52-67.

4. Alessandri, S., Monti, G., Santini, S. (2008). *A procedure for the calibration of partial safety factors for capacity models*. Proc. 14th WCEE World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, October 12-17
5. Lucchini, A., Monti, G., Kunnath, S. (2008). *A Simplified Pushover Method for Evaluating the Seismic Demand in Asymmetric-Plan Multi-Storey Buildings*. Proc. 14th WCEE World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, October 12-17
6. Lucchini, A., Monti, G. Kunnath, S. (2010). *Nonlinear response of two-way asymmetric-plan buildings under biaxial excitations*. Journal of Structural Engineering, ASCE.
7. Paolone A., Ruta G., Vidoli, S.: *Torsion in multi-cell thin-walled girders* /Acta Mechanica/ 206, 163--171, 2009, DOI10.1007/s00707-008-0102-y.

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica (Reluis)

Progetto Esecutivo

DPC - RELUIS

2010-2013

Allegati Tecnici

Schede di UR

Scheda UR UNINA-DIST

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR UNINA-DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel. 081 7683927, Fax. 081 7683332</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Nicola Augenti</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Nicola Augenti</td><td>Professore</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Gaetano Manfredi</td><td>Professore</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Andrea Prota</td><td>Ricercatore</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Fulvio Parisi</td><td>Dottorando</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT1-1</td><td colspan="2">1b</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT1-1.1b:
Sperimentazione (in scala reale) e modellazione di elementi di fascia muraria.

Prove su pareti murarie in assenza ed in presenza di sistemi di rinforzo basati sull’utilizzo di materiali innovativi:
Il contributo fornito dalle fasce di piano alla risposta sismica di edifici in muratura verrà indagato attraverso modelli analitici derivati non solo da trattazioni teoriche, ma anche dall’elaborazione di specifiche attività sperimentali. Tali avanzamenti saranno inclusi nella formulazione di procedure statiche e dinamiche non lineari specificamente rivolte agli edifici lapidei.
Si prevedono prove sperimentali condotte su modelli in scala reale, sia in campo statico che in campo dinamico, al fine di caratterizzare il comportamento non lineare di pareti (regolari e irregolari) e di edifici in muratura in assenza e in presenza di sistemi di rinforzo basati su materiali innovativi. Eventuali prove su tavole vibranti o pseudo-dinamiche consentiranno di valutare la risposta sismica sotto input naturali o artificiali aventi differenti caratteristiche sismogenetiche.
E’ prevista, inoltre, la prosecuzione dell’attività di raccolta e organizzazione dei parametri meccanici delle murature, iniziata nell’ambito del triennio 2005-2008. Particolare attenzione sarà rivolta ai risultati di prove sperimentali condotte in campo non lineare e sotto azioni cicliche, al fine di potenziare ulteriormente il Database UNINA DIST disponibile in rete. Tale attività consentirà, peraltro, di fornire utili riferimenti normativi per la progettazione e la verifica di edifici in muratura.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>Definizione di criteri di resistenza e di legami momento-curvatura su base teorico-sperimentale per le fasce murarie.</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>Rapporti di prove sperimentali.</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>Modelli statici e dinamici per la valutazione di edifici in muratura, in assenza e in presenza di rinforzo.</td><td>36 - Cartaceo e Software</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>‘Database Murature UNINA-DIST potenziato con parametri di risposta non-lineare e ciclica.</td><td>36 - Software</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td colspan="2">1. Augenti N. (2007). Resistenza delle “fasce di piano” di edifici in muratura sollecitati da azioni sismiche, XII Convegno Nazionale “L’Ingegneria Sismica in Italia”, Pisa, articolo n. 7.
2. Augenti N., Parisi F. (2009). Non-linear static analysis of masonry structures, XIII Convegno Nazionale “L’Ingegneria Sismica in Italia”, Bologna,</td></tr>
</table>

		28 giugno - 2 luglio 2009, articolo n. 237. 3. *Augenti N., Parisi F. (2009). Force-displacement curves in displacement control*, XIII Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Bologna, 28 giugno - 2 luglio 2009, articolo n. 258. *4. Augenti N. (2009). Un database per l'archiviazione e l'analisi di dati sperimentali relativi alle murature*, Wondermasonry 2009, Lacco Ameno, 8-10 ottobre 2009. 5. *Augenti N., Parisi F. (2010). Constitutive models for tuff masonry under uniaxial compression*, Journal of Materials in Civil Engineering, ASCE (in press), DOI: 10.1061/(ASCE) MT.1943-5533.0000119.

Scheda UR UNICT

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="4">UR – UNISR, Università degli Studi di Catania</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="4">Università degli Studi di Catania
Facoltà di Architettura, via Maestranza 99 – 96100 Siracusa
tel.+39-0931 469608/09/91 – fax +39-0931 469642 - email: astra@unict.it</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="4">Caterina F. Carocci</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td><td>Mesi Uomo</td></tr>
<tr><td>Caterina F. Carocci</td><td>Ricercatore</td><td>ASTRA</td><td>8</td></tr>
<tr><td>Nicola Impollonia</td><td>Associato</td><td>ASTRA</td><td>4</td></tr>
<tr><td>Cesare Tocci</td><td>Dottore di Ricerca</td><td>DISG (Roma1)</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Fernando Saitta</td><td>assegnista</td><td>ASTRA</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Chiara Circo</td><td>architetto</td><td>ASTRA</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Davide Indelicato</td><td>dottorando</td><td>ASTRA</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td>Task</td><td colspan="2">Mesi Uomo UR nel Task</td></tr>
<tr><td>AT1-1</td><td>AT1-1.1a.1a</td><td colspan="2">20</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="4">Task AT1-1.1a.1a:
7. elaborazione di un percorso procedurale per la identificazione delle unità strutturali nell’aggregato; associato a esempi esplicativi e a un documento guida.
8. identificazione dei meccanismi di danno dalla analisi della realtà della costruzione (sia in presenza che in assenza di danni e dissesti) ed esplicitazione del legame tra meccanismo e tecnica costruttiva locale originaria o alterata.
9. ridefinizione di abachi di meccanismi di danno mediante la comparazione tra le “famiglie” di abachi esistenti con la finalità di rendere confrontabili i diversi schemi e di evidenziarne il legame con la realtà costruttiva.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td colspan="2">Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1a.1a</td><td colspan="2">Guida alla identificazione delle unità strutturali nell’aggregato.</td><td>12 – cartaceo</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1a.1a</td><td colspan="2">Guida alla identificazione dei meccanismi di danno</td><td>24 – cartaceo</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1a.1a</td><td colspan="2">Sintesi dei meccanismi di danno negli edifici in aggregato</td><td>36 - cartaceo</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="3">Citazione</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1a.1a</td><td colspan="3">6. Carocci C.F., Lagomarsino S. (2009). Gli edifici in muratura nei centri storici dell’Aquilano. In: Progettazione Sismica, n. 3/2009, ISSN 1973-7432, pp.117-134.
7. Carocci C.F., et Al. (2010) Una metodologia per la conservazione di centri storici danneggiati dal sisma: rilievo costruttivo,indagini ed indicazioni per il recupero di Casentino (AQ), in Atti del Convegno “Sicurezza e conservazione nel recupero dei beni culturali colpiti da</td></tr>
</table>

sisma, Venezia, aprile 2010. *(in corso di stampa)*

8. Carocci C.F. (2008). *Analysis's methodologies for consistent antiseismic intervention on historical masonry architecture.* In: Seismic Risk – Earthquake in North-Western Europe., Les Editions de l'Université de LiègeISBN/ISSN: 978-2-87456-063-7, p. 151-166.
9. Carocci C.F., Tocci C. (2007). *Sicurezza sismica degli aggregati edilizi storici: alcuni casi di studio*. In: XII Congr. Naz. L'ingegneria sismica in Italia.
10. Impollonia N. (2006), *A method to derive approximate explicit solutions for structural mechanics problems*. International Journal of Solids and Structures, 43, 2006, pp. 7082-7098.

Scheda UR SUN

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="4">UR – SUN-DIC,Seconda Università degli Studi di Napoli</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="4">Dipartimento di Ingegneria Civile (DIC),Seconda Università degli Studi di Napoli, Via Roma 29, 81031, Napoli, Tel./Fax 081 5010214</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="4">Alessandro Mandolini</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td><td>Mesi Uomo</td></tr>
<tr><td>Alessandro Mandolini</td><td>Professore Associato</td><td>DIC</td><td>12</td></tr>
<tr><td>George Mylonakis</td><td>Professore Associato</td><td>Università Patrasso (Grecia)</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Assegnista di Ricerca (concorso da bandire)</td><td>Assegnista di Ricerca</td><td>DIC</td><td>24</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td>Task</td><td colspan="2">Mesi Uomo UR nel Task</td></tr>
<tr><td>2.1</td><td>2.1.1
2.1.2</td><td colspan="2">38</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task (<u>deve essere coerente con la scheda di task</u>):</td><td colspan="4">Task 2.1.1 e 2.1.2 :
MT2 (Fondazioni superficiali e su pali)

L’UR è da anni impegnata sulla risposta delle fondazioni miste “platee su pali”, ovverossia su quel sistema di fondazione che deriva la propria risposta dalla combinazione della risposta di un gruppo di pali e dell’elemento strutturale di collegamento delle teste dei pali, quest’ultimo a diretto contatto con il terreno.

Tale tipologia di fondazione, dapprima impedita dal D.M. 11.03.1988, rappresenta ora una nuova opzione progettuale consentita dal D.M. 14.01.2008. Mentre l’analisi della risposta di tale sistema fondale sotto azioni verticali di natura statica è stata oggetto di numerosi studi e ricerche, lo stesso non può dirsi sotto azioni orizzontali derivanti dalla struttura in elevazione, sia di natura statica sia come conseguenza degli effetti di natura inerziale connessi al sisma.

Questi ultimi dovrebbero essere valutati in conseguenza dell’input sismico alla base della struttura, quindi tenendo conto dell’eventuale “filtro” esercitato dal sistema fondazione-terreno (F.I.M. – Foundation Input Motion). A questo scopo, una parte delle attività della UR sarà dedicata alla messa a punto di criteri semplificati basati sui risultati di analisi numeriche attraverso i quali stabilire i casi nei quali tale “filtro” è importante e, se possibile, proporre adeguate regole per effettuare le analisi di interazione inerziale a partire dai risultati di una analisi R.S.L. (Risposta Sismica Locale).

Contemporaneamente, in collaborazione con l’UR Napoli Federico II si procederà allo sviluppo di metodi numerici per l’analisi della risposta di una fondazione mista “platea su pali” sotto azioni statiche verticali e orizzontali.

Sulla base di estesi studi parametrici da condurre mediante analisi numeriche con il codice di calcolo agli elementi finiti ANSYS 3D, l’UR intende proseguire nel lavoro di messa a punto di criteri attraverso i quali valutare gli effetti di interazione cinematica che si sviluppano lungo il fusto e alla testa dei pali, generalmente impediti di ruotare.

A tale scopo, sulla base di schemi preliminarmente discussi con gli esperti dell’UR Patrasso, si procederà allo sviluppo di formule semplificate che consentano di valutare rapidamente e con ragionevole affidabilità tali effetti.

Si cercherà, inoltre, di individuare possibile criteri attraverso i quali definire</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">l'importanza relativa tra effetti di interazione cinematica e effetti di interazione inerziale, al fine di individuare quei casi in cui uno dei due fenomeni è prevalente rispetto all'altro ai fini del dimensionamento strutturale e geotecnico del sistema di fondazione.

In ultimo, l'UR tenterà di approfondire gli aspetti relativi alla "sommabilità" degli effetti. E' ben noto, infatti, che gli effetti di interazione cinematica seguono una evoluzione nel tempo in genere diversa da quella degli effetti di interazione inerziale, con uno sfasamento che potrebbe rendere estremamente gravoso un dimensionamento strutturale e geotecnico basato sulla somma dei massimi valori attinti dalle sollecitazioni di natura inerziale e cinematica.

Alcuni studi preliminari già svolti sull'argomento (Di Laora, 2010) lasciano intravedere la possibilità di definire semplici regole che possano consentire di stabilire a priori in quali casi riferirsi alla "somma degli effetti", in quali invece riferirsi al valore massimo determinato da uno dei due fenomeni.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l'UR (<u>deve essere coerente con la scheda di task</u>)</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.1.1

Task 2.1.2</td><td>Analisi delle risposta di fondazioni miste "platee su pali" sotto azioni statiche verticali e orizzontali.
Effetto "filtro" determinato dal sistema fondazione-terreno sulle azioni dinamiche al piede delle strutture.
Criteri semplificati per la valutazione degli effetti di interazione cinematica lungo il fusto e alla testa di pali impediti di ruotare.
Importanza relativa interazione cinematica – interazione inerziale.
Sfasamento interazione cinematica – interazione inerziale.</td><td>36 – Cartaceo - Software</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste (<u>non più di 5 per task</u>)</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.1.1 e

Task 2.1.2</td><td colspan="2">11. Maiorano R.M.S., de Sanctis L., Aversa S., Mandolini A. (2009). Kinematic response analysis of piled foundations under seismic excitation. CANADIAN GEOTECHNICAL JOURNAL, 46(5): 571-584, ISSN 1208-6010
12. Di Laora R., Mandolini A. (2009). Some remarks on the kinematic vs. inertial interaction for piled foundations. Proc. of the Int. Conf. 'Performance Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering, Tokyo, Japan, 15-17 June 2009, 1567-1574, Taylor & Francis, ISBN 978-0-415-55614-9
13. Di Laora R. (2009). Seismic soil-structure interaction for pile supported systems, Ph.D. Thesis
14. Di Laora R. (2010). Phase lag between kinematic and inertial interaction, 20th European Young Geotechnical Engineers Conference, Brno, Czech Republic, May 30 – June 1, 2010
15. Di Laora R., Mandolini A., de Sanctis L. (2009). Modifica del segnale sismico alla base di una struttura dovuta alla presenza dei pali, XIII Convegno ANIDIS, Bologna, Italy, 28 giugno – 2 luglio</td></tr>
</table>

Scheda UR UNINA-b

Affiliazione principale	*UR UNINA-c - DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, P.le Tecchio, 80, 80125, Napoli, Tel. 081 7682438, Fax. 081 5934792*		
Coordinatore dell'unità	*Antonio Formisano*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Antonio Formisano	Ricercatore	DIST
	Federico M. Mazzolani	Professore Ordinario	DIST
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	1	AT1-1.1a.3g	

Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno del task

Task AT1-1.1a.3g:

Il punto di partenza delle attività è rappresentato dal lavoro sviluppato dal gruppo di ricerca nell'ambito del progetto COST C26 "Urban Habitat Constructions under Catastrophic Events", in cui è stata valutata la vulnerabilità sismica degli aggregati del centro storico del Comune di Torre del Greco.

L'attività di ricerca si svilupperà attraverso i seguenti punti:

1. *Esame dello stato dell'arte sulla vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici.*
2. *Definizione di un'area pilota colpita dal sisma su cui intervenire e relativa individuazione di un aggregato edilizio da investigare con successiva acquisizione di dati storici, morfologici, geologici, strutturali, ecc.*
3. *Valutazione della vulnerabilità dei complessi murari selezionati tramite metodi speditivi.*
4. *Modellazione ed analisi non lineare del caso studio selezionato e confronto dei risultati ottenuti con quelli ricavati dai precedenti metodi e con le evidenze sperimentali.*
5. *Implementazione di interventi di adeguamento sismico e verifica del miglioramento del comportamento sismico dell'aggregato campione esaminato.*

Prodotti di cui è responsabile l'UR

Task	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
T1-1.1a.3g	1. *Esame dello stato dell'arte sulla vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi e presentazione del caso studio.*	*Cartaceo e digitale (M12)*
	2. *Analisi della vulnerabilità sismica dell'aggregato edilizio mediante procedure non lineari e confronto con i risultati di metodi speditivi.*	*Cartaceo e digitale (M24)*
	3. *Selezione di interventi di adeguamento sismico degli aggregati.*	*Cartaceo e digitale (M36)*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste

Task	**Citazione**
T1-1.1a.3g	1. *Formisano A., Mazzolani F. M. (2009). Comparative assessment of analysis methods for irregular masonry walls. Atti della Conferenza PROHITECH 2009 "Protection of Historical Buildings", Roma, 21-24 Giugno.*
	2. *Florio G., Formisano A., Landolfo R., Mazzolani F. M. (2009). Vulnerability of a historic masonry building in the Vesuvius area. Atti della Conferenza PROHITECH 2009 "Protection of Historical Buildings", Roma, 21-24 Giugno.*
	3. *Formisano A., Florio G., Landolfo R., Mazzolani F. M.*

		(2009). Vulnerabilità sismica di un aggregato in muratura in Sessa Aurunca (CE). Atti del 13° Congresso Italiano ANIDIS "L'Ingegneria Sismica in Italia", Bologna, 28 Giugno – 2 Luglio. 4. *Formisano A., Florio G., Landolfo R., Mazzolani F. M. (2009). Un metodo per la valutazione della vulnerabilità sismica degli aggregati storici. Atti del Workshop WONDERmasonry "Design for Rehabilitation of Masonry Structures", Ischia, 8-10 Ottobre.* 5. *Florio G., Formisano A., Di Feo P., Landolfo R., Mazzolani F. M. (2010). Analisi di vulnerabilità sismica del centro antico di Torre del Greco. Congresso "GISDAY 2009", Aula Magna "SS. Demetrio e Bonifacio" della Facoltà di Architettura dell'Università di Napoli "Federico II", 18 Novembre 2009 (in fase di stampa).*

Scheda UR UNINA-b

Affiliazione principale	*UR – UNINA-DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel. +39 081 7682447, Fax. +39 081 7683332-5934792*		
Coordinatore dell'unità	*Beatrice Faggiano*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Beatrice Faggiano	Ricercatore	DIST
	Federico Mazzolani	Professore Ordinario	DIST
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	AT1-1	1b	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task:	**Task AT1-1.1b** **Valutazione in situ delle proprietà meccaniche di elementi strutturali in legno in edifici esistenti mediante tecniche non distruttive (NDT)** L'obiettivo è definire una metodologia di indagine per l'identificazione strutturale di costruzioni lignee esistenti mediante l'uso di tecniche NDT per la stima delle proprietà fisiche e meccaniche del materiale, quale fase propedeutica all'attuazione di qualsiasi studio e progetto d'intervento per il consolidamento del costruito ligneo. Il punto di partenza è costituito dalla ricerca svolta dallo stesso gruppo di studio nell'ambito del progetto nazionale PRIN2006 (coord. naz. prof. Piazza, respons. di unità B. Faggiano) e del progetto internazionale PROHITECH (coord. prof. Mazzolani), nei quali si sono gettate le basi per la definizione e lo sviluppo della metodologia. La ricerca a carattere sperimentale ed analitico ha sviluppato una campagna di prove di laboratorio sia NDT sia distruttive (DT), su membrature in legno di castagno prelevate da costruzioni esistenti, i cui risultati sono stati analizzati su base statistica, fornendo utili correlazioni tra i parametri NDT e DT. Si prevede di sviluppare ulteriormente tale campagna di prove presso il DIST allo scopo di estendere il campione di indagine, considerando anche altre specie legnose e utilizzando anche dati reperibili in bibliografia, per la determinazione di correlazioni caratterizzate da un maggior grado di rappresentatività e di affidabilità. Lo scopo ultimo sarà la redazione di linee guida per l'applicazione, utili ai fini normativi, che forniscano da un lato criteri per la diagnosi e la caratterizzazione meccanica in situ di membrature lignee, dall'altro indici di vulnerabilità delle costruzioni lignee esistenti nei confronti di diversi tipi di azioni.		

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	T1-1.1b	*Definizione della metodologia di indagine per l'identificazione strutturale di costruzioni lignee esistenti mediante l'uso di tecniche NDT*	*12 – Cartaceo*
	T1-1.1b	*Determinazione delle correlazioni tra i parametri NDT e DT*	*24 - Cartaceo*
	T1-1.1b	*Raccomandazioni operative per l'utilizzo di prove NDT su elementi lignei*	*36 - Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**
	T1-1.1b	1. *Faggiano, B., Grippa, M.R., Marzo, A., Mazzolani, F.M. (2009). Valutazione sperimentale delle proprietà meccaniche del legno mediante tecniche non distruttive comparate per la caratterizzazione delle strutture lignee esistenti. In Consolidamento delle strutture in legno (risultati degli studi condotti nell'ambito della ricerca PRIN 2006 sul recupero delle strutture lignee esistenti), a cura di Maurizio Piazza, Hevelius Edizioni, pp: 25-78.*

		2. *Faggiano, B., Grippa, M.R., Marzo, A., Mazzolani, F.M. (2009). Combined non-destructive and destructive tests for the mechanical characterization of old structural timber elements. 3rd International Conference on Advances in Experimental Structural Engineering. San Francisco, United States, 15-16 October, 2009.* 3. *Faggiano, B., Grippa, M.R., Marzo, A., Mazzolani, F.M. (2009). Mechanical identification by NDT of old chestnut structural timber. Proceedings of the First International Conference PROHITECH09 "Protection of Historical Buildings". Rome, Italy, 22-24 June 2009 - (F.M. Mazzolani Editor): Vol. 1, pp. 295-300.* 4. *Mazzolani, F.M., Faggiano, B., Marzo, A. & Grippa, M.R. (2009). The Diplomatic Hall of the Royal Palace of Naples: diagnosis, analysis and retrofitting of the timber structures. Proceedings of the First International Conference PROHITECH09 "Protection of Historical Buildings". Rome, Italy, 22-24 June 2009 - (F.M. Mazzolani Editor). Vol. 1, pp. 367-373.* 5. *Mazzolani, F.M., Faggiano, B., Marzo, A. (2006). Analysis of roofing structures in monumental buildings. Proceeding of the V International Seminar "SAHC 2006". New Delhi, India. Lourenço, Roca, Modena, Agrawal (editors), Macmillan India Ltd Publisher, 2006, ISBN 972 8692 27 7, CD ROM, Vol. 1 "Timber structures", paper n. 19, pp. 471-478.*

Scheda UR UNINA-e

Affiliazione principale	*UR – UNINA-e, Università degli Studi di Napoli Federico II*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Costruzioni e Metodi matematici in Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, via Forno vecchio, 36 – 80134 Napoli, Tel./Fax 0812538901*		
Coordinatore dell'unità	*Claudia Casapulla*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Claudia Casapulla	Ricercatore	DCMMA
	Carlalberto Anselmi	Professore associato	DCMMA
	Alessandra Maione	Dottore di ricerca	DCMMA
	Personale esterno	Contrattisti	n.a.
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	1	AT1-1.1a.2d	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task:	**Task AT1-1.1a.2d:** *- Analisi statica, attraverso i metodi dell'analisi limite, di meccanismi locali di danno, nel piano e fuori dal piano. Approfondimento di una procedura semplificata, proposta nel precedente progetto triennale ReLUIS, volta ad individuare delimitazioni affidabili delle effettive resistenze sismiche, tenendo conto delle resistenze attritive coinvolte. Applicazione della procedura ad un certo numero di meccanismi ricorrenti negli scenari post-sismici* *- Analisi dinamica non lineare del blocco rigido sotto sisma, inteso come riferimento fondamentale per i meccanismi locali di collasso. Definizione di una nuova strategia di analisi basata sulla individuazione dell'accelerogramma artificiale che ne massimizza la risposta dinamica e sulla sua successiva correzione al fine di adeguarlo alle caratteristiche degli accelerogrammi reali. L'accelerogramma artificiale limite è caratterizzato da una particolare sequenza di impulsi istantanei e la progressiva correzione della risposta in risonanza è introdotta attraverso alcuni criteri basati sull'osservazione degli accelerogrammi reali. Si prevedono sperimentazioni numeriche e analisi parametriche per individuare il ruolo dei parametri più significativi (coefficiente di restituzione, snellezza e dimensioni del blocco). La verifica agli stati limite condotta con questa procedura sarà confrontata con l'analisi cinematica non lineare indicata dalle vigenti norme tecniche italiane NTC08*		

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	AT1-1.1a.2d	*Analisi cinematica lineare e soluzioni in forma chiusa di intervalli di moltiplicatori di azioni orizzontali per i meccanismi più ricorrenti.*	*18 – Cartaceo e foglio excel*
	AT1-1.1a.2d	*Nuova strategia di analisi per il rocking. Comportamento dinamico per un input artificiale limite e criteri per la progressiva riduzione della risposta in risonanza.*	*36 - Cartaceo*
	AT1-1.1a.2d	*Soluzioni in forma chiusa del limite superiore degli angoli di rotazione di una parete muraria isolata soggetta ad azioni sismiche. Sperimentazioni numeriche e analisi parametriche.*	*18 – Cartaceo e foglio excel*
	AT1-1.1a.2d	*Proposte migliorative, criteri, linee guida e indicazioni a supporto dell'attività normativa in merito all'analisi dei meccanismi locali di danno e collasso in edifici esistenti in muratura*	*36 - Cartaceo*

	Task	Citazione
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	AT1-1.1a.2d	1. *Gilbert M., Casapulla C., Ahmed H.M. (2006). Limit analysis of masonry block structures with non-associative frictional joints using linear programming.* Computers and Structures, *84(13-14): 873-87*. 2. *Casapulla C. (2008). Lower and upper bounds in closed form for out-of-plane strength of masonry structures with frictional resistances, Proc. of* VI International Conference on "Structural Analysis of Historic Constructions" (SAHC08), *Bath, UK, July 2008.* 3. *Casapulla C., Maione A. (2009). Nuova strategia di analisi per il rocking della parete muraria sotto sisma*, *Atti del* XIII Convegno nazionale su "L'Ingegneria Sismica in Italia", *Bologna, Giugno 2009.* 4. *Casapulla C. (2010). Meccanismi locali. Capacità sismica negli edifici in muratura. Aracne Editrice, Roma, Febbraio 2010.* 5. *Casapulla C., Jossa P., Maione A. (2010). Il moto sotto sisma del blocco murario: analisi per progressiva correzione della risposta in risonanza. In corso di stampa su Ingegneria Sismica (memoria accettata).*

Scheda UR UNITS

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – DICA-UNITS , Università degli Studi di Trieste</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA), Università degli Studi di Trieste, via Valerio 5, 33100, Trieste, Tel. 040-5583836, Fax. 040-5583836</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Prof. Natalino Gattesco</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Natalino Gattesco</td><td>Professore Associato</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Fausto Benussi</td><td>Professore Ordinario</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Claudio Amadio</td><td>Professore Associato</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Rita Franceschinis</td><td>Dottoranda</td><td>DPAU</td></tr>
<tr><td>Isaia Clemente</td><td>Assegnista</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Giovanni Rinaldin</td><td>Dottorando</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Assegnista</td><td>Assegnista</td><td>n.a.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">AT-1.1.1b</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">AT-2.1.4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT-1.1.1b:
L’UR di Trieste condurrà un’indagine sperimentale sul comportamento delle fasce di piano di edifici esistenti in muratura. Le fasi operative saranno le seguenti:
a) Ricerca documentale per identificare le caratteristiche dei materiali impiegati nella costruzione della muratura e soprattutto sulla tecnologia costruttiva adottata per la realizzazione delle fasce di piano. Tale ricerca documentale sarà integrata da sopralluoghi in centri storici ritenuti significativi per rilevare sul campo le caratteristiche tipologiche e formali delle fasce di piano.
b) Scelta dei materiali, delle caratteristiche dimensionali e delle tecniche costruttive dei campioni di muratura da sottoporre a prove sperimentali e progettazione del sistema sperimentale.
c) Esecuzione di prove sperimentali su campioni in scala reale dove le fasce di piano vengono sottoposte alle sollecitazioni cui sono soggette nella muratura quando questa è interessata da azioni orizzontali agenti nel proprio piano. Le prove saranno condotte sul campione con fascia “debole” (non rinforzata), fino all’incipiente collasso della traversa, poi si procederà al rinforzo mediante diverse tecniche (es. tiranti orizzontali, angolari fissati con barre iniettate, fasce o reti in FRP, etc.).
d) Analisi e interpretazione dei risultati delle prove sperimentali; discussione dettagliata dei meccanismi di rottura. Comparazione con le indicazioni normative esistenti; proposte di integrazione e/o modifica.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Task AT-2.1.4:
Analisi della letteratura tecnica per l’individuazione delle principali tipologie di costruzione in legno attualmente impiegate con particolare riguardo a quelle con struttura intelaiata (controventi reticolari o con diversi tipi di pannello).
Studio delle caratteristiche costruttive di dettaglio mettendo in evidenza i punti deboli e le criticità del sistema nei confronti della risposta alle azioni sismiche.
Studio di soluzioni tecnologiche innovative per limitare/eliminare i punti deboli o le criticità locali. Tale studio richiederà anche l’esecuzione di alcune prove sperimentali specifiche per comprendere meccanismi di funzionamento.
Si procederà alla definizione ed elaborazione di modelli numerici robusti in grado di descrivere con buona affidabilità il reale comportamento della struttura e di permettere quindi campagne di sperimentazione numerica sulle tipologie di costruzione individuate. Queste analisi numeriche permetteranno quindi di individuare le tecniche di calcolo più adeguate, e di sufficiente semplicità applicativa, da proporre</td></tr>
</table>

	a livello di aggiornamento normativo. *Si prenderanno in esame anche alcune strutture in legno intelaiate fra quelle che sono state costruite in Abruzzo, dopo il terremoto dell'aprile 2009, con l'obiettivo di studiare nel dettaglio la loro risposta ad eccitazioni di origine sismica; si esamineranno attentamente i dettagli della costruzione assieme alle Ditte che le hanno costruite e che hanno sede a breve distanza dalla sede dell'Unità di Ricerca.*

Prodotti di cui è responsabile l'UR

Task	Descrizione	Mese di consegna e formato
Task AT-1.1.1b	*Raccolta delle tecniche di realizzazione delle fasce di piano degli edifici esistenti in muratura e delle attuali tecniche di intervento disponibili.*	*12 – Cartaceo*
Task AT-1.1.1b	*Rapporto tecnico che raccoglie i risultati delle prove sperimentali, l'analisi degli stessi e le considerazioni sull'efficacia delle tecniche di rinforzo sperimentate*	*36 - Cartaceo*
Task AT-2.1.4	*Raccolta delle tipologie a struttura intelaiata attualmente impiegate nelle costruzioni in legno e sistemi di controvento ed analisi critica delle soluzioni tecnologiche adottate.*	*12 – Cartaceo*
Task AT-2.1.4	*Rapporto sui risultati dello studio di soluzioni tecnologiche migliorative, sull'efficacia delle stesse anche in seguito ai risultati delle indagini sperimentali.*	*24 – Cartaceo*
Task AT-2.1.4	*In collaborazione con l'UR di Udine si produrrà una guida tecnica con esempi di calcolo che evidenziano in dettaglio i metodi e gli strumenti da utilizzare nella modellazione e per l'analisi del comportamento statico e sismico degli edifici intelaiati con struttura interamente in legno. Si discuteranno chiaramente le peculiarità emerse durante lo studio.*	*36 – Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste

Task	Citazione
Task AT-1.1.1b	1. *Gattesco N., Noé S., Macorini L., Clemente I., (2008) "Experimental investigation on the behavior of spandrels in ancient masonry buildings"*, World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, *China, 12-17 Ottobre.* 2. *Gattesco N., Macorini L., (2008) "High reversibility technique for in-plane stiffening of wooden floors"*, VI Int. Conf. on Structural Analysis of Historical Constructions SACH 2008, *Bath, United Kingdom.* 3. *Gattesco N., Macorini L., (2009) "Novel Engineering Techniques to Improve the In-plane Stiffness of Wooden Floors"*, Proc. Int. Conf. on Protection of Historical Buildings, Prohitech 09, *21-24 June, Rome, Italy*. 4. *Gattesco N., Macorini L., Clemente I., Noé S., (2010). "Shear resistance of spandrels in brick-masonry buildings"*, 8th International Masonry Conference, *Dresden, Germany.* 5. *Gattesco N., Dudine A., (2010), "Effectiveness of*

		masonry strengthening technique made with a plaster reinforced with a GFRP net", 8th International Masonry Conference*, Dresden, Germany.*
	Task AT-2.1.4	1. *Gattesco N., Toffolo I., (2004), "Experimental Study on Multiple-Bolt Tension Joints",* Materials and Structures, RILEM*, Vol. 37, n. 266, pp. 129-138.* 2. *Gattesco, N., Gubana, A. (2006). Performance of Glued-in Joints of Timber Members*. Proceedings of the World Conference of Timber Engineering, Portland, USA. 3. *Amadio C., Gattesco N., Urban F., (2007), "Experimental study of timber shear walls made with OSB or wood fiber-reinforced gypsum panels.",* ANIDIS 2007, XII Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia*, Pisa, 10-14 Giu*. 4. *Gattesco N., Macorini L., (2009), "Novel Engineering Techniques to Improve the In-plane Stiffness of Wooden Floors",* Proc. Int. Conf. on Protection of Historical Buildings, Prohitech 09*, 21-24 June 2009, Rome, Italy*. 5. *Gattesco N., Macorini L., (2009) "A Technique for Strengthening the Wooden Floors of Ancient Masonry Buildings in Seismic Prone Regions",* to be published to International Journal of Architectural Heritage*, Taylor and Francis.*

Scheda UR UNINA-DIST_DL

Affiliazione principale	*UR – UNINA-DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel. 081.7683336, Fax. 081.7683332*		
Coordinatore dell'unità	*Antonello De Luca*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Antonello De Luca	Professore Ordinario	DIST
	Mele Elena	Professore Associato	DIST
	Giuseppe Brandonisio	Assegnista	DIST
	Giuseppe Lucibello	Dottorando	DIST
	Maurizio Toreno	Dottorando	DIST
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	1.1	**AT1-1.1a.3.h**	
	2.3	**AT2-2.3.2**	

Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task:

Task AT1-1.1a.3.h:

In riferimento allo studio degli edifici storici monumentali in muratura, con particolare attenzione alle chiese, saranno sviluppati metodi e procedure di analisi strutturale che saranno poi testati mediante applicazioni su casi studio reali quali, ad esempio, gli edifici di culto danneggiati dal terremoto che ha colpito l'Aquilano nell' Aprile del 2009.

Saranno investigate le potenzialità e le metodologie di impiego di:

1. *Analisi Lineare: mirata ad una identificazione delle caratteristiche dinamiche delle strutture e ad ottenere una ripartizione (in condizioni "non fessurate") dell'azione sismica tra le parti strutturali (macroelementi)*
2. *Analisi Non Lineare: finalizzata all'individuazione delle risorse plastiche della struttura soggetta a carichi orizzontali*
3. *Analisi Limite: impiegata come strumento di analisi relativamente semplice e veloce, indipendentemente, od anche per la verifica dell'attendibilità dei risultati dell'Analisi Non Lineare che, a causa della complessità delle metodologie di calcolo, non risulterebbero altrimenti controllabili*

Task AT2-2.3.2:

Sulla base degli studi condotti dall'unità di ricerca negli ultimi anni l'attività di ricerca, attraverso analisi di tipo numerico e sperimentale, sarà mirata principalmente al consolidamento delle conoscenze già acquisite sui metodi di isolamento "tradizionali" ed alla individuazione delle potenzialità di quelle che sono invece le tecnologie più innovative nel campo.

In particolare i temi trattati saranno:

1. *Studio delle potenzialità e delle metodologie di applicazione delle tecniche di isolamento per l'adeguamento di edifici e ponti esistenti*
2. *Criteri di verifica e sperimentazione su dispositivi in gomma e dispositivi del tipo Friction Pendulum*

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	T1-1.1a.3.h	*Definizione metodologie di analisi per gli edifici storici in muratura ed*	*Cartaceo*

		elaborazione linee guida di intervento destinate ai tecnici ed alle aziende operanti nel settore.	*(M36)*
	T2-2.3.2	*Redazione di manuali contenenti indicazioni progettuali per l'applicazione delle tecnologie di isolamento per l'adeguamento di ponti ed edifici*	*Cartaceo* *(M36)*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR	**Task**	**Citazione**	
	T1-1.1a.3.h	• A. De Luca, E. Mele, G. Brandonisio, R. de Lucia, R. Santaniello (2007). Geometrical and mechanical characteristics of a sample of masonry church buildings. Studies on Historical Heritage - 17-21 September 2007 Antalya (Turkey) • A. De Luca, E. Mele, A. Giordano, R. De Lucia (2008). Effects of vertical loads on horizontal capacity of masonry arches trough limit analysis. Prohitec 2008 • A. De Luca, A. Giordano, E. Mele, A. Romano (2007). A simple formula for predicting the horizontal capacity of masonry portal frames. Engineering Structures	
	T2-2.3.2	• G. Cuomo; A. De luca; E. Mele (2008). Design aspects in seismic isolation: application to retrofit churches. International Journal Of Architectural Heritage pp.247-273 Vol.2, • A. De luca;E. Mele; J. Molina; G. Verzelletti; A. Pinto (2001). Base isolation for retrofitting historic buildings: evaluation of seismic performance through experimental investigation. Earthquake Engineering & Structural Dynamics pp.1125- 1145 Vol.30 • A. De Luca, E. Mele, G. Cuomo (2007). New trends and needs in design of base isolated buildings. pp.1- 12 4th International Conference on The Conceptual Approach to Structural Design - 27-29 June 2007 Venezia	

Scheda UR UNIGEb

Affiliazione principale	*UR – UNIGEb-DICAT, Università degli Studi di Genova*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni, dell'Ambiente e del Terriorio (DICAT), Università degli Studi di Genova, via Montallegro 1, 16145, Genova, Tel. 010-3532518, Fax. 010-3532534*		
Coordinatore dell'unità	*Stefano Podestà*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Stefano Podestà	Ricercatore	DICAT
	Emanuela Curti	Assegnista	DICAT
	Sonia Parodi	Assegnista	DICAT
	Anna Brignola	Assegnista	DICAT
	Lorenzo Scandolo	Dottorando	DICAT
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	AT1-1	1b	
	AT2-2	2.5	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task:	**Task AT1-1.1b:** *La valutazione della resistenza a taglio di una parete in muratura è influenzata, tra i diversi fattori, anche dalla monoliticità trasversale. Un comportamento disaccoppiato dei paramenti esterni, la presenza di un sacco interno di elevato spessore può diminuire significativamente il valore di resistenza a taglio. E' proprio in relazione a tale aspetto che si prevede la realizzazione di una sperimentazione su pannelli in muratura in pietra con diverso grado di ammorsamento trasversale (presenza sistematica di diatoni, disposizione a quinconcio, mancanza totale di ammorsamento, presenza di sacco interno) che saranno sottoposti a prove di compressione diagonale, presso il Sistema di Laboratori del DICAT – Laboratorio Strutture. Ogni pannello sarà, inoltre, sottoposto, prima della prova a rottura per compressione diagonale, ad una serie di test sonici che investigare le potenzialità di tale metodologia di indagine, quando applicata su pannelli murari in situ, ad individuare il livello di connessione tra i paramenti esterni. Le prove soniche saranno effettuate in diverse condizioni ambientali (i.e.: livello di umidità della parete) consentendo di valutare parallelamente la sensibilità dei risultati alle variazioni ambientali che sono presenti quando si opera direttamente in situ.*		
	Task AT2-2 2.5: *L'elevato numero di elementi strutturali che compongono il patrimonio archeologico determina l'esigenza di definire appropriate metodologie di verifica che affianchino all'affidabilità del risultato un carattere speditivo dell'analisi. In relazione a tale aspetto si vuole sviluppare una metodologia di pre-analisi volta all'individuazione, attraverso l'acquisizione sul campo di parametri geometrici di facile rilievo, degli elementi strutturali (i.e.: lacerti murari, singole colonne, triliti) maggiormente vulnerabili ad un azione sismica, sui quali condurre la valutazione di dettaglio del rischio sismico. La definizione di domini limite, ottenuti tramite l'analisi limite dell'equilibrio, consentirà di fornire, nota la pericolosità, le caratteristiche geometriche limite che devono possedere i macroelementi per poter essere considerati "sicuri" rispetto all'azione sismica di riferimento. Noti tali parametri geometrici sarà possibile individuare, attraverso il rilievo sul campo, i macroelementi che presentano la maggiore vulnerabilità. L'individuazione delle emergenze (in termini di rischio sismico) permetterà di definire una campagna di approfondimento della conoscenza (analisi stratigrafica, indagini diagnostiche, rilievo approfonditi dei dettagli costruttivi, ecc.) per l'analisi di dettaglio finale del livello di sicurezza dei diversi manufatti. Tale approccio consentirebbe di ridurre sensibilmente il numero di elementi su cui focalizzare l'attenzione, permettendo una risposta immediata sulle situazioni a maggior rischio sismico.*		
Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task AT1-1.1b	*Protocolli di indagini diagnostica in situ ed in laboratorio su pannelli con diverso grado di connessione trasversale – Taratura dei coefficienti correttivi della Tabella C8A.2.2 della*	*36 – Cartaceo*

		Circolare Ministeriale del 2 Febbraio 2009, n°617	
	Task AT2-2. 2.5	*Approccio metodologico di pre-analisi vulnerabilità sismica lacerti murari*	*36 – Software*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task AT1-1.1b	1. *Brignola A., Frumento A., Lagomarsino S., Podestà S., (2009). Identification of shear parameters of masonry panels through the in-situ diagonal compression test. INTERNATIONAL JOURNAL OF ARCHITECTURAL HERITAGE, vol. 3; p. 52-73, ISSN: 1558-3058.* 2. *Podestà S., Riotto G., Marazzi F., (2008). Reliability of dynamic identification techniques connected to structural monitoring of monumental buildings. STRUCTURAL CONTROL & HEALTH MONITORING, vol. 15; p. 622-641, ISSN: 1545-2255.* 3. *Brignola A., Ferrini M., Lagomarsino S., Mangone F., Podestà S. (2006). Valutazione sperimentale dei parametri di deformabilità e di resistenza a taglio della muratura. INGEGNERIA SISMICA, vol. XXIII(3); p. 19-32, ISSN: 0393-1420"* 4. *Brignola A., Curti E., Frumento S., Lagomarsino S., Podestà S., Riotto G., (2006). Prove soniche su pannelli in muratura di edifici esistenti. In: Atti del Convegno Nazionale di Sperimentazione su materiali e strutture. Venezia, Italia, Dicembre, 2006, p. 183-192.* 5. *Brignola A., Frumento A., Lagomarsino S., Podestà S., (2006). Valutazione sperimentale dei parametri di deformabilità e di resistenza a taglio della muratura. In: Atti del Convegno Nazionale di sperimentazione su materiali e strutture. Venezia, Italia, Dicembre, 2006, p. 173-182.*	
	Task AT2-2. 2.5	1. *Podestà S., (2010) "Verifica della sicurezza sismica a livello territoriale". in Cecchi R., Roma Archæologia – II rapporto, Electa, Roma, p. 194-213.* **2.** *Lagomarsino S., Podestà S., (2010) "Anfiteatro Flavio: prima valutazioni sulla sicurezza strutturale", in Cecchi R. Roma Archæologia – II rapporto, Electa, Roma, p. 214-221.* **3.** *Podestà S. (2010)."Patrimonio archeologico: valutazione del rischio sismico", Ananke. 59. Dossier: Roma, Archeologia e Città, Alinea Editrice, Firenze* 4. *Podestà S. (2009) "La verifica sismica degli edifici allo stato di rudere". in Cecchi R. (2009) Roma Archæologia – I rapporto, Electa, Roma, p. 38-48.* 5. *Podestà S., Curti E., (2009). "An integrate approach for the evaluation of the seismic safety of S. Maria Antiqua church", Proceeding of Congress of Cultural Heritage, Cairo December 2009.*	

Scheda UR POLIMI-a

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – POLIMI-a Politecnico di Milano</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIS), Politecnico di Milano, piazza L. da Vinci, 32, 20133, Milano, Tel.02 2399 4204, Fax.02 2399 4220</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Giuliana Cardani</td></tr>
<tr><td rowspan="13">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Giuliana Cardani</td><td>Ricercatore</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Cristina Tedeschi</td><td>Ricercatore</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Paola Condoleo</td><td>Ricercatrice</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Antonella Elide Saisi</td><td>Ricercatore</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Luigi Zanzi</td><td>Professore ordinario</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Anna Anzani</td><td>Professore associato</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Lorenzo Cantini</td><td>Dottorando</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Paolo Taranto</td><td>Assegnista</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Luigia Binda</td><td>Consulente</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Claudia Tiraboschi</td><td>Tecnico Laureato</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Marco Antico</td><td>Tecnico di Lab.</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Marco Cucchi</td><td>Tecnico di Lab.</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT1-1</td><td colspan="2">1b</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT1-1.1b:

1) Conoscenza della costruzione, indagini in sito
a. sperimentazione e diagnostica in sito - murature storiche (L’Aquila): indagini in sito atte a definire la qualità muraria
b. sperimentazione di laboratorio – muratura: caratterizzazione in laboratorio di malte pietre e mattoni prelevati in sito, atte a definire la qualità muraria

2) Valutazione sperimentale dell'efficacia di interventi di miglioramento sismico
a. sperimentazione e diagnostica in sito – murature storiche (L'Aquila): su murature riparate mediante iniezioni o con FRP
b. sperimentazione di laboratorio – muratura: su miscele utilizzate per iniezione e su materiali per riparazione come FRP o altri

Una metodologia atta a definire la qualità della muratura storica verrà applicata alle murature de L’Aquila appartenenti a edifici del centro storico e/o monumenti scelti. Si tratta di eseguire, su murature portanti, in zone opportunamente scelte, indagini in sito non distruttive e parzialmente distruttive e di compilare la scheda “Murature” proposta dalla UR. I risultati delle prove saranno memorizzati in database dedicati e confrontati con i risultati ottenuti su murature storiche dell’Abruzzo e di altre regioni nell’ambito di precedenti contratti. In laboratorio si valuteranno miscele da iniezione e la durabilità di FRP proposte dalla UR di Padova su campioni di materiale prelevato in sito. La loro efficacia verrà valutata anche in sito mediante indagini quali: prove soniche, piccoli carotaggi, prove con martinetti piatti, termografie e prove di strappo)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>Rapporto sulla definizione della qualità muraria delle murature sottoposte a indagine e proposta di tecniche per interventi di miglioramento.</td><td>12 – Cartaceo e informatico</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>Rapporto su iniettabilità delle murature ed efficacia di alcune miscele da iniezione.</td><td>36- Cartaceo e informatico</td></tr>
</table>

	Task AT1-1.1b	*Rapporto su adesione di FRP e altri materiali misurata in sito*	*36- Cartaceo e informatico*
	Task AT1-1.1b	*Implementazione dei database*	*24 - Informatico*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task AT1-1.1b	1. Binda L., Anzani A., Cardani G., Martinelli A., Valutazione della vulnerabilità sismica di edifici complessi in muratura: casi di studio nel centro storico di Sulmona (AQ), XIII Conv. Naz. L'Ingegneria Sismica, ANIDIS 2009, CD- ROM, Bologna 28/06-02/07/2009, ISBN: 978-88-904292-0-0, 2009. 2. Binda L., Cardani G., Saisi A., Caratterizzazione sperimentale della qualità muraria, XIII Conv. Naz. L'Ingegneria Sismica, CD- ROM, Bologna 28/06-02/07/2009, ISBN: 978-88-904292-0-0, 2009. 3. Binda L., Saisi A., Application of NDTs to the diagnosis of Historic Structures, NDTCE 2009, Non-Destructive Testing in Civil Engineering – NDTCE'09, Nantes, France, 30/06-03/07/09, ISBN: 978-2-7208-2542-5, pp. 43-69, 2009. 4. Garbin E., Valluzzi M.R., Saisi A., Binda L., Modena C., Compressive behaviour of brick masonry panels strengthened with cfrp bed joints reinforcement, 11th Canadian Masonry Symp, Toronto, Ontario, 31/05-03/06/09, Univ. McMaster, CD-ROM, pp. 1-11, 2009, 2009 5. Anzani A., Binda L., Lualdi M., Tedeschi C., Zanzi L., Use of sonic and GPR tests to control the effectiveness of grout injections of stone masonry, 9th European Conf. on Non-Destructive-Testing, Berlin, 25-29/09/2006, ISBN: 3-931381-86-2, pp. 1-7, CD-ROM, 2006.	

Scheda UR POLIMI -b

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – POLIMI-Parisi, Politecnico di Milano</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIS), Politecnico di Milano, piazza Leonardo da Vinci, 32, 20133, Milano, Tel. 02-23994302, Fax.02-23994220</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Maria Adelaide PARISI</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Maria Adelaide Parisi</td><td>Professore associato</td><td>DIS-POLIMI</td></tr>
<tr><td>Chiara Tardini</td><td>Dottorando</td><td>DIAP-POLIMI</td></tr>
<tr><td></td><td>Assegnista</td><td>n.a.</td></tr>
<tr><td>Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td></td><td>AT1-1</td><td colspan="2">1b</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">AT1-1.1b:
1. Analisi della risposta di strutture ed elementi lignei nel terremoto dell’Aquila: si propone di acquisire ed elaborare una casistica sul comportamento di strutture lignee di copertura di varie tipologie; è importante evidenziare come le osservazioni di danno raccolte in precedenti terremoti siano molto scarse. Dovranno essere rilevati in particolare aspetti di criticità sorti in conseguenza di precedenti interventi e di condizioni particolari di geometria e di carico.
2. Sviluppo di criteri di valutazione della vulnerabilità sismica delle coperture lignee. Si propone di proseguire il lavoro precedentemente iniziato, che aveva delineato una metodologia di rilievo e valutazione. Si intende affinare la classificazione degli indicatori parziali, anche con le informazioni di cui al punto (1), e di formulare un indicatore di sintesi per il complesso strutturale. Il sistema di valutazione permetterà di stimare in via preventiva l’effetto di diverse strategie di intervento nell’ottica di una analisi costi-benefici.
3. Studio del comportamento elastico e post-elastico di sistemi di giunzioni tradizionali di carpenteria, in associazione con l’UR-TRENTO. Si propone di continuare e completare la caratterizzazione del comportamento di giunzioni di carpenteria rinforzate con elementi metallici, con l’obiettivo di individuare modalità di rinforzo compatibili con il funzionamento in condizioni sismiche.
I contributi dell’unità di ricerca sono complementari all’attività anche sperimentale dell’UR-TRENTO e saranno svolti in pieno coordinamento con essa.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1b</td><td>Rapporto intermedio sull’analisi di comportamento di coperture lignee nel sisma dell’Aquila</td><td>24 - Cartaceo ed elettronico</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1b</td><td>Manuale di guida alla valutazione della vulnerabilità sismica delle coperture</td><td>36 - Cartaceo ed elettronico</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1b:</td><td colspan="2">1. Parisi, M. A., Chesi, C., Tardini, C., Piazza, M., (2009). Traditional Timber Roof Structures: Seismic Vulnerability Assessment and Preservation, Procs, Prohitech Conf., pp. 391-396, Rome
2. Chesi, C., Parisi, M.A., Tardini, C., (2008). “Concezione strutturale e risposta sismica delle strutture lignee di copertura”, (in Italian, summary in English), Ingegneria Sismica, Patron Editore, n. 3, July-September, pp. 36-45.
3. Maria Adelaide Parisi, Cinzia Cordié, (2010). Mechanical behavior of double-step timber joints, Construction and Building Materials, Vol.24(8), 2010, pp. 1364-1371.
4. Parisi, M.A., Piazza, M., (2008). Seismic strengthening of traditional carpentry joints, Procs, 14th WCEE, October 12-17, Beijing.</td></tr>
</table>

		5. *M.A. Parisi, M. Piazza (2007). Restoration and strengthening of timber structures: principles, criteria, and examples.* ASCE Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 12 (4), 177-185.*

Scheda UR ROMA1-a

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – ROMA1-a DISG, “La Sapienza” Università degli Studi di Roma</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica (DISG), “La Sapienza” Università degli Studi di Roma ,via Eudossiana 18, 00184, Roma, Tel. 06 4991 9154, Fax. 06 322 1449</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Luis D. Decanini</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Luis D. Decanini</td><td>Professore Ordinario</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td>Domenico Liberatore</td><td>Professore Ordinario</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td>Giorgio Monti</td><td>Professore Ordinario</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td>Fabrizio Mollaioli</td><td>Professore Associato</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td>Laura Liberatore</td><td>Ricercatore</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td>Luigi Sorrentino</td><td>Ricercatore</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">AT1-1.1a.2c</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">AT1-1.1b.1b</td></tr>
<tr><td>RS2</td><td colspan="2">1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste dall’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">AT1-1.1a.2c:
Stima sperimentale del coefficiente di restituzione attraverso prove di oscillazioni libere fuori del piano su pareti murarie libere allettate con malte dall’alto rapporto calce : pozzolana e con malte cementizie.
Indagine numerica dinamica su pareti sollecitate fuori del piano volta a determinare i segnali naturali per i quali è più rilevante una stima accurata del coefficiente di restituzione.
AT1-1.1b.1b
Ampliamento della base di dati sperimentali disponibili, attraverso ricerca in letteratura, e approfondimento della loro interpretazione. Per le prove nelle quali siano disponibili i parametri sia dei componenti (malta ed elementi) sia per il pannello murario, si valuterà l’affidabilità della stima dei parametri meccanici del composito murario a partire da quelli dei componenti. Nel caso del comportamento a taglio, per il quale le modalità di prova possono essere piuttosto diverse (compressione diagonale, taglio e compressione, ecc.) si studierà come rendere impiegabili i valori sperimentali nella modellazione di strutture esistenti. Proposte applicative.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">RS2-1:
a) Individuazione di segnali near-fault contenenti pulsazioni di media o lunga durata dovute a forward-directivity.
b) Analisi della risposta dinamica elastica ed anelastica di sistemi ad un grado di libertà (SDOF) soggetti ad eccitazioni sismiche near-fault. In tale ambito verranno presi in considerazione sia i parametri sintetici direttamente derivati dai segnali, sia la risposta spettrale in termini di energia, spostamento e forze. Valutazione dei fattori di riduzione della risposta.
c) Valutazione della risposta di sistemi a più gradi di libertà (MDOF), in particolare i sistemi intelaiati multipiano, a segnali near-fault. Correlazione tra misure di danno e parametri di intensità sismica.
d) Caratterizzazione dei livelli e del tipo di danno verificatosi in alcune aree near-fault a seguito di eventi sismici (L’Aquila, Bam, Taiwan, Turchia, Kobe, Northridge, ecc.). Correlazione
e) Proposta di raccomandazioni normative per la definizione dell’azione sismica in aree potenzialmente soggette ad effetti near-fault.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>T1-1.1a.2c</td><td>Rapporto sulle prove sperimentali e linee guida per la stima del coefficiente di restituzione</td><td>36 – cartaceo</td></tr>
<tr><td></td><td>Confronto fra i risultati delle simulazioni numeriche su effetti della</td><td>36 – cartaceo</td></tr>
</table>

		dissipazione di energia e del tipo di oscillazione (bilaterale o monolaterale) e i risultati delle procedure di analisi dei meccanismi locali di collasso in edifici esistenti in muratura (Circolare 02/02/2009, § C8A.4).	
	T1-1.1b.1b	*Rapporto sulla stima dei parametri meccanici dei diversi tipi murari*	*36 - cartaceo*
	S2-1	*Rapporto sui risultati delle analisi elastiche ed anelastiche su sistemi SDOF e MDOF, comprendente anche la caratterizzazione dei fattori di modifica della domanda sismica per terremoti near-fault e il confronto con il danno.*	*36 – Cartaceo*

	Task	**Citazione**
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**AT1-1.1a.2c**	1. *Liberatore D., Santarsiero D. (2009). Oscillazioni di blocchi snelli sotto azioni sismiche: effetto del coefficiente di restituzione e della monolateralità del moto*, XIII Convegno Nazionale ANIDIS "L'Ingegneria Sismica in Italia". *Bologna, 28 giugno-2 luglio 2009.* 2. *Sorrentino L., Kunnath S., Monti G., Scalora G. (2008). Seismically induced one-sided rocking response of unreinforced masonry façades,* Engineering Structures*, 30(8): 2140-2153.* 3. *Sorrentino L., Masiani R., Griffith M.C. (2008). The vertical spanning strip wall as a coupled rocking rigid body assembly.* Structural Engineering and Mechanics*, 29(4): 433-453.* 4. *Sorrentino L., Masiani R., Benedetti S. (2008). Experimental Estimation Of Energy Damping During Free Rocking Of Unreinforced Masonry Walls. First Results.* 2008 Seismic Engineering International Conference commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake, *Reggio Calabria, Italy, 8-11 July 2008*. 5. *Liberatore D., Spera G. (2001). Oscillazioni di blocchi snelli: valutazione sperimentale della dissipazione di energia durante gli urti,* X Convegno Nazionale L'ingegneria sismica in Italia*, Potenza-Matera, 9-13 settembre*.
	T1-1.1b.1b	1. *Ventura P., Sorrentino L. (2005). A new in situ torsional test to assess masonry mortar shear strength.* Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Antisísmica IX Jornadas, *16-19 de Noviembre, Concepción, Chile.* 2. *Liberatore D., Spera G., Racina V. (2004). Una prova penetrometrica per valutare le caratteristiche della malta: prime calibrazioni.* XI Congresso Nazionale L'Ingegneria Sismica in Italia*, Genova, 25-29 Gennaio*. 3. *Filardi B., Liberatore D. (1996). Una nuova prova di carico per determinare la resistenza a taglio della muratura: modellazione e analisi parametrica.* Convegno "La Meccanica della Muratura tra teoria e progetto", Messina, 18-20 settembre. 4. *Filardi B., Liberatore D., Masi A., Nigro D. (1996). Valutazione della resistenza a taglio di una tipologia*

		muraria tramite prove su pannelli, carote e triplette. Convegno "La Meccanica della Muratura tra teoria e progetto"*, Messina, 18-20 settembre*. 5. *Decanini L., Payer A., Terzariol R. (1982). Contribucion al Establecimiento de los Indices de Resistencia de la Mamposteria. Resultados Experimentales.* Revista de Ingegneria Estructural, *1(1): 20-59*.
	S2-1	1. *Decanini L., De Sortis A., Liberatore L., Mollaioli F. (2005) "Estimation of near-source ground motions and seismic behaviour of RC framed structures damaged by the 1999 Athens earthquake", Journal of Earthquake Engineering, Vol. 9, No. 5 (2005) 609–635.* 2. *Mollaioli F., Bruno S., Decanini L., Panza G.F. (2006) "Characterization of the dynamical response of structures to damaging pulse-type near-fault ground motions", Meccanica (2006) 41:23–46.* 3. *Decanini L., Bruno S., Mollaioli F. (2003) "Analysis of the response of structures to damaging pulse-type ground motions", OECD/NEA Workshop on The Relation between Seismological Data and Seismic Engineering, 16-18 October 2002, Istanbul Turkey, NEA/CSNI/R(2003)18, 109-119.* 4. *Mollaioli F., Bruno S., Decanini L. (2002) "Damage potential of severe long duration acceleration pulses in near-fault records", 12th European Conference on Earthquake Engineering, Elsevier Science Ltd., paper 155, London, September 2002.* 5. *Decanini L., Mollaioli F., Saragoni R. (2000) "Energy and Displacement Demands Imposed by Near-Source Ground Motions", 12th World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand, 30 January-4 February 2000.*

Scheda UR ROMA1-b

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR ROMA1-b - DISG, Sapienza Università di Roma</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica (DISG), Sapienza Università di Roma, via Gramsci 53, 00197, Roma, Tel. 06 49919154, Fax. 06 49919150</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Giorgio Monti</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Giorgio Monti</td><td>P.O.</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td>Luigi Sorrentino</td><td>R.U.</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td>Marco Vailati</td><td>Dottorando</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">AT1-1.1a.1a</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">AT1-1.1a.3e</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT1-1.1a.1a:
Definizione di un metodo di lettura diretta degli aggregati edilizi, ripercorribile da chiunque affronti l’analisi di un tessuto storico, che consenta di identificare le unità strutturali ivi presenti.
Il metodo si fonda su una strategia conoscitiva basata: a) sull’osservazione degli elementi materici e costruttivi dell’edificio; b) sull’associazione dei dati derivati dall’analisi dell’impianto murario con i dati derivati dalle ricerche storiche.
Il fine del processo è quello di ricostruire le fasi costruttive di un manufatto, prestando una particolare attenzione al contesto circostante l’unità di interesse.
Il riconoscimento della successione delle fasi costruttive consentirà poi, da un lato, d’indirizzare gli approfondimenti diagnostici al fine d’individuare le proprietà meccaniche dei materiali e, dall’altro, di guidare il giudizio sulle connessioni fra murature, la lettura dei danni, nonché, infine, l’identificazione dei possibili meccanismi.
Task AT1-1.1a.3e:
La normativa NTC2008 richiede al progettista di eseguire la valutazione della sicurezza sismica sulle Unità Strutturali identificate attraverso il metodo dell’analisi non lineare statica. Nel caso di orizzontamenti riconosciuti come rigidi nel proprio piano si consentono però alcune semplificazioni, quali: a) l’analisi può essere eseguita piano per piano, b) la variazione di sforzo assiale nelle pareti murarie può essere trascurata, c) la rotazione nel piano dei solai può essere trascurata.
Grazie a queste semplificazioni è possibile – ed è questo l’obiettivo da perseguire in questo task – definire una procedura non lineare, facilmente gestibile anche attraverso un foglio di calcolo, che, partendo dal comportamento non lineare delle singole pareti murarie, arriva a descrivere il comportamento globale di piano e la corrispondente capacità, sia in termini di resistenza sia in termini di capacità di spostamento. I vari piani, studiati separatamente e poi assemblati in un sistema a più g.d.l., vengono verificati nei confronti della domanda in spostamento ad ogni livello, valutata in analogia a quanto si fa per i meccanismi locali.
Il metodo sarà implementato in un software che consentirà di eseguire agevolmente analisi di aggregati edilizi, nonché di individuare i piani più vulnerabili e, all’interno di essi, gli elementi che determinano tale vulnerabilità.
Tale procedura sarà poi implementata in un framework probabilistico tramite il quale sarà possibile caratterizzare le grandezze base come variabili incerte. L’incertezza potrà essere di tipo intrinseco ovvero di tipo epistemico. In tal modo si potrà fruire di uno strumento tramite il quale eseguire analisi di sensitività della risposta rispetto ai parametri incerti.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>T1-1.1a.1a</td><td>Linee guida per l’analisi morfologica degli aggregati edilizi, con esemplificazioni delle ricadute sulle verifiche di vulnerabilità sismica.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>T1-1.1a.3e</td><td>Programma di calcolo non lineare per l’analisi globale delle Unità Strutturali</td><td>36 - Software</td></tr>
</table>

		di aggregati edilizi, comprensiva della trattazione delle incertezze.	
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	T1-1.1a.1a	1. *Sorrentino L., Kunnath S., Monti G., Scalora G. 2008. Seismically induced one-sided rocking response of unreinforced masonry façades, Engineering Structures, 30(8): 2140-2153, doi:10.1016/j.engstruct.2007.02.021.* 2. *Sorrentino L., Monti G., Kunnath S., Scalora G. (2007). Un modello meccanico semplificato accoppiato nel piano – fuori del piano per valutare il ruolo di solai, immorsature, qualità muraria e muri di controvento. 12° Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Pisa 10-14 giugno.* 3. *Braga F., Monti G., Scalora G. (2006). A conservation plan method for historical city centres. 5th International Seminar Structural Analysis of Historical Construction, New Delhi, 6-8 November.*	
	T1-1.1a.3e	1. *Monti, G., Vailati, M. (2009). Procedura di analisi non lineare statica per la valutazione sismica degli edifici in aggregato. Proc. XIII Convegno L'Ingegneria Sismica in Italia, Bologna, 28 June-2 July* 2. *Monti, G., Vailati, M. (2009). Analisi di vulnerabilità sismica di edifici in aggregato: un caso esempio. Proc. XIII Convegno L'Ingegneria Sismica in Italia, Bologna, 28 June-2 July.*	

Scheda UR ROMA2

Affiliazione principale	*UR ROMA2 - DIC, Università degli Studi di Roma Tor Vergata*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Civile (DIC), Università degli Studi di Roma Tor Vergata, via del Politecnico, 1, 00133, Roma, Tel. 0672597092, Fax. 0672597046*		
Coordinatore dell'unità	*Ugo Iannirubertо*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Ugo Iannirubertо	Professore Associato	DIC
	Simona Coccia	Ricercatore	DIC
	Angelo Caratelli	Dottorando di ricerca	DIC
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	1	AT1-1.1a.3c	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task:	**Task AT1-1.1a.3c:** *La ricerca intende approfondire il problema della influenza degli impalcati nel comportamento globale degli edifici in muratura. Sarà analizzata l'influenza della rigidezza dell'impalcato sulle sollecitazioni d'interfaccia tra muri e impalcati nonché l'effetto sulle sollecitazioni nel piano e fuori piano dei maschi murari.* *Lo studio sarà basato su analisi non lineari di diverse tipologie di edifici in muratura sollecitati da forze orizzontali attraverso la modellazione tridimensionale dei muri e degli impalcati. Sfruttando i risultati delle ricerche sviluppate nel corso del precedente progetto ReLuis saranno considerate molteplici tipologie di impalcato e saranno evidenziati vantaggi e svantaggi delle diverse soluzioni costruttive.* *In esito alle analisi numeriche sarà valutata l'influenza delle caratteristiche meccaniche e tipologiche degli impalcati sui criteri di verifica dei maschi e della fasce murarie.*		

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	AT1-1.1a.3c	*Definizione di criteri di verifica in relazione alle tiologie di impalcati*	*18 – Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**
	AT1-1.1a.3c	1. *COCCIA S., IANNIRUBERTO U (2007). Resistenza della parete esterna del Colosseo alle azioni sismiche. In: XII Convegno Nazionale ANIDIS "L'Ingegneria Sismica in Italia". Pisa, 10-14 giugno 2007* 2. *COCCIA S., COMO M, CONFORTO M.L, IANNIRUBERTO U (2006). Historical Static Analysis of the Coliseum. In: the Second International Congress on Construction History. Queens' College, Cambridge University, 29/03-02/04/2006, Malcolm Dunkeld et al.*

Scheda UR ROMA3

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – Roma3, Università degli Studi Roma Tre</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Università degli Studi Roma Tre
Dipartimento di Strutture (DIS), via Corrado Segre, 6, 00146 Roma
Tel. 06 5733 6268, Fax. 06 5733 6265</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Gianmarco de Felice</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Gianmarco de Felice</td><td>Professore associato</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Marialaura Malena</td><td>Assegnista di ricerca</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Irene Carbone</td><td>Assegnista di ricerca</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Stefano De Santis</td><td>Dottorando</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Alberto Mauro</td><td>Dottorando</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td>Task</td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td>AT1-1.1a.2b</td><td></td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste dall’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">
Task AT1-1.1a.2b
Titolo della Ricerca: Analisi dei meccanismi locali e criteri di verifica. Influenza della qualità muraria e incertezze di modello
L’attività dell’UR Roma Tre affronta la problematica della verifica sismica rispetto ai meccanismi locali, muovendosi da un analisi critica delle procedure di verifica previste dalla normativa per un successivo approfondimento articolato nei seguenti tre aspetti:
1. Definizione del meccanismo locale.
2. Determinazione della curva di capacità.
3. Valutazione della domanda sismica.
Per quanto attiene al punto 1, verranno sviluppati metodi di calcolo in grado di generare e modellare l’effettivo meccanismo di collasso atteso per la conformazione strutturale indagata: per le strutture in muratura di pietrame irregolare verranno messi a punto metodi basati sul riconoscimento automatico della tessitura muraria e sull’analisi agli elementi distinti con azioni quasi-statiche, impulsive e sismiche; per le strutture in muratura quasi periodica verranno formulati modelli continui, i cui parametri costitutivi sono ricavati da metodi di omogeneizzazione o aggiornati attraverso approcci multiscala.
Per quanto attiene al punto 2, il contributo dell’UR Roma Tre consiste nell’includere nel modello di capacità sismica la dipendenza dalle caratteristiche della muratura (forma e dimensione degli elementi, tessitura muraria). Con quest’obiettivo, verrà simulato il comportamento di muri a più paramenti, al variare delle condizioni al bordo (parete libera e vincolata in sommità), indagata la riduzione della capacità sismica rispetto a meccanismi fuori dal piano indotta dalla mancanza di connessione trasversale della parete, valutati gli effetti delle connessioni tra le diverse pareti murarie e il loro contributo in termini di resistenza e capacità di spostamento. I risultati delle simulazioni numeriche agli elementi distinti verranno confrontate con i danni effettivi rilevati nel recente terremoto di L’Aquila.
Infine, per quanto attiene al punto 3, il contributo dell’UR Roma Tre prende le mosse dai risultati delle prove sperimentali già eseguite nel corso del primo triennio del progetto (prove su tavola vibrante presso Enea e Eucentre) e quelle previste nel corso del nuovo triennio. In particolare, l’UR Roma Tre, in forza di una convenzione in essere con il Centro Ricerche Enea Casacca, eseguirà una prova sperimentale su tavola vibrante di una parete in muratura di tufo soggetta ad azione sismica fuori dal piano. Obiettivo della prova è quello di simulare l’effettiva risposta dinamica della parete fuori dal piano dall’innesco del moto fino al collasso e la dipendenza dalle caratteristiche dell’input sismico. Sul versante della modellazione, si tratta anzitutto di simulare con modelli adeguati la dinamica dei meccanismi locali che si sono verificati, dall’attivazione del meccanismo fino al collasso, eseguire le analisi di sensibilità necessarie per garantire l’affidabilità del modello e quindi eseguire una vasta campagna di simulazioni numeriche dalle quali ricavare i parametri statistici utili alla definizione della domanda sismica rispetto ai meccanismi locali indagati.
</td></tr>
</table>

Prodotti di cui è responsabile l'UR	Task	Descrizione	Mese di consegna e formato
	AT1-1.1a.2b	Linee guida per la verifica dei meccanismi locali in relazione alle caratteristiche della muratura.	*36 - Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	Task	Citazione
	AT1-1.1a.2b	1. Salerno, G., de Felice, G. Continuum modelling of periodic brickwork, *International Journal of Solids and Structures,* vol. 46(5), p. 1251-1267, 2009. 2. de Felice, G. Assessment of the load-carrying capacity of multi-span masonry arch bridges using fibre beam elements, *Engineering Structures*, vol. 31, p. 1634-1647, 2009. 3. Brencich, A., de Felice, G. Brickwork under eccentric compression: Experimental results and macroscopic models, *Construction & Building Materials*, vol. 23, p. 1935-1946, 2009 4. de Felice, G., Amorosi, A., Malena, M. Elasto-plastic analysis of block structures through a homogenization method, *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, vol. 34(3), p. 221–247, 2010. 5. de Felice, G., Giannini, R. An efficient approach for seismic fragility assessment with application to old reinforced concrete bridges, *Journal of Earthquake Engineering,* Vol. 14, p. 231-251, 2010.

Scheda UR IUAV-a

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR IUAV, Università IUAV di Venezia</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento Iuav per la ricerca
Tolentini, S. Croce 191
30135 Venezia - Italy
Tel. 041 2571311 – 049 8647020</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Paolo Faccio</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Paolo Faccio</td><td>Associato</td><td>IUAV</td></tr>
<tr><td>Eugenio Vassallo</td><td>Ordinario</td><td>IUAV</td></tr>
<tr><td>Antonella Cecchi</td><td>Associato</td><td>IUAV</td></tr>
<tr><td>Emilio Meroi</td><td>Associato</td><td>IUAV</td></tr>
<tr><td>Anna Saetta</td><td>Associato</td><td>IUAV</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">AT1-1.1a.1c</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste per l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT1-1.1a.1c: Criteri metodologici e procedure per la valutazione di vulnerabilità sismica di aggregati edilizi

Nella prima fase della ricerca si intende pervenire alla definizione delle modalità di lettura degli aggregati ai fini dell’individuazione di unità edilizie “di minima” su cui applicare procedure di valutazione di vulnerabilità assimilabili a quanto previsto dal “DPCM 12 ottobre 2007. Riduzione e prevenzione del rischio sismico del patrimonio culturale”, in merito alla determinazione dell’Indice di sicurezza sismica Is, o comunque appartenenti all’ambito della valutazione del rischio di tipo territoriale. L’analisi dell’aggregato prende origine dall’applicazione della lettura stratigrafica degli alzati, ai fini della definizione delle trasformazioni-accrescimenti, e della lettura e restituzione dei rapporti costruttivi per l’individuazione di relazioni macrostratigrafiche. La restituzione delle sequenze costruttive dell’aggregato e l’individuazione dei rapporti sarà utilizzata per eseguire valutazioni di vulnerabilità sismica mediante analisi numeriche che consentiranno di stabilire i parametri – e le qualità costruttive – in grado di condizionare i modelli di valutazione. La possibilità di confronto tra l’analisi del danno svolta sull’unità costruttiva e le risposte dei modelli adottati contribuiranno alla definizione di protocolli di analisi speditiva e di valutazione di vulnerabilità degli aggregati applicabili a livello territoriale e propedeutici alla definizione di modelli di livello superiore.
Nello specifico, con riferimento all’aspetto numerico, si intende affrontare lo studio e lo sviluppo di procedure per la valutazione di vulnerabilità sismica degli edifici in muratura appartenenti ad aggregati edilizi utilizzando modelli di diverso grado di accuratezza. Si valuteranno le possibilità ed i limiti di applicazione di modelli ad elementi finiti o ad elementi discreti, per verificare l’attendibilità delle ipotesi formulate, indagando anche la possibilità di utilizzare, per situazioni critiche e su zone limitate, analisi basate su tecniche di micro-macro modellazione.
In particolare si prevede di eseguire uno studio parametrico che tenga conto della variazione di alcune caratteristiche significative degli elementi costituenti</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">l'aggregato sulle modalità di valutazione della vulnerabilità sismica, ad esempio analizzando l'influenza dei rapporti costruttivi sulle condizioni di vincolo da utilizzare nei diversi modelli. Tale studio potrà, inoltre, essere di supporto nell'individuazione di quali siano gli elementi costruttivi in grado di condizionare il comportamento dei singoli edifici e dell'aggregato nel suo complesso.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Prodotti di cui è responsabile l'UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1a.1c</td><td>Definizione degli elementi morfologici in grado di evidenziare le unità edilizie minime</td><td>12 – cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1a.1c</td><td>Protocollo di acquisizione e restituzione delle trasformazioni costruttive e dei rapporti macrostratigrafici</td><td>24 – cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1a.1c</td><td>Applicazione sperimentale di modelli numerici e validazione dei fattori di sensitività individuati</td><td>24 – cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1a.1c</td><td>Raccomandazioni per la valutazione dell'indice di sicurezza sismica di aggregati edilizi</td><td>36 – cartaceo</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1a.1c</td><td colspan="2">1. Faccio P., Foraboschi P., S. Fosca e S. Maria Assunta a Torcello (Venezia): ricostruzione di una possibile storia meccanica, In: "Metodi e criteri di salvaguardia e valorizzazione del patrimonio culturale Torcello: azione pilota sperimentale", Edizioni "Il Poligrafo" 2002, pp.131-202
2. Faccio P., Chiffi D., Vanin A., Experimental tests for the study of the structural behaviour of the damaged venetian buildings, in "Scientific Research and Safeguarding of Venice", 2006" - Corila Research Programme 2004/2006, 2005 results Vol. V
3. Faccio P., Brogiolo GP., Stratigrafia e prevenzione, Atti del convegno Archeologia dell'Architettura: temi e prospettive di ricerca, Gavi 23-25 settembre 2010.
4. Faccio P., alcune considerazioni sul rapporto tra analisi strutturale ed analisi stratigrafica, atti convegno Conoscenza e Restauro, Vittorio Veneto 16 aprile 2010
5. Cecchi A., Sab K. A Homogenized Love-Kirchhoff Model for Out-of-Plane Loaded Random 2D lattices. Application to Brickwork Panels, Int. J. of Solids and Structures, Vol. 46, n 14-15, pp. 2907-2919, 2009,
6. Cecchi A., Sab K. Discrete and continuous models for in plane loaded random elastic brickwork. European Journal of Mechanics A-Solids, 28, pp. 610-625, 2009
7. Cecchi A., Milani G. A kinematic limit analysis model for thick English bond masonry walls, Int. J. of Solids and Structures. vol. 45, pp. 1302-1311, 2008.
8. Berto L., Saetta A., Scotta R., Vitaliani R., Shear behaviour of masonry panel: parametric FE analyses, Int. J. of Solids and Structures, vol. 41, n. 16-17, pp. 4383-4405, 2004
9. Berto L., Saetta A., Scotta R., Vitaliani R., An orthotropic damage model for masonry structures, Int. J. for Numerical Methods in Engineering, Vol. 55 n. 2 pp. 127-157, 2002</td></tr>
</table>

Scheda UR UNIBG

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIBG-DPT, Università degli Studi di Bergamo</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Progettazione e Tecnologie (DPT), Università degli Studi di Bergamo, viale Marconi, 5 - 24044 Dalmine (BG), Tel. 035.205.2307, Fax. 035.205.2377</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Giulio Mirabella Roberti</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Giulio Mirabella Roberti</td><td>professore associato</td><td>DPT</td></tr>
<tr><td>Egidio Rizzi</td><td>professore ordinario</td><td>DPT</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT1-1</td><td colspan="2">1b</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 1.1.1b Sperimentazione in laboratorio e in sito di strutture in muratura.
Conoscenza della costruzione, indagini in sito
a) Validazione di prove a taglio “poco distruttive” con l’uso di martinetti piatti mediante sperimentazione in laboratorio e confronto con prove in situ: sperimentazione con due tagli verticali paralleli e due martinetti piatti sfalsati, con ottimizzazione della geometria dei martinetti e della posizione delle basi di misura estensimetrica.
b) Simulazione numerica dello stato tenso-deformativo indotto nella prova e individuazione delle grandezze significative; ottimizzazione delle modalità di prova (scelta di distanza e profondità di taglio e della posizione delle basi di misura).
Si prevedono prove su prototipi di pannelli di muratura in mattoni pieni e malta di calce idraulica soggetti a differenti livelli di carico verticale. Le prove si svolgeranno presso il laboratorio della Facoltà di Ingegneria dell’Università degli Studi di Bergamo.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>Modellazioni numeriche per l’interpretazione di prove sperimentali a taglio con martinetti piatti:confronti tra differenti modalità operative</td><td>18 – cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>Proposta di prova poco distruttiva per la determinazione di resistenza e deformabilità a taglio in sito della muratura in mattoni.</td><td>36 – cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>AT1- Task 1.1.1b</td><td colspan="2">1. F.Doglioni, G.Mirabella Roberti, 2003. Prove sperimentali speditive e valutazioni di vulnerabilità delle murature, in Monumenti & Terremoti – Nuove esperienze di analisi di vulnerabilità/pericolosità sismica, MiBAC – ICR, Roma
2. F.Doglioni, G.Mirabella Roberti, 2004. Valutazione speditiva della vulnerabilità sismica di murature in pietra: un caso studio, in L’Ingegneria sismica in Italia, atti dell’XI Convegno ANDIS, Genova, Cd-rom ANIDIS, pubbl.H1-06.
3. F.Doglioni, G.Mirabella-Roberti, M.Bondanelli, Definizione della Linea del Minimo Tracciato come elemento per la qualifica dell'ingranamento nel piano e</td></tr>
</table>

		fuori dal piano, Prodotto finale Linea 1, progetto Reluis, 2009. *4.* G.Mirabella-Roberti, P.Riva, A.Cardaci, La chiesetta di Santa Maria degli Angeli a Civita di Bagno: effetti di vecchi e nuovi presidii, in Atti del Convegno *Sicurezza e conservazione nel recupero dei beni culturali colpiti da sisma*, Venezia 2010.

Scheda UR UNIBS

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIBS, Università degli Studi di Brescia</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio e Ambiente, Via Branze 43 – 25123 Brescia, tel. 0303711283-0303711285, fax. 0303711312</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Ezio Giuriani</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Ezio Giuriani</td><td>Professore Ordinario</td><td>DICATA</td></tr>
<tr><td>Piero Gelfi</td><td>Professore associato</td><td>DICATA</td></tr>
<tr><td>Egidio Marchina</td><td>Ricercatore</td><td>DICATA</td></tr>
<tr><td>Alessandra Marini</td><td>Ricercatore</td><td>DICATA</td></tr>
<tr><td>Giovanni Metelli</td><td>Ricercatore</td><td>DICATA</td></tr>
<tr><td>Marco Preti</td><td>Ricercatore</td><td>DICATA</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT1-1</td><td colspan="2">1b</td></tr>
<tr><td>AT-2</td><td colspan="2">1.4</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT1-1.1b
Quale prosecuzione degli studi su diaframmi di piano e coperture scatolari, sarà analizzato il ruolo della deformabilità dei diaframmi di piano e falda sul dondolio di pareti perimetrali e sulla deformabilità a taglio delle volte in muratura. Contestualmente verrà verificata l’efficacia di diaframmi sottili in malta di calce armati con rete in fibre di vetro e di diaframmi sottili in FRC mediante prove a taglio su pannelli in scala reale. Verranno messi a punto modelli analitici per il dimensionamento delle connessioni diaframma-parete e verrà completato lo studio sperimentale sul comportamento ciclico delle connessioni con particolare riferimento ai collegamenti tra copertura scatolare e murature realizzati con ancoraggi profondi.
Relativamente al comportamento sismico di strutture voltate in muratura, verrà proseguito lo studio sperimentale del rocking di archi diaframma soggetti ad azioni orizzontali, finalizzato alla validazione di un modello analitico semplificato sviluppato per la verifica della vulnerabilità sismica di queste strutture. A tale fine verrà realizzato un arco diaframma in muratura in scala 1:2. Contestualmente verranno approfonditi i temi del rocking differenziale di archi diaframma adiacenti e della conseguente deformazione a taglio delle volte, ed il tema della flessione differenziale delle lunette. Infine sarà messa a punto una tecnica innovativa di irrigidimento delle volte in folio mediante costoloni alleggeriti con anima di polistirolo e rivestimento di malta di calce armato con rete di fibre di vetro. La tecnica sarà verificata mediante prove a flessione di costoloni soggetti a carichi ciclici non simmetrici.
Task AT-2-1.4
In merito allo studio del comportamento sismico di strutture in legno realizzate con pannelli xlam, saranno affrontate le seguenti tematiche:
(1) studio analitico-sperimentale per la caratterizzazione delle proprietà meccaniche a flessione fuori piano e a taglio nel piano di pannelli in legno lamellare incrociato incollato utilizzati per la realizzazione di pareti e/o impalcati di edifici multipiano;
(2) studio analitico-sperimentale sulla rigidezza, resistenza e capacità dissipative di sistemi di connessione per la realizzazione di pareti e diaframmi di piano con comportamento dissipativo; in particolare verranno confrontate diverse soluzioni realizzate con flange o angolari metallici e viti autofilettate, che consentono il collegamento dissipativo a taglio tra pannelli XLAM. Sarà possibile definire delle linee guida per le modalità di prova per le unioni più significative proposte dai produttori;</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>1. Analisi del ruolo della deformabilità dei diaframmi</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
</table>

	Task AT1-1.1b	*2. Tecniche per la realizzazione dei collegamenti tra diaframmi di piano o di falda e murature e modelli analitici per il dimensionamento*	*36 – Cartaceo*
	Task AT1-1.1b	*- Modello per l'analisi della vulnerabilità sismica dei sistemi voltati e degli archi diaframma.*	*36 – Cartaceo*
	Task AT1-1.1b	*- Nuova tecnica per la formazione di diaframmi di piano.*	*36 – Cartaceo*
	Task AT1-1.1b	*- Nuova tecnica per il rinforzo sismico di volte in foglio.*	1. *– Cartaceo*
	Task AT2-1.4	*- Analisi delle proprietà meccaniche dei pannelli XLAM. Ricerca bibliografica e di mercato sulle tecniche per la realizzazione dei collegamenti tra pannelli XLAM.*	*12– cartaceo*
	Task AT2-1.4	*- Modello teorico e sperimentale per la valutazione della resistenza, rigidezza e capacità dissipative delle unioni più significative*	*24– cartaceo*
	Task AT2-1.4	*- Linee guida per l'esecuzione di prove di controllo dei diversi sistemi di connessione tra pannelli XLAM*	*36– cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task AT1-1.1b	- *E. Giuriani, A. Marini. 2008. Wooden roof box structure for the anti-seismic strengthening of historic buildings. Journal of Architectural Heritage: Conservation, Analysis and Restoration. ISSN 1558-3058 Vol.2(3) Pag. 226-246.* - *E. Giuriani, A. Marini. 2008. Experiences from the Northern Italy 2004 earthquake: vulnerability assessment and strengthening of historic churches. Invited paper. VI International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions SAHC 2008. 2-4 July, Bath, England. pag. 13-24. Ed. Taylor and Francis, London, UK. ISBN 978-0-414-46872-5.* - *E. Giuriani, A. Marini, C. Porteri, M. Preti. Seismic vulnerability of churches associated to transverse arch rocking. International Journal of Architectural Heritage: Conservation, Analysis and Restoration. 3:1-24, 2009. Ed. Taylor and Francis Group, LLC. ISSN:1558-3058.* - *L. Ferrario, A.Marini, P.Riva, E.Giuriani. 2009. Traditional and Innovative Techniques for the Seismic Strengthening of Barrel Vaulted Structures Subjected to Rocking of the Abutments. ATC-SEI Conference on Improving the Seismic Performance of Existing Buildings and Other Structures. San Francisco, California, December 9 -11, 2009.* - *A. Marini, C. Zanotti, S. Cominelli, A. Gasparotti & E. Giuriani. 2009. Strengthening of wooden floors by means of improved lime mortar slab. PROHITECH'09 21-24 June - Roma.*	
	Task AT2-1.4	*E. Giuriani, A. Marini. 2008. Wooden roof box structure for the anti-seismic strengthening of historic buildings. Journal of Architectural Heritage: Conservation, Analysis and Restoration. ISSN 1558-3058 Vol.2(3) Pag. 226-246.* *E. Giuriani, A. Marini. 2008. Experiences from the Northern Italy 2004 earthquake: vulnerability assessment and strengthening of historic churches. Invited paper. VI International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions SAHC 2008. 2-4 July, Bath, England. pag. 13-24. Ed. Taylor and Francis, London,*	

		UK. ISBN 978-0-414-46872-5. *GIURIANI E., A. MARINI, G. PLIZZARI (2005). Experimental behaviour of stud connected wooden floors undergoing seismic action. Restoration of Buildings And Monuments, vol. 11; p. 3-24, ISSN: 1864-7251* *GELFI P, GIURIANI E. (2003). Influence of Slab-Beam Slip on the Deflection of Composite Beams. Internationale Zeitschrift Für Bauinstandsetzen Und Baudenkmalpflege, vol. 9 n.5; p. 475-490* *GELFI P., GIURIANI E., MARINI A. (2002). Stud Shear Connection Design for Composite Concrete Slab and Wood Beams. Journal of Structural Engineering-ASCE, vol. 128 n. 12; p. 1544-1550, ISSN: 0733-9445*

Scheda UR UNICT

Affiliazione principale	*UR - UNICT-DICA, Università degli Studi di CATANIA*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA), Università degli Studi di Catania, via A. Doria 6, 95125, Catania, Tel. 095 7382255, Fax. 095 7382249*		
Coordinatore dell'unità	*Ivo Caliò*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Caliò Ivo	Professore Associato	DICA
	Caddemi Salvatore	Professore Ordinario	DICA
	Greco	Annalisa	DICA
	Marletta Massimo	Assegnista di Ricerca	DICA
	Pantò Bartolomeo	Dottore di Ricerca	DICA
	Cannizzaro Francesco	Dottorando di Ricerca	DICA
	Liseni Sandro	Dottorando di Ricerca	DICA
	Rapicavoli Davide	Dottorando di Ricerca	DICA
	Intelisano Marco	ingegnere	DICA
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	AT1-1	1b	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task:	**Task AT-1.1.1b** Allo stato attuale l'Unità di Catania dispone di numerosi dati relativi ad indagini in situ su diverse tipologie murarie tipiche della Sicilia e della Calabria, alcune di queste indagini sono relative ad una prova di scorrimento con martinetto piatto introdotta quale nuova metodologia di prova nell'ambito del primo progetto triennale RELUIS. Nell'ambito delle attività condotte in questo sub task si intende arricchire il database di informazioni di cui si dispone attraverso ulteriori indagini, alcune delle quali saranno effettuate in Abruzzo nei territori colpiti dal sisma del 2009. Verrà inoltre verificata l'applicabilità di ulteriori metodologie di indagine in situ anche attraverso il confronto con altre metodologie note. L'obiettivo principale della ricerca che si intende condurre è quello di individuare nuove strategie di indagine in situ, generalmente condotte con martinetti piatti, orientate alla stima delle caratteristiche di resistenza a taglio della muratura. Accanto all'attività sperimentale ci si propone l'applicazione di diversi approcci di modellazione per la simulazione numerica della risposta dei prototipi di edifici soggetti alle prove dinamiche effettuate presso il laboratorio Eucentre.		
Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	T-1.1.1b	*Report sulle prove in sito con martinetti piatti con indicazione delle specifiche di prova riferite a nuove tipologie di indagine e validazione numerica agli elementi finiti. Database di dati disponibili e acquisiti e confronto e correlazione tra le diverse modalità di prova*	*36 – Cartaceo* *36 - Elettronico*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	T-1.1.1b	1. *Caliò I. (2009a). "La prova di scorrimento con martinetto piatto: specifiche di prova", ReLUIS 3rd year report, Annex 3.b.3-UR14-1.* 2. *Caliò I. (2009b). "La prova di scorrimento con martinetto piatto: applicazione", ReLUIS 3rd year report, Annex 3.b.3-UR14-2.* 3. *Caliò I. (2009c). "La prova di scorrimento con martinetto piatto: validazione sperimentale e numerica", ReLUIS 3rd year report, Annex 3.b.3-UR14-3.* 4. *Caliò I., Marletta M., Pantò B. (2008). "A discrete-element approach for the evaluation of the seismic*	

		response of masonry buildings", Proc. 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing (China), October 12-17 2008. 5. *Caliò I. (2009). "Report Progetto Tre.Re.M: simulazione dei risultati sperimentali attraverso diversi modelli di analisi", ReLUIS final deliverable, Annex PF-4.4-UR14.*

Scheda UR UNIFE

Affiliazione principale	*EnDiF. Dipartimento di Ingegneria, Università di Ferrara*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria (EnDiF), Università degli Studi di Ferrara, via Savonarola 9, 44100, Ferrara, Tel. 0532974800,, Fax.0532974870*		
Coordinatore dell'unità	*Antonio Tralli*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Tralli Antonio	P.O.	*EnDiF*
	Aprile Alessandra	Ricercatore	*EnDiF*
	Benvenuti Elena	Ricercatore	*EnDiF*
	Antonella Cecchi	P.A.	*IUAV (Venezia)*
	Milani Gabriele	Ricercatore	*DIS PoliMi*
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	1	AT1-1.1a.1b	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task:	**Task AT1-1.1a.1b:**Titolo della ricerca : Aspetti critici della modellazione di costruzioni in muratura *Nell'ambito più generale del settore" Analisi e verifica di costruzioni in muratura" l'unità di ricerca persegue i seguenti obiettivi:* *1-Validazione e confronto dei modelli disponibili per la simulazione allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV) di edifici in muratura non in aggregato . In particolare migliorare la modellazione di alcuni specifici elementi quali: Fasce di piano, effetto dei rinforzi in FRP.L'unità di ricerca di Ferrara ha già, per quanto riguarda strutture isolate in muratura,presentato un confronto critico fra i programmi disponibili (5) e ne risulta che l'utilizzo di essi per l'analisi di push-over oltre a presentare i limiti sopra indicati richiede un utilizzo consapevole da parte di tecnici competenti. In questo contesto l'unità di ricerca ha sviluppato programmi di calcolo in grado di svolgere l'analisi limite di interi edifici in muratura (1,2) che possono essere utilizzati come elemento di confronto delle analisi di push-over.* *2-Il comportamento fuori dal piano delle pareti e delle strutture voltate è sicuramente caratterizzato dalla localizzazione della dissipazione lungo le linee di frattura. Ciò suggerisce che sia possibile modellarne il comportamento , sia sotto carichi statici che dinamici, con modelli che incorporino questa caratteristica .L'Unità di ricerca di Ferrara ha recentemente studiato il comportamento allo stato limite ultimo di perdita dell'equilibrio di queste strutture (3,4)e ha intenzione di sviluppare programmi per l'analisi push-over di esse; programmi particolarmente utili per l'analisi di edifici monumentali per cui sono ovvie le limitazioni dei codici esistenti.*		
Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	T1-1.1a.1b	*Validazione e confronto dei modelli Modelli a dissipazione concentrata su linee*	*24 – cartaceo 36- software*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	T1-1.1a.1b	1. *G. MILANI, P. LOURENCO, A. TRALLI " Homogenised limit analysis of masonry walls . Part I :Failure surfaces" pp166-180 Part II: Structural examples"pp181-195, COMPUTERS & STRUCTURES, vol. 84, 2006* 2. *G. MILANI, P. LOURENCO, A. TRALLI "3D homogenized limit analysis of masonry buildings under horizontal loads" ENGINEERING STRUCTURES ,vol29, n11, pp.3134-3148,2007.* 3. *G. MILANI, F.A. ZUCCARELLO, R.S. OLIVITO, A. TRALLI "Heterogeneous upper-bound F.E. limit analysis of masonry walls out-of-plane loaded" COMPUTATIONAL MECHANICS, vol.40, n. 6, pp.911-931, 2007.* 4. *E. MILANI, G. MILANI, A. TRALLI "Limit analysis of masonry*	

		vaults by means of curved finite elements and homogenization" INT. J. SOLIDS & STUCTURES (IJSS) vol. 45, n. 20, pp.5258-5288, 2009 5. *BUCCHI, A. APRILE, A. TRALLI " Analisi pushover di costruzioni in muratura con codici di calcolo commerciali: problematiche a confronto" XIII convegno ANIDIS , Bologna 2009*

Scheda UR DICeA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR10 – DICeA, Università degli Studi Firenze</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università degli Studi di Firenze
Via di Santa Marta 3, 50139 Firenze, Telefono 055 4769212, Fax 055 495333</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Andrea Vignoli</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Andrea Vignoli</td><td>Ordinario</td><td>DICeA</td></tr>
<tr><td>Andrea Borghini</td><td>Dottorando</td><td>DICeA</td></tr>
<tr><td>Emanuele Del Monte</td><td>Assegnista</td><td>DICeA</td></tr>
<tr><td>Barbara Ortolani</td><td>Assegnista</td><td>DICeA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT1-1</td><td colspan="2">1b</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste dall’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT1-1.1b
1) Conoscenza della costruzione, indagini in sito
a. Sperimentazione e diagnostica in sito – muratura
b. Sperimentazione di laboratorio – muratura
2) Valutazione sperimentale dell’efficacia di interventi di miglioramento sismico
a. Sperimentazione e diagnostica in sito – muratura
b. Sperimentazione di laboratorio – muratura
ricerca ha come scopo principale la valutazione delle caratteristiche meccaniche di murature di pietrame e laterizio di caratteristiche simili, per tessitura e materiali, alle murature presenti nelle zone della provincia de L'Aquila in vista degli interventi di consolidamento.
d. Raccolta dei dati a disposizione sulle caratteristiche meccaniche delle murature e dei suoi componenti; nel caso della muratura i dati sono quelli provenienti da prove in-situ; nel caso dei componenti i dati sono quelli provenienti da prove in-situ o in laboratorio condotte su campioni prelevati in-situ.
e. Raccolta dei dati ottenuti dai saggi su prospetti e sezioni murarie.
f. Elaborazione dei dati in maniera da avere per ciascuna muratura indagata un’informazione il più completa possibile (scheda prospetto, scheda sezione, prove non distruttive e distruttive sul pannello, prove in-situ e in laboratorio sui componenti).
g. Integrazione dei dati con prove in-situ e in laboratorio (prove di compressione, prove di taglio-compressione, prove di compressione diagonale), su pannelli senza rinforzo e poi rinforzati mediante tecniche innovative (betoncino armato con fibre di acciaio inossidabile, FRP e/o fibre di iuta).</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>Rapporto di raccolta dei dati disponibili e dei risultati del programma sperimentale integrativo</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
</table>

	Task	Citazione
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task AT1-1.1b**	1. E. DEL MONTE, B. ORTOLANI, L. GALANO, A. VIGNOLI (2008). *Structural identification of existing masonry buildings*, RILEM Pubblications S.A.R.L. Varenna (Italy), pp. 903-912. 2. E. DEL MONTE, A. VIGNOLI (2008). *In situ mechanical characterization of the mortar in masonry buildings with DRMS*, RILEM Pubblications S.A.R-L. Varenna (Italy), pp. 421-430. 3. M. CORRADI, A. BORRI, A. VIGNOLI (2003). *Experimental study on the determination of strenght of masonry walls*, CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS, vol. 17, pp. 325-337. 4. M. CORRADI, A. BORRI, A. VIGNOLI (2002). *Strengthening techniques tested on masonry structures struck by the Umbria-Marche earthquake of 1997-1998*, CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS, vol. 16, pp. 229-239. 5. A. BORRI, M. CORRADI, A. VIGNOLI. (2001). *Seismic upgrading of masonry structures with FRP*, Proceedings of the 7th International Conference on Inspection, Appraisal, Repairs & Maintenance of Buildings & Structure, Nottingham (England), pp. 43-54. 6. A. BORRI, M. CORRADI, A. VIGNOLI (2000). *Tecniche di rinforzo delle murature: risultati di sperimentazioni eseguite su edifici interessati dal sisma umbro-marchigiano del 1997-98*, L'EDILIZIA, pp. 38-47.

Scheda UR UNIGE-a

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR UNIGE-a, DICAT, Università degli Studi di Genova</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni, dell’Ambiente e del Territorio (DICAT)
Via Montallegro 1, 16145, Genova
Tel. 010 3532378; Fax. 010 3532534</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Sergio Lagomarsino</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Sergio Lagomarsino</td><td>Ordinario</td><td>DICAT</td></tr>
<tr><td>Serena Cattari</td><td>Assegnista di ricerca</td><td>DICAT</td></tr>
<tr><td>Chiara Calderini</td><td>Assegnista di ricerca</td><td>DICAT</td></tr>
<tr><td>Michela Rossi</td><td>Assegnista di ricerca</td><td>DICAT</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">AT1-1.1a.2a</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">AT1-1.1a.3d</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT1-1.1a.2a:
Nel triennio si prevede di analizzare la validità dei metodi di analisi e verifica dei meccanismi locali proposti nelle recenti normative sismiche italiane. In particolare un primo aspetto che sarà analizzato è quello della valutazione del moltiplicatore di attivazione e della capacità limite di spostamento nel caso di pareti reali, che non possono essere considerate come corpi rigidi.
Un secondo aspetto è quello della risposta dinamica del blocco oscillante; la norma attuale prevede di assimilarlo ad un sistema lineare equivalente, con periodo secante definito su uno spostamento minore di quello ultimo, ma esistono alternative. Merita approfondimento lo studio dello smorzamento equivalente, da utilizzare nelle procedure che usano lo spettro di risposta. Attraverso analisi dinamiche non lineari (modello di Housner, oscillatori elastici-non lineari) si valuterà quanto anche una limitata elasticità possa rendere maggiormente stabile la risposta dinamica. Si prevede anche l’esecuzione di prove dinamiche su una piccola tavola vibrante.
n ultimo aspetto è quello della risposta dei meccanismi locali posti ad una certa altezza, che risultano eccitatati non dal moto sismico alla base ma da quello filtrato dalla costruzione. La normativa propone un metodo derivato dallo studio delle appendici strutturali in sistemi lineari. Si prevedono analisi parametriche, al fine di comprendere i risultati forniti dal metodo al variare dei diversi parametri della struttura e del macroelemento. Le situazioni più critiche saranno quindi analizzate con modelli ad elementi finiti di dettaglio, per verificare l’attendibilità del metodo.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Task AT1-1.1a.3d:
Si effettueranno una serie di analisi parametriche per comprendere l’influenza delle scelte insite nel procedimento di verifica proposto dalla normativa: nodo di controllo, distribuzione delle forze, definizione della capacità ultima di spostamento. Tali scelte possono portare a risultati molto diversi, nel caso di edifici irregolari, complessi o con solai flessibili. Per quanto riguarda il nodo di controllo, scegliere questo in una parete caratterizzata da un maggiore o minore danneggiamento porta ad attribuire all’edificio maggiori o minori capacità di spostamento; lo stesso avviene scegliendo il nodo di controllo a piani diversi della costruzione. Appare quindi necessario definire un criterio univoco per la scelta del nodo di controllo, da validarsi con analisi dinamiche non lineari. La scelta della distribuzione di forze è determinante, in quanto quella rappresentativa della prima forma modale può risultare completamente inattendibile in presenza di solai flessibili. Anche su questo aspetto saranno eseguiti confronti tra diverse situazioni, attraverso un’ampia analisi parametrica. Infine, la definizione della capacità ultima di spostamento dell’edificio a partire dalla risposta globale (riduzione del 20%) può funzionare per edifici compatti, di modeste dimensioni e con solai abbastanza rigidi. Nel caso invece di edifici grandi, un decadimento del 20% si potrebbe verificare quando intere pareti sono ormai giunte a collasso. Attraverso un’analisi parametrica si intende proporre un approccio multicriterio per la definizione degli stati limite ultimo e di danno (tra l’altro le NTC 2008 introducono due stati limite ultimi – SLV e SLC – e non è chiaro come questi siano distinti e definiti).</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">Task 2.4:
1. Selezione dei casi studio. Esempi di strutture miste muratura-cemento armato saranno inclusi nei casi studio.
2. Esecuzione di analisi non lineari (sui casi studio definiti e quelli sperimentali selezionati per la validazione) con diversi approcci di modellazione (ad elementi finiti, mediante l'uso di opportuni legami costitutivi non lineari, e secondo l'approccio a telaio equivalente).
3. Definizione degli stati limite di deformazione. Particolare attenzione sarà posta non solo alla definizione dei limiti di deformazione alla scala del singolo elemento strutturale (ad esempio, maschi e fasce) ma anche a quella degli stati limite sulla curva di capacità rappresentativa della risposta dell'intera struttura.
4. Valutazione dei casi studio secondo approcci tradizionali basati alle forze e approcci basati agli spostamenti. Particolare attenzione sarà posta anche al confronto dei risultati ottenibiili dall'impiego di questi due approcci nella valutazione dell'efficacia di alcune tecniche di intervento di rinforzo.
5. Miglioramenti specifici dell'approccio agli spostamenti. Particolare attenzione sarà posta, oltre che ai metodi di valutazione e modellazione della risposta globale, anche a quelli per la valutazione dei meccanismi locali (con riferimento, nello specifico, all'uso del metodo di verifica dell'analisi cinematica non lineare).</td></tr>
<tr><td rowspan="10">Prodotti di cui è responsabile l'UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1a.2a</td><td>Raccomandazioni per la definizione del meccanismo locale, tenendo conto della qualità muraria</td><td>24 - cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1a.2a</td><td>Validazione del metodo di verifica attraverso l'analisi cinematica non lineare e lo spettro di capacità</td><td>36 - cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1a.2a</td><td>Analisi di meccanismi locali posti a diverse quote nella costruzione</td><td>36 - cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1a.3d</td><td>Report contenente i risultati di un'ampia analisi parametrica su edifici in muratura irregolari, analizzati con analisi statica e dinamica non lineare</td><td>24- cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1a.3d</td><td>Proposte di aggiornamento della norma in merito ai criteri di verifica di edifici in muratura irregolari, complessi o con solai flessibili</td><td>36 - cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.4</td><td>Definizione di limiti di deformazione per le strutture in muratura</td><td>12 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.4</td><td>Espressioni per lo smorzamento equivalente per le strutture in muratura</td><td>24 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td></td><td>Linee guida per la valutazione di strutture in muratura</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td></td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">1. LAGOMARSINO S., RESEMINI S. (2009). The Assessment of Damage Limitation State in the Seismic Analysis of Monumental Buildings. EARTHQUAKE SPECTRA, vol. 25, No 2, pp. 323-346.
2. RESEMINI S, LAGOMARSINO S., CAUZZI C (2008). Dynamic Response of Rocking Masonry Elements to Long Period Strong Ground Motion. In: 14th World Conference on Earthquake Engineering. Beijing, China, 12-17 October 2008, vol. CD Rom, p. ID 05-01-0499
3. CURTI E, LAGOMARSINO S., PODESTÀ S (2007). Dynamic models for the seismic analysis of ancient bell towers. In: Structural Analysis of Historical Constructions. New Delhi, India, 6-8 November 2006MacMillan, vol. 2, p. 1067-1074, ISBN/ISSN: 978-</td></tr>
</table>

		1403-93156-6
	Task AT1-1.1a.3d	4. Lagomarsino S., Cattari S. (2009). Non linear seismic analysis of masonry buildings by the equivalent frame model. 11° D-A-CH Conference: Masonry and earthquak es, Zurich, 10-11 September 2009, pp. 85-100. ISBN 978-3-03732-021-1. 5. Galasco A., Lagomarsino S., Penna A. 2006. On the use of pushover analysis for existing masonry buildings. Proc. of the 13th European Conference on Earthquake Engineering, Geneva (CH), 3-8 September 2006, ID 1080
	Task 2.4	1. *Calderini C, Cattari S, Lagomarsino S. (2009).* "In-plane strength of unreinforced masonry piers". *Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 38(2).* 2. *Calderini C, Lagomarsino S. (2008). "A continuum model for in-plane anisotropic inelastic behaviour of masonry". Journal of Structural Engineering – ASCE ; 134(2).* 3. *Cattari S., Lagomarsino S. (2006). "Non linear analysis of mixed masonry and reinforced concrete buildings". Proc. of the 13th European Conference on Earthquake Engineering, Geneva (CH), 3-8 September 2006, ID 927.* 4. *Lagomarsino S., Cattari S. (2009) "Non linear seismic analysis of masonry buildings by the equivalent frame model", Proc. of 11th D-A-CH Conference, 10-11 September 2009, Zurich, (invited paper), Documentation SIA D 0231, ISBN 978-3-03732-021-1.* 5. *Lagomarsino S., Resemini S. (2009). "The Assessment of Damage Limitation State in the Seismic Analysis of Monumental* Buildings". Earthquake Spectra, vol. 25, No 2, pp. 323-346.

Scheda UR DICAM

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR –DICAM, Università degli Studi di Bologna</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali (DICAM), Università degli Studi di Bologna, viale Risorgimento 2, 40136 Bologna. Tel:051-2093237</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Marco Savoia</td></tr>
<tr><td rowspan="12">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Marco Savoia</td><td>Prof. Ordinario</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Claudio Mazzotti</td><td>Prof. Associato</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Loris Vincenzi</td><td>Ricercatore</td><td>DIMeC - Uni Modena e R. Emilia</td></tr>
<tr><td>Marina Bottoni</td><td>Ricercatore</td><td>EDF - Parigi</td></tr>
<tr><td>Barbara Ferracuti</td><td>Assegnista</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Nicola Buratti</td><td>Assegnista</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Marco Bovo</td><td>Assegnista</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Francesco Ubertini</td><td>Prof. Ordinario</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Stefano De Miranda</td><td>Ricercatore</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Roberto Scotta</td><td>Ricercatore</td><td>Dip Costr. e Trasporti – Univ Padova</td></tr>
<tr><td>Anna Saetta</td><td>Prof. Associato</td><td>IUAV - Venezia</td></tr>
<tr><td>Gianluca Antonioni</td><td>Ricercatore</td><td>DICMA - UniBO</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 1.1.2 - Strutture in cemento armato ordinarie e prefabbricate (esistenti)
Subtask 2
1. Modellazione non lineare di strutture esistenti in c.a., con particolare riferimento alla corretta valutazione della capacità deformativa ultima con modelli lumped e a fibre, anche considerando l’effetto del danno per taglio.
2. Metodi di tipo push-over per strutture irregolari in pianta, validazione mediante confronto statistico con analisi dinamiche non lineari.
3. Affidabilità delle costruzioni esistenti, con riferimento alle incertezze nella definizione delle caratteristiche dell’azione sismica (accelerogrammi naturali ed artificiali) e dei materiali (acciaio e calcestruzzo).
Subtask 8
1. Strategie per la definizione degli interventi di adeguamento sismico in strutture esistenti in c.a. (interventi di tipo locale e globale) e criteri di verifica mediante analisi statiche non lineari, con validazione mediante applicazione a casi di studio.

Task 1.1.1
Beni culturali
2. Consolidamento di costruzioni in muratura: metodologie sperimentali non distruttive (indagini soniche, impact – echo) per la verifica dell’efficacia degli interventi di consolidamento mediante iniezioni, e per la pianificazione dei controlli di esecuzione degli interventi.
3. Tecniche di rilievo architettonico e strutturale di strutture murarie complesse, con particolare riferimento agli edifici vincolati ed ai beni architettonici..

Task 2.2.3 IMPIANTI INDUSTRIALI
1. Definizione di procedure evolute per la valutazione del rischio industriale nei riguardi di eventi sismici e definizione di criteri di progetti di tali impianti che tengano in considerazione tali problematiche fin dalle fasi iniziali di definizione dell’impianto.
2. Valutazione delle conseguenze dei rilasci di sostanze stoccate dovute agli scenari accidentali che seguono la perdita di contenimento a causa di eventi sismici (incendi, rilasci tossici, contaminazione ambientale, etc). considerando più di un evento di perdita di contenimento contemporaneo e le possibili interazioni tra di essi.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.2</td><td>Criteri per la modellazione non</td><td>24 – Report cartaceo</td></tr>
</table>

		lineare delle strutture irregolari.	
	Task 1.1.2	*Casi di studio riguardanti strategie di adeguamento sismico di costruzioni esistenti (report con altre U.O.)*	*36 – Report cartaceo*
	Task 2.3.1	*Protocollo per la esecuzione di indagini non distruttive su murature soggette a consolidamento mediante iniezioni*	*24 - Report cartaceo*
	Task 2.2.3	*Protocollo per la conduzione di verifiche di sicurezza sismica di impianti industriali*	*36 – Report cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 2.3.1	1. Ferracuti B., Pinho R., Savoia M., Francia R. (2009). Verification of Displacement-based Adaptive Pushover through multi-ground motion incremental dynamic analyses. Engineering Structures. vol. 31, pp. 1789 - 1799 2. Buratti N., Ferracuti B., Savoia M. (2010). Response Surface with random factors for seismic fragility of reinforced concrete frames. Structural Safety, vol. 32; p. 42 - 51. 3. Ferracuti B., Savoia M., Pinho R. (2008). Force/torque pushover method for plan irregular structures. Non Linear Static Methods for Design/Assessment of 3D Structures. In Non Linear Static Methods for Design/Assessment of 3D Structures. (pp. 1 - 16). Bento R., Pinho R. Eds. 4. Buratti, N, PJ Stafford, et al. (2010). Earthquake accelerogram selection and scaling procedures for estimating the distribution of drift response. J. Struct. Eng. ASCE In publication. 5. Scotta R, Vitaliani R, Saetta A, Oñate E, Hanganu A. (2001). A scalar damage model with a shear retention factor for the analysis of reinforced concrete structures: theory and validation Computers & Structures, Volume 79, Issue 7, 2001, Pages 737-755	
		6. Savoia, M., Carli, R., D'Amato, G. (2010) L'utilizzo di tecniche di indagine soniche per la valutazione dell'efficacia dei consolidamenti nelle murature storiche, Convegno CTE, Brescia. 7. Berto L., Saetta A., Scotta R., Vitaliani R. (2005), "Failure mechanism of masonry prism loaded in axial compression: computational aspects", *Materials and Structures, Vol. 38, no. 276, pp. 249-256.* 8. Berto L., Saetta A., Scotta R., Vitaliani R. (2004), Shear behaviour of masonry panel: parametric FE analyses. International Journal of Solids and Structures, 41, 4383-4405 9. Colla C, Largo A, Corvaglia P, Ubertini F. (2008) Thermography investigations of Roman archaeological masonry. Proceedings International RILEM Conference On Site Assessment of Concrete, Masonry and Timber Structures . RILEM Conference SACoMaTiS2008, Varenna. 10. G. Castellazzi , C. Colla, S. de Miranda, F. Ubertini. (2008). Analysis of archaeological masonry structures in Herculaneum. Proceedings of the International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences. International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences - ICCES2008. Hawaii, USA.	

	Task 2.3.1	1. Buratti, N, Ferracuti B, Savoia M et al. (2009). Effects of data uncertainty on quantitative risk assessment of an industrial plant under seismic actions. XIII ANIDIS Conference. Bologna. 2. Antonioni, G., Spadoni G., Cozzani, V. (2007). A methodology for the quantitative risk assessment of major accidents triggered by seismic events. Journal of Hazardous Materials 147, 48-59 3. Cozzani, V., Salzano, E., Campedel, M., Sabatini, M. Spadoni, G. (2007). The assessment of major accident hazards caused by external events. In Proc. 12th Int. Symp. on Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, IChemE Symp. Series n.153, IChemE, Rugby (UK), pp.331-336 4. Cozzani, V, Salzano E, et al. (2007). The assessment of major accident hazards caused by external events. Loss prevention and safety promotion in the process industries. Edinburgh, UK. 5. Antonioni G., Spadoni G., Cozzani V.. (2009). Application of Domino Effect Quantitative Risk Assessment to an Extended Industrial Area. Journal Of Loss Prevention In The Process Industries. vol. 19, pp. 463 - 477

Scheda UR UNIAQ-CERFIS

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIVAQ-CERFIS, CEntro di Ricerca e Formazione in Ingegneria Sismica - Università degli Studi dell’Aquila</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">CEntro di Ricerca e Formazione in Ingegneria Sismica
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI L'AQUILA
Nucleo Industriale di Bazzano - Località Monticchio - 67100 L'AQUILA
Tel. : 0862-434503-05, Fax: +39 0862 434548 email:flavio.grimaldi@univaq.it</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Prof. Dante Galeota</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Prof. Dante Galeota</td><td>Professore Ordinario</td><td>DISAT</td></tr>
<tr><td>Prof. Matteo M. Giammatteo</td><td>Professore Ordinario</td><td>DISAT</td></tr>
<tr><td>Prof. Felice Colangelo</td><td>Professore Associato</td><td>DISAT</td></tr>
<tr><td>Prof. Franco Di Fabio</td><td>Ricercatore</td><td>DISAT</td></tr>
<tr><td>Dr. Ing. Amedeo Gregori</td><td>Assegnista di Ricerca</td><td>DISAT</td></tr>
<tr><td>Ing. Lorenzo Fanale</td><td>Dottorando</td><td>DISAT</td></tr>
<tr><td>Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td></td><td>1.1</td><td colspan="2">1.1.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 1.1.2; subtask 1: Conoscenza delle strutture esistenti
Prelievo e determinazione delle prestazioni meccaniche di campioni di calcestruzzo ed acciaio estratti da strutture intelaiate multi-piano realizzate nel secolo XX a L’Aquila e danneggiate dal terremoto del 6 Aprile 2009.

Analisi della variabilità statistica dei dati di resistenza meccanica e degrado relativi al calcestruzzo ed all’acciaio di strutture in C.A., con particolare riferimento all’età delle opere e della loro destinazione.

Si prevede di effettuare una estesa campagna di investigazione relativamente agli edifici in C.A. realizzati nella Provincia di L’Aquila dal 900 ad oggi (con particolare riferimento alle esigenze di verifica di adeguatezza sismica e di riparazione conseguenti al sisma del 6 Aprile 2009). Le operazioni di prelievo in situ, le prove di caratterizzazione meccanica e di valutazione del degrado dei materiali saranno condotte presso il Laboratorio di Prove sui Materiali e Strutture del DISAT. I dati raccolti permetteranno una ricognizione delle principali caratteristiche dei materiali in base all’età di posa in opera delle costruzioni, della loro diversa destinazione (pubblica e privata), del loro stato di avanzamento (differenze tra i vari livelli di costruzioni multipiano) e degli elementi strutturali considerati (pilastri, travi setti). Si procederà inoltre alla validazione delle correlazioni analitiche attualmente disponibili per la taratura dei metodi di prova indiretti sulla base delle misure distruttive sui materiali.

Task 1.1.2; subtask 8: Metodi di miglioramento ed adeguamento globale degli edifici.
a. Analisi delle principali cause di inadeguatezza sismica relativamente agli edifici in C.A. danneggiati dal sisma del 6 Aprile 2009 a L’Aquila.

b. Processo della caratterizzazione meccanica dei materiali e delle strutture ai fini dell’individuazione delle tecniche di miglioramento ed adeguamento globale negli interventi post terremoto.

Sulla base della caratterizzazione delle prestazioni meccaniche e dello stato di conservazione dei calcestruzzi e degli acciai impiegati nelle strutture danneggiate dal sisma del 6 Aprile 2009, si procederà all’identificazione delle principali cause di inadeguatezza sismica delle costruzioni esistenti in C.A. Una serie di conclusioni sarà tratta sulla praticabilità, rispondenza ed efficacia delle tecniche di intervento preventive e post-sisma finalizzate all’aumento delle prestazioni meccaniche e di duttilità delle strutture in C.A. alla luce delle prescrizioni derivanti dalle NTC08.</td></tr>
</table>

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 1.1.2.1	*Mappatura storico-geografica dei calcestruzzi e degli acciai da C.A. utilizzati durante il XX secolo nella Provincia di L'Aquila*	*36- Cartaceo*
	Task 1.1.2.8	*Adeguatezza sismica di alcuni importanti edifici danneggiati dal terremoto del 6 Aprile 2009.* Praticabilità, rispondenza ed efficacia degli interventi preventivi e post-sisma nelle strutture in C.A.	*36 - Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 1.1.2	1. Ceci, A. Contento, L. Fanale, D. Galeota, V. Gattulli, M. Lepidi, F. Potenza (2009), "Structural performance of the historic and modern buildings of the University of L'Aquila during seismic events of April 2009", Engineering Structures, ISSN: 0141-0296. 2. G. C. Beolchini, G. Conflitti, A. Contento, F. Dannibale, A. Di Egidio, F. Di Fabio, L. Fanale, D. Galeota, V. Gattulli, M. Lepidi, F. Potenza (2009), "Il comportamento degli edifici della Facoltà di Ingegneria durante la sequenza sismica dell'aprile 2009", Convegno ANIDIS 2009 (CD-ROM). 3. Ceci, l. Fanale, Galeota D., V. Gattulli, M. Lepidi, F. Potenza (2010) "Seismic retrofitting of the recently-built edifices of the Engineering Faculty of L'Aquila", Atti del Convegno Terremoto dell'Aquila - Master Mica e Ricostruzione, UNIROMA3, Aprile 2010. UNIROMA3, Aprile 2010. 4. F. Colangelo, "Nonstructural damage of infilled RC frames designed to Eurocode", *Atti del 13° Convegno Nazionale ANIDIS "L'Ingegneria Sismica in Italia"*, Lavoro S10.6, Bologna 28 Giugno – 2 Luglio 2009, DVD. 5. G. Venkiteela, A. Gregori, Z. Sun and S.P. Shah, "*Artificial Neural Network Modeling of Early-Age Dynamic Young's Modulus of Normal Concrete*", ACI *Materials Journal*, V. 107, No. 3, May-June 2010, pp. 282-290.	

Scheda UR UNINA-DIST

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNINA-DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Via Claudio 21, 80125 Napoli – telefono 0817683490 – fax 0817683491</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Gerardo Mario Verderame</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Gerardo M. Verderame</td><td>Ricercatore confermato</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Paolo Ricci</td><td>Dottorando</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Flavia De Luca</td><td>Dottoranda</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">1.1.2 (subtask 2 Valutazione del comportamento non lineare degli edifici)
6</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">1.1.2 (subtask 4 Influenza della tamponatura sulla risposta strutturale)
9</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">1.1.2 (subtask 6 Comportamento e rinforzo di pilastri e travi)</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 1.1.2
SubTask 2: Valutazione del comportamento non lineare degli edifici
1. Applicabilità dei metodi di analisi lineare e non lineare
2. Metodologie di analisi incrementali dinamiche e statiche su edifici caratterizzati da diversi livelli di progettazione, includendo problematiche di irregolarità strutturale in pianta e in elevazione.

Task 1.1.2
SubTask 4: Influenza della tamponatura sulla risposta strutturale
1. Valutazione dell’influenza delle tamponature sulla risposta degli edifici in c.a. in ambito lineare e non lineare al variare della tipologia di progettazione dell’edificio
2. Valutazione dei meccanismi di interazione locale tra i pannelli di tamponatura e gli elementi in c.a. contigui. Influenza di tale interazione sui possibili meccanismi di crisi fragile degli elementi contigui in c.a. (pilastri, nodi)
3. Esecuzione di prove sperimentali su sub-assemblaggi strutturali in c.a. finalizzati all’indagine di meccanismi di crisi fragile del collegamento nodale trave-pilastro (sliding failure)

Task 1.1.2
SubTask 6: Comportamento e rinforzo di pilastri e travi
1. Analisi comparativa dei modelli di capacità a taglio presenti in letteratura e nelle principali normative internazionali di pilastri e travi caratterizzati da un rapporto di luce ridotto (elementi tozzi) in regime di (presso-) flessione uniassiale.
2. Valutazione sperimentale di pilastri tozzi, soggetti a presso-flessione e taglio uniassiale.</td></tr>
<tr><td>Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.2
(subtask 2)</td><td>Applicazione di metodologie di analisi incrementali dinamiche e statiche su edifici caratterizzati da diversi livelli di progettazione. Rapporto</td><td>24 – Cartaceo</td></tr>
</table>

	Task 1.1.2 (subtask 2)	*Limiti di applicabilità delle analisi statiche lineari e non lineari. Rapporto*	*36 - Cartaceo*
	Task 1.1.2 (subtask 4)	*Valutazione dell'influenza delle tamponature sulla risposta degli edifici in c.a. in ambito lineare e non lineare al variare della tipologia di progettazione dell'edificio. Aspetti globali e locali*	*36 - Cartaceo*
	Task 1.1.2 (subtask 4)	*Esecuzione di prove sperimentali su sub-assemblaggi strutturali in c.a. finalizzati all'indagine di meccanismi di crisi fragile del collegamento nodale trave-pilastro (sliding failure). Rapporto di prova*	*12 - Cartaceo*
	Task 1.1.2 (subtask 6)	*Analisi comparativa dei modelli di capacità a taglio presenti in letteratura e nelle principali normative internazionali di pilastri e travi caratterizzati da un rapporto di luce ridotto (elementi tozzi) in regime di (presso-) flessione uniassiale.*	*18 – Cartaceo*
	Task 1.1.2 (subtask 6)	*Valutazione sperimentale di pilastri tozzi, soggetti a presso-flessione e taglio uniassiale. Rapporto di prova*	*36 – Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 1.1.2 (subtask 2)	*Cosenza, E., Manfredi, G., Verderame, G.M., Seismic assessment of gravity load designed r.c. frames: critical issues in structural modeling. Journal of Earthquake Engineering, Vol.6 Special Issue 1, 2002.* *Cosenza E., Manfredi G., Verderame G.M., A Fibre Model for Push-Over Analysis of Underdesigned Reinforced Concrete Frames, Computer and Structures, Volume 84, Issues 13-14 , May 2006, Pages 904-916 (ISSN: 0045-7949).* *Verderame G.M., Mariniello C., Cosenza E., Manfredi G. (2007), La valutazione sismica di edifici esistenti in c.a.: confronto tra analisi lineare e non lineare. XII Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Pisa, Italia.* *De Luca F., Elefante L., Iervolino I., Verderame G.M., Strutture esistenti e di nuova progettazione: comportamento sismico a Confronto, Atti Del XIII Convegno Anidis "L'ingegneria Sismica In Italia", Bologna 28 Giugno-2 Luglio, 2009.* *Ricci P., De Luca F., Verderame G.M., 6th April 2009 L'Aquila Earthquake,, Italy: reinforced concrete building performance, Bulletin of Earthquake Engineering, DOI 10.1007/s10518-010-9204-8, 2010.*	
	Task 1.1.2 (subtask 4)	*Ricci P., Verderame G.M., Manfredi G., Analytical investigation of elastic period of infilled RC MRF buildings, Engineering Structures, (accepted for publication), 2010.* *Verderame G. M., De Luca F., Ricci P., G. Manfredi, Preliminary analysis of a soft storey mechanism after the 2009 L'Aquila earthquake, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, DOI: 10.1002/eqe.1069, 2010.* *Polese M., Verderame G.M., Capacità sismica di edifici in C.A. tamponati: un'analisi parametrica, Atti Del XIII Convegno Anidis "L'ingegneria Sismica In Italia", Bologna 28 Giugno-2 Luglio, 2009.*	
	Task 1.1.2 (subtask 6)	*Fabbrocino G., Verderame G.M, Manfredi G., Cosenza E., Structural models of critical regions in old-type r.c. frames with smooth rebars, Engineering Structures, Vol. 26 Issue 14, pp. 2137-2148, 2004.* *Verderame G.M, Fabbrocino G, Manfredi G. Seismic response of r.c. columns with smooth reinforcement. Part I: monotonic tests.*	

		Engineering Structures, Volume 30, Issue 9, September 2008, Pages 2277-2288 *Verderame G.M, Fabbrocino G, Manfredi G. Seismic response of r.c. columns with smooth reinforcement. Part II: cyclic tests. Engineering Structures, Volume 30, Issue 9, September 2008, Pages 2289-2300.*

Scheda UR DICAM

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR –DICAM, Università degli Studi di Bologna</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali (DICAM), Università degli Studi di Bologna, viale Risorgimento 2, 40136 Bologna. Tel:051-2093237</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Claudio Mazzotti</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Claudio Mazzotti</td><td>Prof. Associato</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Marco Savoia</td><td>Prof. Ordinario</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Raffaele Poluzzi</td><td>Prof. Associato</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Loris Vincenzi</td><td>Ricercatore</td><td>DIMeC - Uni Modena e R. Emilia</td></tr>
<tr><td>Francesco Freddi</td><td>Ricercatore</td><td>DICATA – Univ Parma</td></tr>
<tr><td>Christian Carloni</td><td>Assistant Professor</td><td>Hartford Univ.</td></tr>
<tr><td>Barbara Ferracuti</td><td>Assegnista</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Roberto Bianchi</td><td>Tecnico</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Marina Bottoni</td><td>Assegnista</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.3.1</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.1.1.</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 2.3.1: Aderenza rinforzo – muratura di laterizio: indagini sperimentali, modellazione numerica e affinamento delle raccomandazioni del documento CNR DT200. Le indagini sperimentali riguarderanno anche: due differenti tipi di incollaggio e differenti tipi di trattamento superficiale, azioni persistenti nel tempo (eventuale comportamento viscoso, resistenza residua), azioni con una componente normale alla superficie, azioni di tipo ciclico.
1. Aderenza di barre in composito annegate nei letti di malta (NSM): indagini sperimentali, modellazione numerica e proposta di raccomandazioni per il documento CNR DT200.
2. Resistenza di elementi piani in muratura a sollecitazioni alternate: prove sperimentali su pannelli in scala, modellazione numerica a messa a punto di modelli di progetto per le tecnologie più frequenti di intervento di rinforzo e loro verifica sperimentale.
Le prove saranno condotte presso il Laboratorio Lisg dell’Università di Bologna e riguarderanno principalmente murature di laterizio. Le prove di cui al punto 1 saranno condotte in collaborazione con Unisannio, Unina e Polimi, che utilizzeranno differenti tipologie di muratura e di rinforzo. È prevista inoltre una collaborazione con Polimi riguardante prove di durabilità dell’incollaggio rinforzo – muratura in ambiente aggressivo.
Task 2.1.1: Comportamento meccanico di sistemi costruttivi prefabbricati completati in opera soggetti ad azioni cicliche. Indagini sperimentali e modellazione numerica del comportamento ciclico di tali strutture, con particolare riferimento ai collegamenti tra elementi strutturali in c.c.a. Lo studio si focalizzerà soprattutto sui nodi trave-pilastro e sul collegamento del pilastro prefabbricato in fondazione.
1. Nodo trave-pilastro: indagini sperimentali su nodi a tre vie e a quattro vie con diverse filosofie di ancoraggio delle barre nel nodo; modellazione numerica del comportamento del pannello di nodo e verifica delle indicazioni normative relative agli ancoraggi delle barre in tali parti strutturali; valutazione del meccanismo di crisi e influenza del getto di completamento.
2. Collegamento in fondazione: indagini sperimentali su barre ancorate in fondazione successivamente al getto e su pilastri prefabbricati presso-inflessi ancorati alla base mediante lo stesso sistema; modellazione numerica del meccanismo di aderenza e valutazione della localizzazione della cerniera</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">plastica alla base del pilastro.
Le prove saranno condotte presso il Laboratorio Lisg dell'Università di Bologna</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l'UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.1</td><td>• Report sui risultati delle prove svolte
• Report riguardante verifica ed affinamento delle formule di previsione del doc. DT200.
• Criteri di verifica e di progetto di pannelli piani murari rinforzati con FRP.</td><td>36 – Cartaceo
36 – Cartaceo
36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.1.1</td><td>• Report sui risultati delle prove svolte
• Criteri di progetto dell'ancoraggio delle barre di sistemi prefabbricati completati in opera</td><td>24 – Cartaceo
36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.1</td><td colspan="2">1. Mazzotti C., Savoia M., Ferracuti B., "A new single-shear set-up for stable debonding of FRP–concrete joints", Construction and Building Materials, 23(4), 1529-1537, 2009.
2. Mazzotti C., Savoia M., "Experimental tests on intermediate crack debonding failure in FRP-strengthened RC beams", Advances in Structural Engineering, 12(5), 625-637, 2009.
3. Mazzotti C., Savoia M., "FRP-concrete bond behaviour under cyclic debonding force", Advances in Structural Engineering, 12(6), 771-780, 2009.
4. Fava G., Mazzotti C., Poggi C., Savoia M. "The effect of the aggressive environment on the bond strength of FRP-concrete specimens", Proceedings of FRPRCS-9, Sydney, Australia, Luglio 2009, 1-4 (su CD).
5. Iovinella I., Prota A., Manfredi G., Mazzotti C. "Influence of concrete roughness on the debonding strength of external FRP reinforcement", Proceedings of FRPRCS-9, Sydney, Australia, Luglio 2009, 1-4 (su CD).</td></tr>
<tr><td>Task 2.1.1</td><td colspan="2">1. Ceccoli C., Mazzotti C., Savoia M., Vincenzi L., Ferrari M. "Comportamento dei nodi del sistema di prefabbricazione APE", Industrie della Prefabbricazione, 2007, 13, 14-26.
2. C. Ceccoli, M. Savoia, C. Mazzotti, B. Ferracuti, M. Ferrari. "Prove di pull-out su un sistema di ancoraggio per strutture prefabbricate". Atti del 16° congresso CTE. Parma, Italy. 9-11 Novembre 2006.
3. Bottoni M., Mazzotti C., Savoia M. "Prove sperimentali a lungo termine su una trave prefabbricata realizzata in due fasi", 17°Congresso C.T.E. , Roma, Novembre 2008, 1, 223-232.</td></tr>
</table>

Scheda UR POLITO

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – POLITO-DISTR, Politecnico di Torino</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica (DISTR), Politecnico di Torino, corso Duca degli Abruzzi 24, 10129, Torino, Tel. 011-0904847, Fax. 011-0904899</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Giuseppe Mancini</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Giuseppe Mancini</td><td>Professore ordinario</td><td>DISTR</td></tr>
<tr><td>Vincenzo Ilario Carbone</td><td>Professore associato</td><td>DISTR</td></tr>
<tr><td>Luca Giordano</td><td>Ricercatore</td><td>DISTR</td></tr>
<tr><td>Diego Lorenzo Allaix</td><td>Assegnista di ricerca</td><td>DISTR</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 3.1:
la valutazione del comportamento sismico delle strutture esistenti non può prescindere dalla conoscenza delle resistenze dei materiali con cui la struttura è realizzata, anche tenendo conto della diminuzione dei valori iniziali delle stesse dovuta alle molteplici cause di degrado presenti. Tale valutazione può essere effettuata in ambito probabilistico utilizzando sia un approccio Baesiano (il quale include anche la cosiddetta conoscenza “a priori”), sia un approccio basato sulla conoscenza “a latere”. In particolare, per quanto riguarda il conglomerato cementizio si intende effettuare una approfondita analisi statistica basata su un esteso database di prove di rottura di provini relativi ad edifici costruiti negli ultimi decenni.
Task 3.2:
la valutazione del comportamento non lineare degli edifici soggetti ad azioni sismiche, richiede la definizione di opportune procedure analitiche e numeriche atte ad individuare un safety format che sia coerente con l’approccio semi-probabilistico agli stati limite. Tale safety format deve garantire le probabilità di insuccesso minime previste per i vari stati limite tenendo conto delle diverse dispersioni delle resistenze dei due materiali di cui è costituita la struttura (conglomerato cementizio e acciaio), e delle diverse modalità di comportamento che la struttura può seguire passando dalle condizioni di esercizio a quelle ultime (comportamento ipo-lineare, iper-lineare, duttile, fragile).</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Definizione delle modalità per la valutazione delle resistenze.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 3.2</td><td>Definizione safety format per le analisi non lineari</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td colspan="2">Allaix D.L, Carbone V.I., Mancini G, Recent advances in the modelling of space-variant structural properties, In: Safety, Reliability and Risk of Structures, Infrastructures and Engineering Systems, CRC Press/Balkema (ITA), Proceedings of the Tenth International Conference on Structural Safety and Reliability (ICOSSAR2009), OSAKA-Japan 13-17 September 2009, 2009, pagine da 3875 a 3882, ISBN: 978-0-415-47557-0
Allaix D.L., Carbone V.I, Numerical discretization of stationary random processes, Probabilistic Engineering Mechanics, 2010, Vol. 25, pagine da 332 a 347, ISSN: 0266-8920, DOI: 10.1016/j.probengmech. 2010.03.001
Allaix D.L., Carbone V.I, Discretization of 2D random fields: A genetic algorithm approach, Engineering Structures, 2009, Vol. 31, pagine da 1111 a 1119, ISSN:</td></tr>
</table>

		0141-0296, DOI: 10.1016/j.engstruct.2009.01.008
	Task 3.2	1. *Allaix D.L., Mancini G, Assessment of a global resistance factor for reinforced concrete columns by parametric analysis, In: Innovation & Sustainability of Structures (GBR), ISISS'07 - International Symposium on Innovation & Sustainability of Structures in Civil Engineering, Shanghai (CHINA) 28-30 November 2007, 2007, ISBN: 978-7-5641-09* 2. *Allaix D.L, Carbone V.I, Mancini G, Global resistance factor for reinforced concrete beams, ACCO (ITA), 5th International Probabilistic Workshop, Ghent, Belgium 28-29 November 2007, 2007, pagine da 195 a 207, ISBN: 978-3-00-022030-2.* 3. *Allaix D.L, Giordano L., Mancini G, Safety Format for Non-linear Analysis, Joint IABSE-fib Conference on Codes in Structural Engineering, Developments and Needs for International Practice, Cavtat, Croatia 3-5 May 2010, 2010.*

Scheda UR POLIMI

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – POLIMI/DIS Politecnico di Milano</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIS),Politecnico di Milano, p.za Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano –Tel. 02 2399 4208 – Fax 02 2399 4220</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Fabio Biondini</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Giandomenico Toniolo</td><td>Ordinario</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Fabio Biondini</td><td>Associato</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Liberato Ferrara</td><td>Ricercatore</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Marco Valente</td><td>Ricercatore</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Bruno Dal Lago</td><td>Assegnista</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Andrea Titi</td><td>Dottorando</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Elena Camnasio</td><td>Dottoranda</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">1.1.2</td></tr>
<tr><td>2.1</td><td colspan="2">2.1.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 1.1.2: Strutture in cemento armato ordinarie e prefabbricate
Caratterizzazione del comportamento sismico dei diversi ordini di connessioni delle strutture prefabbricate in termini di resistenza , duttilità, dissipazione, deformazione, degrado e danneggiamento sulla base dei dati sperimentali disponibili e di apposite prove integrative.
1 Studio parametrico sull’influenza delle connessioni dei pannelli di tamponamento sul comportamento sismico delle strutture prefabbricate attraverso simulazioni numeriche ed analisi dinamiche lineari e non lineari per la quantificazione delle forze in gioco.

Task 2.1.1: Strutture in cemento armato
2 Studio dei criteri di intervento sugli edifici prefabbricati esistenti per l’adeguamento sismico del sistema delle connessioni dei pannelli di tamponamento attraverso sostituzione, rinforzo o approntamento di seconde linee di difesa anti-caduta.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Task 1.1.2</td><td>Schedatura dei diversi tipi di connessioni per gli ordini: solaio-solaio, solaio-trave, trave-pilastro, pilastro-pilastro, pilastro-fondazione, pannello-struttura, pannello-pannello</td><td>12- cartaceo</td></tr>
<tr><td>Relazioni di calcolo su edifici tipo rappresentativi delle principali tipologie di edifici industriali prefab-bricati con specifico riferimento alle forze trasmesse dalle connessioni</td><td>24 – cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.1.1</td><td>Stesura di linee guida per la progettazione e la realizzazione di interventi di adeguamento sismico del sistema delle connessioni di edifici industriali prefabbricati</td><td>36 – cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.2</td><td colspan="2">1. L. Ferrara, G. Toniolo: “Design approach for diaphragm action of roof decks on precast concrete buildings under earthquake”, fip Symp. Amsterdam 2008</td></tr>
</table>

		2. R. Felicetti, G. Toniolo, C. Zenti: "Experimental investigation on seismic behaviour of connections in precast structures", fip Symp. Amsterdam 2008 3. F. Biondini, L. Ferrara, G. Toniolo: "Capacity design criteria for connections in precast structures", 14th WCEE, Beijing 2008 4. F. Biondini, G. Toniolo: "Experimental research on seismic behaviour of precast structures", Italian national report of research and construction – IIC, fib 3rd Int. Congress, Washington 2010
	Task 2.1.1	5. A. Palermo, G. Toniolo, G. Tsionis: "Vulnerabilità sismica degli edifici prefabbricati esistenti: analisi di un edificio critico senza diaframma di copertura", 17° Congresso CTE, Roma 2008

Scheda UR UNIPI

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIPI, Università di Pisa</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Pisa, via Carlo F. Gabba n 22 - 56122 Pisa, tel. 050 2217700 - fax 050 2217730</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Walter Salvatore</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Walter Salvatore</td><td>Ricercatore</td><td>DIC</td></tr>
<tr><td>Silvia Caprili</td><td>Dottorando</td><td>DIC</td></tr>
<tr><td>Francesco Morelli</td><td>Dottorando</td><td>DIC</td></tr>
<tr><td>Chiara Coscetti</td><td>Borsista, ric. a contratto del CPR</td><td>DIC</td></tr>
<tr><td>Massimo Badalassi</td><td>Dottore di Ricerca, ric. a contratto</td><td>DIC</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>Strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo
Coordinatore prof. Zandonini</td><td colspan="2">2.1.2</td></tr>
<tr><td>Sviluppo di approcci agli spostamenti per la valutazione della vulnerabilità
Coordinatore prof. Calvi</td><td colspan="2">1.2.1</td></tr>
<tr><td>Strutture in calcestruzzo armato
Coordinatore prof. Manfredi</td><td colspan="2">1.1.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">task 2.1.2:
1. Caratterizzazione della variabilità delle proprietà meccaniche dei prodotti in acciaio per le costruzioni (lamiera, profili ad I ed H) e definizione di un modello probabilistico a più variabili idoneo per la generazione di dati aderenti a produzioni industriali reali.
2. Confronto tra i limiti imposti dalle norme di produzione e norme di progettazione strutturale e l’andamento dei dati sperimentali, evidenziando tutte le incongruenze.
3. Progettazione di strutture intelaiate e controventate (casi di studio iniziali) in acciaio secondo l’attuale normativa di progettazione mettendo in luce tutte le incongruenze scaturite durante l’iter progettuale. Analisi accurata delle incongruenze rilevate nelle verifiche in cui sono coinvolti il fattore di struttura q e/o il coefficiente di sovra-resistenza □OV (rappresentativo della variabilità delle proprietà meccaniche dei prodotti in acciaio): capacity design, gerarchia delle resistenze, dimensionamento delle fondazioni.
4. Progettazione di strutture intelaiate e controventate (casi di studio integrativi) considerando regole di progetto modificate in cui differenti calori dei coefficienti di sovra-resistenza e differenti definizioni delle regole del capacity design.
5. Esecuzione di analisi numeriche non-lineari su modelli strutturali dei casi di studio (iniziali ed integrativi) per correlare le prestazioni strutturali (livello di danneggiamento) con il livello dell’azione sismica.
6. Valutazione del livello di sicurezza strutturale dei casi di studio progettati (iniziali e integrativi) considerando l’aleatorietà dell’azione sismica e l’aleatorietà delle proprietà meccaniche dei materiali. Analisi dell’influenza dei coefficienti di sovra-resistenza e delle diverse regole di capacity design sul livello di sicurezza strutturale ottenuto.
7. Definizione di linee guida per il miglioramento delle procedure di progettazione sismica delle strutture intelaiate e controventate in acciaio. Proposta di armonizzazione dei limiti imposti alle proprietà meccaniche dei prodotti in acciaio per le costruzioni (profili e lamiere) con le attuali normative di prodotto.</td></tr>
</table>

	task 1.2.1: 1. Identificazione di tipologie strutturali in acciaio controventate più diffuse in Italia; definizione dei casi di studio caratterizzati da geometrie e destinazioni di uso scelte in modo da definire una casistica sufficiente a coprire una parte non trascurabile delle tipologie strutturali diffuse in Italia. 2. Analisi dettagliata dei collegamenti strutturali per determinarne resistenza, duttilità e rigidezza utilizzando sia metodi per componenti sia risultati derivanti da prove e studi presenti in letteratura (per connessioni utilizzate nel passato e tipiche di strutture in acciaio esistenti). 3. Individuazione delle modalità di collasso tipiche delle strutture in acciaio controventate e dei loro limiti di deformabilità. 4. Progettazione dei casi di studio selezionati utilizzando metodi di calcolo basati su approcci tradizionali: si progetteranno sia le membrature principali sia le connessioni strutturali. 5. Progettazione dei casi di studio selezionati utilizzando metodi basati su approcci agli spostamenti: si progetteranno sia le membrature principali sia le connessioni strutturali. 6. Definizione di modelli numerici non-lineari per analisi dinamiche non-lineari delle strutture progettate utilizzando il metodo basato sulle forze ed il metodo basato sugli spostamenti. 7. Esecuzione di analisi dinamiche incrementali sui modelli non-lineari dei casi di studio. 8. Valutazione delle prestazioni strutturali (duttilità, capacità dissipative, resistenza e rigidezza) ottenute dalle analisi dinamiche e paragone tra prestazione relative a strutture progettate utilizzando le forze e strutture progettate con gli spostamenti. 9. Definizione di profili di spostamento, limiti deformativi (sia per le membrature principali sia per le connessioni) e modelli di smorzamento viscoso appropriati per una progettazione migliorata di strutture controventate secondo un approccio agli spostamenti.
	Task 1.1.2: N.B. Il presente lavoro viene sviluppato in collaborazione con il progetto di ricerca europeo RUSTEEL (*Effects of corrosion on low-cycle fatigue (seismic) behaviour of high strenght steel reinforcing bars*, 2009-2012). 1. Caratterizzazione del comportamento meccanico di barre da cemento armato soggetti ad azione di fatica oligociclica (azione sismica): esecuzione di prove sperimentali su barre di diverso diametro, diversa classe di duttilità e diverso processo di lavorazione, sotto diversi livelli di deformazione imposta; 2. Valutazione dell'influenza di fenomeni di corrosione sul comportamento meccanico delle barre da c.a. soggetti a fatica oligociclica: esecuzione di prove di corrosione accelerata atti a simulare l'effetto delle condizioni ambientali sulle barre in acciaio e successivamente esecuzione di prove di fatica oligociclica su barre affette da fenomeni di corrosione. 3. Definizione di un modello meccanici rappresentativi del comportamento meccanico della barre da cemento armato, affette e non da fenomeni di corrosione, e soggette a fatica oligociclica; 4. Progettazione di edifici in cemento armato secondo le attuali prescrizioni di EC8 e DM2008, considerando diversi livelli di duttilità (CDA e CDB), diversi livelli di sismicità; 5. Individuazione della *richiesta, in termini di livello di deformazione ciclica imposta*, di terremoti di intensità crescente alla barre d'armatura mediante l'esecuzione di analisi dinamiche non lineari (IDA) sugli edifici precedentemente progettati, considerando le richieste di duttilità a livello locale (es. nodi trave – colonna); 6. Confronto fra la richiesta così individuata e la capacità ottenuta dalle analisi sperimentali al fine di individuare della classe di duttilità e di resistenza necessaria per la realizzazione dell'armatura longitudinale e trasversale, nonché della classe di protezione alla corrosione necessaria per evitare riduzioni indesiderate della resistenza a fatica oligociclica dovuta ai fenomeni di corrosione.

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">7. Sulla base dei risultati ottenuti sarà possibile: mettere a unto un protocollo di prova per l'esecuzione di prove a fatica oligociclica; determinare una corrispondenza fra le prestazioni a fatica oligociclica delle barre d'armatura e le richieste in termini deformativi, ciclici, di terremoti di intensità crescente; determinare l'influenza dei fenomeni di corrosione sulle prestazioni cicliche di barre d'armatura; fornire indicazioni progettuali sulle classi di resistenza e duttilità da impiegarsi per la realizzazione di armatura longitudinale e trasversale, nonché delle classi di resistenza alla corrosione da prevedere per evitare indesiderate riduzioni di duttilità delle barre d'armatura.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti di cui è responsabile l'UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>task 2.1.2</td><td>Valutazione della variabilità reale delle proprietà meccaniche dei prodotti in acciaio e congruenza con le attuale limitazioni progettuali.
Progettazione dei casi di studio e definizione delle loro prestazioni strutturali attese
Regole di progettazione sismica per strutture a telaio/controventate ottimizzate.
Proposta di armonizzazione della norma di progettazione con le norme di produzione dei prodotti in acciaio.</td><td>12 – Cartaceo
24 – Cartaceo
36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>task 1.2.1</td><td>Rapporto descrittivo dei casi di studio selezionati e delle loro modalità di collasso tipiche.
Rapporto sulla progettazione dei casi di studio utilizzando due diversi approcci: confronto tra il metodo basato sulle forze ed il metodo basato sugli spostamenti.
Rapporto contenente i modelli di spostamento e di smorzamento viscoso ed i limiti deformativi ottenuti dalle analisi numeriche.</td><td>12 – Cartaceo
24 – Cartaceo
36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.2:</td><td>Rapporto descrittivo sul comportamento meccanico e sulle prestazioni meccaniche delle barre da c.a. sotto azione di fatica oligociclica e sotto azione combinata sismica - corrosione.
Progettazione e analisi IDA su edifici in c.a. progettati secondo EC8 e NTC2008. Valutazione della richiesta in termini deformativi, ciclici, imposta alla barra da c.a. per diversi livelli di azione sismica.
Indicazioni progettuali su protocollo di prova per l'esecuzione di prove a fatica oligociclica e relativa verifica delle prestazioni meccaniche; sulle classi di resistenza e duttilità da impiegarsi per la realizzazione di armatura longitudinale e trasversale; sulle classi di resistenza alla corrosione da prevedere per evitare indesiderate riduzioni di duttilità delle barre d'armatura.</td><td>12 – Cartaceo
24 - Cartaceo
36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

	Task	Citazione
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	task 2.1.2	OPUS *Optimizing the seismic performance of steel and steel-concrete structures by standardizing material quality control* – RFSR-CT-2007-00039 project (2009) Technical Mid-term report, European Commission, Brussels Badalassi, M., Braconi, A., Salvatore, W. (2010) Modelling of European steel qualities mechanical properties scattering and its influence on Eurocode 8 design requirements. 14th World Conference on Earthquake Engineering – 30th August 3rd September Macedonia Badalassi, M., Braconi, A., Salvatore, W. (2010) Effectiveness of high ductility requirements in bare steel and steel-concrete composite MRF design: critical review of behaviour factor contribution to structural design. 14th World Conference on Earthquake Engineering – 30th August 3rd September Macedonia Badalassi, M., Braconi, A., Salvatore W., Influenza delle proprietà meccaniche dei materiali sulla gerarchia delle resistenze di nodi trave-colonna composti acciaio-calcestruzzo. XII Convengo Anidis – L'ingegneria Sismica in Italia. 10-14 Giugno 2006 Badalassi, M., Braconi, A., Cafarella, F., Salvatore,W., (2005) Influence of material properties variability on seismic performance of partial strength steel-concrete composite joints., ICOSSAR 2005 - International Conference on Structural Safety and Reliability, pp 1-8, Roma,vol. 1
	task 1.2.1	OPUS *Optimizing the seismic performance of steel and steel-concrete structures by standardizing material quality control* – RFSR-CT-2007-00039 project (2009) Technical Mid-term report, European Commission, Brussels Badalassi, M., Braconi, A., Salvatore, W. (2010) Effectiveness of high ductility requirements in bare steel and steel-concrete composite MRF design: critical review of behaviour factor contribution to structural design. 14th World Conference on Earthquake Engineering – 30th August 3rd September Macedonia (draft) Badalassi, M., Braconi, A., Salvatore W., Influenza delle proprietà meccaniche dei materiali sulla gerarchia delle resistenze di nodi trave-colonna composti acciaio-calcestruzzo. XII Convengo Anidis – L'ingegneria Sismica in Italia. 10-14 Giugno 2006 Badalassi, M., Braconi, A., Cafarella, F., Salvatore,W., (2005) Influence of material properties variability on seismic performance of partial strength steel-concrete composite joints., ICOSSAR 2005 - International Conference on Structural Safety and Reliability, pp 1-8, Roma,vol. 1 Badalassi, M., Braconi, A., Salvatore, W. (2010) Modelling of European steel qualities mechanical properties scattering and its influence on Eurocode 8 design requirements. 14th World Conference on Earthquake Engineering – 30th August 3rd September Macedonia
	Task 1.1.2:	Maffei B., Salvatore W., Valentini R., Dual-phase steel rebars for high-ductile r.c. structures, Part 1: Microstructural and mechanical characterization of steel rebars, Engineering Structures 2007; 29 (12): 3325–3332. Salvatore W, Buratti G, Maffei B, Valentini R. Dual phase steel rebars for high ductile r.c. elements. Part 2: rotational capacity of beams. Engineering Structures 2007; 29(12):3333–41.

		RUSTEEL, Effects of corrosion on low-cycle fatigue (seismic) behaviour of high strenght steel reinforcing bars, RFSR-CT-2009-00023 project (2010) Technical Sixth Montly report, European Commission, Brussels. Caprili S., Nardini L., Salvatore W., Bortone G.F., Signorini N., Evaluation of seismic vulnerability of a complex RC existing building, 14th World Conference on Earthquake Engineering – 30th August 3rd September Macedonia.

Scheda UR UNICH

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNICH, Università degli Studi “G. D’Annunzio” di Chieti-Pescara</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria (DIn), Università degli Studi “G. D’Annunzio” di Chieti-Pescara, viale Pindaro 42, 65127 Pescara , Tel. 085/453-7251, Fax. 085/453-7255</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Enrico Spacone</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Enrico Spacone</td><td>Professore Ordinario</td><td>DIn</td></tr>
<tr><td>Guido Camata</td><td>Ricercatore</td><td>DIn</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">1.2</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">1.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">I temi proposti sono trasversali ai due task seguenti:
Task 1.1.2 Strutture in cemento armato ordinarie e prefabbricate (esistenti)
Task 2.1.1 Strutture in cemento armato (nuove)
1. Influenza della tamponatura sul comportamento strutturale: aspetti progettuali e di modellazione
2. Analisi dinamica nonlineare: criteri per la selezione di numero e tipo di accelerogrammi.
3. Influenza dell’interazione suolo-struttura sul comportamento sismico degli edifici: modellazione semplificata ai fini dello sviluppo di indicazioni normative
4. La gerarchia della resistenze nell’isolamento sismico di edifici in ca nuovi ed esistenti: applicabilità della metodologia e proposta indicazioni normative
Si prevedono principalmente studi di carattere analitico-progettuale il cui scopo è, oltre a quello di inquadrare e comprendere i diversi aspetti teorici, sviluppare proposte normative che chiariscano e/o semplifichino le attuali norme. Insieme ad altre unità verrà inoltre redatto un documento sulle analisi nonlineari delle strutture (pushover e nonlineare dinamica).</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.2

Task 2.1.1</td><td>Definizione modalità selezione accelerogrammi per analisi nonlineari.
Documento analisi nonlineari (strutture esistenti)
Modellazione tamponature per analisi lineari e nonlineari
Criteri di modellazione interazione suolo-struttura
Criteri di applicabilità gerarchia delle resistenze a strutture isolate</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
</table>

del personale UR in relazione alle attività previste	*Task 1.1.2* *Task 2.1.1*	1. Spacone, E. (2010). “Nonlinear Analysis of Frame Structures.” Chapter 6.139.3. EOLSS Encyclopedia, in press. 2. Cantagallo, C., Camata, G., Spacone, E., Corotis, R. (2010). “Variability of Deformation Demand with Ground Motion Intensity.” 6th Computational Stochastic Mechanics Conference, Crete, June, 10 pages. 3. Bayrak O., Bentz E., Foster S., Monti G., Spacone E. (2008). "Chapter 4: Analysis and Design of Frame Structures Using Non-Linear Models". In: Practitioners' guide to finite element modelling of reinforced concrete structures. 344 pp., fib Bulletin No. 45. Lausanne, Switzerland. ISBN: 978-2-88394-085-7 4. Spacone E., Camata G., Faggella M. (2008). "Nonlinear Models and Nonlinear Procedures for Seismic Analysis of Reinforced Concrete Frame Structures." In: Charmpis D.C., Papadrakakis M., Lagaros N.D., Tsompanakis Y. Computational Structural Dynamics and Earthquake Engineering. Taylor and Francis, the Netherlands. ISBN: 9780415452618. 5. Faggella, M., Spacone, E., Conte, J.P. and Restrepo (2007). “Nonlinear Analysis for Seismic Vulnerability Assessment: the Case Study of an Existing RC Building.” ANIDIS (Italian Conference on Earthquake Engineering), Pisa, June, 11 pages.

Scheda UR UNIROMA3

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIROMA3-DIS NUTI, Università degli Studi Roma Tre</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Strutture (DIS), Università degli Studi Roma Tre, via C. Segre 6, 00146, Roma, Tel. 06 57336255 Fax.06 57336265</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Camillo Nuti</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Camillo Nuti</td><td>Professore Ordinario</td><td>Uniroma3 DIS</td></tr>
<tr><td>Silvia Santini</td><td>Ricercatore</td><td>Uniroma 3 DIS</td></tr>
<tr><td>Lorena Sguerri</td><td>Tecnico Laureato</td><td>Uniroma 3 DIS</td></tr>
<tr><td>Davide Lavorato</td><td>Assegno di Ricerca</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Bergami Alessandro</td><td>Assegno di ricerca</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Luisa Carnevale</td><td>Dottoranda</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1.1 (Nuovi aspetti nella valutazione delle strutture esistenti e degli interventi di adeguamento e valutazione del rischio sismico del patrimonio costruito a scala regionale.)</td><td colspan="2">1.1.2.Strutture in cemento armato ordinarie e prefabbricate
Sub Task 4 Influenza della tamponatura sulla risposta strutturale
Sub Task6 Comportamento e rinforzo di pilastri e travi
Sub Task 7 Metodi di rafforzamento locale degli edifici
Sub Task 8 Metodi di miglioramento ed adeguamento globale degli edifici</td></tr>
<tr><td>3 Dighe esistenti in calcestruzzo: valutazione della sicurezza sismica e Miglioramento</td><td colspan="2">3.1 Dighe esistenti in calcestruzzo: valutazione della sicurezza sismica e Miglioramento</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 1.1.2:
1. messa a punto il criterio di progetto di interventi globali con uso di controventi dissipativi. Sarà inizialmente individuate strutture di telai tamponate su cui progettare gli interventi di protezione con controventi dissipativi.
2. Saranno progettati, sulla base delle caratteristiche della struttura e delle tamponature, nonché dei diversi obbiettivi di progetto (prestazioni)i sistemi di controvento. –
3. Validazione del procedimento con analisi numeriche nonché, se compatibile con le risorse disponibili, con prove pseudo dinamiche su portale tamponato e controventi dissipativi.
4. messo a punto un criterio di ottimizzazione del sistema di dissipazione, con relativa, vaidazione numerica, nonché sperimentale (pseudo dinamica) questa se compatibile con le risorse finanziarie.
5. CFR tra prove travi appoggiate e con sbalzo. Saranno svolte prove sperimentali su travi con balzo, per valutare il comportamento del rinforzo a taglio in presenza di momento negativo e delle possibilità di ancoraggio dei rinforzi a U
6. Interpretazione numerica delle prove.
7. Individuazione di indicazioni integrative alle Linee Guida sul rinforzo con FRP.
8. Sperimentazione su pile e ponti rinforzate con SCC + FRP+Inox , nonché sperimentazione su cilindri confinati con FRP per la messa a punto di legami tensioni deformazioni da utilizzare legami nelle analisi
9. analisi numeriche di interpretazione dcelle prove statiche e pseudo dinamiche condotte in laboratorio.
10. prove su armature in acciaio inox di nuova generazione, a confronto con quelle pre NTC 2008, e messi a punto i relativi modelli.
11. messa a punto apparecchiatura hardware e software per prove pseudo dinamiche su strutture a molti gradi di libertà, a partire dal sistema</td></tr>
</table>

	harware/software messo a punto dai proponenti in precedenza.
	Task 3.1: 1. *Illustrazione e confronto delle normative sismiche per la progettazione e verifica sismica delle dighe nuove ed esistenti* 2. *Messa a punto di Metodi di analisi semplificati ed accurati per la valutazione della sicurezza sismica di dighe esistenti in calcestruzzo e relativa applicazione* 3. *Attività di sperimentazione sui calcestruzzi delle dighe per la caratterizzazione meccanica ai fini della valutazione sicurezza sismica: metodi di prova distruttivi e non distruttivi* 4. *Prove monotone e cicliche sui calcestruzzi delle dighe, prove non distruttive con metodi avanzati. Su questa attività è stata attivata una collaborazione con i produttori di calcestruzzi delle dighe.* *Le attività saranno tra l'altro portate avanti in collaborazione con esperti internazionali provenienti dal mondo delle dighe: ICOLD*

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	1.1.2, Sub Task4-8	*rapporto sulla metodologia di progetto con BRB e relativa validazione , protezione telai tamponati – Sostenibilità dei diversi interventi*	*36- cartaceo*
	1.1.2, Sub Task 6	*Rrapporto sulle caratteristiche metodologie rinf. taglio con FRP con momento negativo .- Ancoraggio*	*36- cartaceo*
	1.1.2, Sub Task 6	*Rrapporto sulle caratteristiche metodologie rinf. taglio con FRP con momento negativo .- Ancoraggio*	*36- cartaceo*
	1.1.2, Sub Task 8	*rapporto sulle metodologie prova pseudo dinamica a distanza integrazione tra laboratori*	*36- cartaceo*
	Task 3.1	*rapporto sulla valutazione della sicurezza sismica di dighe a gravità esistenti sia come singolo corpo diga che come sistema nei confronto dei diversi stati limite* *rapporto sulle caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi delle dighe da utilizzare nelle verifiche sismiche*	*36 – cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**
	Task1 .1.2	1. *Albanesi, T., Bergami, A.V., Nuti, C.. Experimental behavior of single and double masonry panels.14th World Conference on Earthquake Engineering. Oct. 12-17 2008, Beijing, China.* 2. *Albanesi, T., Bergami, A.V., Nuti, C.. Design procedure for buckling restrained braces to retrofit existing r.c. frames. 14th World Conference on Earthquake Engineering. Oct. 12-17 2008, Beijing, China.*

		3. *Bergami, A.V., Nuti, C.. Discussione, applicazione e validazione di una procedura progettuale per la protezione sismica di telai tamponati mediante controventi dissipativi. SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGIES FOR CONSTRUCTIONS IN EUROPE AND CHINA. Convegno Nazionale, Roma 19-20 Aprile 2010* 4. *ALBANESI, T, LAVORATO,D, NUTI, C, SANTINI S. (2009) Experimental program for pseudodynamic tests on repaired and retrofitted bridge piers. EJECE, European Journal of Environmental and Civil Engineering, volume 13-No.6/2009.* 5. *Nuti C., Santini S., Sguerri L., (2010). Experimental Tests on FRP Shear retrofitted RC beams, 5th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering CICE, Beijing, China.*
	Task 3.1	1. *M. Basili 1, C. Nuti, 2009, "A SIMPLIFIED PROCEDURE TO ESTIMATE BASE SLIDING OF CONCRETE GRAVITY DAMS INDUCED BY AN EARTHQUAKE", proc. COMPDYN 2009 ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering M. Papadrakakis, N.D. Lagaros, M. Fragiadakis (eds.) Rhodes, Greece, 22-24 June 2009* 2. *M. Basili 1, C. Nuti, 2009, "Seismic safety against base sliding of concrete gravity dams", proc. XIII Convegno ANIDIS Bologna*

Scheda UR UNIBO DICAM

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIBO-DICAM (Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali), Università degli Studi di Bologna</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile Ambientale e dei Materiali - Università degli Studi di Bologna, viale Risorgimento, 40136, Bologna, Tel. +39 051 2093237, Fax. +39 051 2093253</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Tomaso Trombetti</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Tomaso Trombetti</td><td>Professore Associato</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Marco Savoia</td><td>Professore Ordinario</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Stefano Silvestri</td><td>Ricercatore</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Giada Gasparini</td><td>Ricercatore</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Loris Vincenzi</td><td>Ricercatore</td><td>DIMEC (UNIMORE)</td></tr>
<tr><td>Ilaria Ricci</td><td>Dottoranda</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2.3</td><td colspan="2">2.3.2</td></tr>
<tr><td>2.1</td><td colspan="2">2.1.1</td></tr>
<tr><td>RS1</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 2.3.2:
1. Sviluppo e messa a punto di metodi di progettazione semplificati per strutture dotate di smorzatori sia di tipo viscoso che di tipo isteretico. Saranno sviluppate sia procedure per il dimensionamento di smorzatori in grado di fornire prefissati valori di prestazione (smorzamento critico o fattore di riduzione “eta”) al sistema dinamico di applicazione, che procedure semplificate per la progettazione di strutture (fattori di riduzione delle forze elastiche) che sfruttino l’effetto combinato dato dalla dissipazione fornita da smorzatori viscosi e da quella ottenuta grazie al comportamento post elastico delle membrature.

2. Studio e confronto fra le prestazioni dinamiche offerte dai diversi sistemi di isolamento e di smorzamento per impalcati da ponte. Saranno considerati sia sistemi usualmente adottati quali isolatori elastomerici e smorzatori, sia sistemi avanzati quali materiali a memoria di forma oppure, sul versante opposto, sistemi a costo ridotto quali appoggi a pendolo scorrevole. Lo studio sarà finalizzato alla individuazione di criteri per la scelta dei sistemi più efficienti in relazione alla mitigazione degli effetti indotti dal sisma ma considerando anche le problematiche di un corretto funzionamento in condizioni di esercizio. I criteri di scelta saranno definiti in funzione delle caratteristiche dei manufatti. Saranno anche fornire indicazioni per l’adeguamento sismico di ponti esistenti.

Task RS1
1. Sviluppo e messa a punto di criteri per l’identificazione (basata su specifiche analisi probabilistiche di pericolosità sismica) delle caratteristiche che un gruppo di input sismici deve possedere al fine di essere associato ad una determinata probabilità di accadimento/superamento su opportuni periodi di riferimento in un dato sito.

2. Formulazione di una metodologia per la creazione di gruppi di time-histories compatibili con le caratteristiche sopra determinate.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">Task 2.1.1
1. Studio e verifica delle prestazioni sismiche offerte da sistemi strutturali composti da pareti tozze gettate in opera (i.e. “structural systems composed of cast in situ squat concrete walls”). Tali sistemi strutturali sono stati ampiamente impiegati per la realizzazione di costruzioni in zona non sismica e sono stati particolarmente apprezzati per (i) i bassi costi di costruzione, (ii) i tempi di realizzazione contenuti, (iii) la grande flessibilità costruttiva e (iv) le elevate prestazioni termoacustiche.

2. Sviluppo e messa a punto di metodi semplificati per la progettazione in zona sismica di sistemi strutturali composti da pareti tozze gettate in opera.</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td>Definizione di criteri per il dimensionamento di smorzatori di tipo viscoso.</td><td>18 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td>Procedure semplificate di progettazione (quali la definizione di fattori di riduzione delle forze elastiche -“q” o “R” factor) in grado di tenere conto sia della dissipazione viscosa data dai dispositivi che di quella isteretica data dalla (eventuale) plasticizzazione delle membrature.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td>Linee guida per la scelta di sistemi di isolamento e smorzamento per impalcati da ponte</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>RS1</td><td>Criteri per la caratterizzazione di sismi caratterizzati da predeterminate probabilità di accadimento/superamento su opportuni periodi di riferimento in un dato sito.</td><td>18 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>RS1</td><td>Criteri per la creazione di gruppi di time-histories compatibili con le caratteristiche sopra determinate.</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.1.1</td><td>Verifica delle prestazioni sismiche offerte da sistemi strutturali composti da pareti tozze gettate in opera.</td><td>18 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.1.1</td><td>Sviluppo e messa a punto di metodi semplificati per la progettazione in zona sismica di sistemi strutturali composti da pareti tozze gettate in opera</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
</table>

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	*Task 2.3.2*	1. *Silvestri S., Gasparini G., Trombetti T. "A Five-Step Procedure for the dimensioning of viscous dampers to be inserted in building structures" Journal of Earthquake Engineering, Vol. 14, No. 3 (2010), pp 417 – 447.* 2. *T. Trombetti, S. Silvestri, G. Gasparini, I. Ricci, "Stiffness-Strength-Ductility-Design approaches for crescent shaped braces" The Open Construction & Building Technology Journal. Vol. 3, pp. 127 – 140 (2009).* 3. *Trombetti T., Silvestri S., "Novel schemes for inserting seismic dampers in shear-type structures based upon the mass proportional component of the Rayleigh damping matrix", Journal of Sound and Vibration, Vol. 302, No. 3 (2007), pp 486-526.* 4. *Merli M., Bergonzoni S., Trombetti T., Gasparini G. "Effectiveness of commercial oil pressure seismic devices for bridges". Proceedings of the "2005 New York City Bridge Conference", New York, NY, USA. Bridge Engineering Association* 5. *Savoia M., Vincenzi L., "Differential Evolution Algorithm for Dynamic Structural Identification". Journal of Earthquake Engineering, Vol. 12, No. 5 (2008), pp 800-821.*
	RS1	1. *Silvestri S., Trombetti T., Gasparini G., "A Procedure For Probabilistic Seismic Hazard Analysis Which Allows To Account For Poisson Or Non-Poissonian Models" Paper n. 0470, Proceedings of 10th International Conference on Structural Safety and Reliability – ICOSSAR 2009 – Osaka, Japan, 13-17 September, (2009).* 2. *Trombetti T., Silvestri S., Gasparini G., "The Role Of Epsilon For The Identification Of Groups Of Earthquake Inputs Of Given Hazard" Paper n. 0471, Proceedings of 10th International Conference on Structural Safety and Reliability – ICOSSAR 2009 – Osaka, Japan, 13-17 September, (2009).* 3. *Trombetti T., Silvestri S., Malavolta D., Gasparini G.: "Identification of representative and efficient groups of design earthquake inputs", Proceedings of the 4th International Structural Engineering & Construction Conference ISEC-4 2007, Melbourne, Australia, 26-28 September, (2007).*

	Task 2.1.1	1. *Ceccoli C., Grasso E., Savoia M., "Analisi di affidabilità di setti presso inflessi in calcestruzzo in presenza di imperfezioni", Atti X Convegno CTE, Milano, 1994.* 2. *Ceccoli C., Mazzotti C., Savoia M., Dallavalle G., Perazzini G:, Tommassoni F., "Indagini sperimentali su una tipologia di pannelli in c.a. alleggeriti gettati in opera" Atti del XIV Congresso CTE, Mantova 7-9, Novembre 2002.* 3. *Tomaso Trombetti, Stefano Silvestri, Giada Gasparini, Ilaria Ricci, (2010). "Results of pseudo-static tests with cyclic horizontal load on concrete/polystyrene sandwich bearing panels without openings", Atti del Convegno Sustainable Development Strategies for Construction in Europe and China. Roma, 19-20 Aprile 2010.* 4. *Tomaso Trombetti, Stefano Silvestri, Giada Gasparini, Ilaria Ricci, (2010). "Results of pseudo-static tests with cyclic horizontal load on H shaped substructure composed of concrete/polystyrene sandwich bearing panels without openings", Atti del Convegno Sustainable Development Strategies for Construction in Europe and China. Roma, 19-20 Aprile 2010.* 5. *Tomaso Trombetti, Stefano Silvestri, Giada Gasparini, Ilaria Ricci, (2010). "Correlations Between the Experimental Results of Pseudo-Static Tests with Cyclic Horizontal Load on Concrete/Polystyrene Sandwich Bearing Panels and their analytical counterparts", Atti del Convegno Sustainable Development Strategies for Construction in Europe and China. Roma, 19-20 Aprile 2010.*

Scheda UR UNIFI

Affiliazione principale	*UR – UNIFI-DiCR, Università degli Studi di Firenze*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Costruzioni e Restauro (DiCR), Università degli Studi di Firenze, Piazza Brunelleschi, 6 – 50121 Firenze, Tel. 055 2757888 Fax. 055 212083*		
Coordinatore dell'unità	*Mario De Stefano*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Mario De Stefano	Prof. Ordinario	DiCR
	Angelo D'Ambrisi	Prof. Associato	DiCR
	Barbara Pintucchi	Ricercatore	DiCR
	Marco Tanganelli	Ricercatore	DiCR
	Alessandra La Brusco	Dottorando	DiCR
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	1.1	1.1.2	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task:	**Task 1.1.2 Sub-Task 2:** 1. *Definizione delle condizioni parametriche di applicabilità dell'analisi pushover per edifici esistenti irregolari in pianta progettati con le norme sismiche italiane ed internazionali (edifici irregolari code-designed)* 2. *Proposte di modifica dell'analisi pushover per tener conto degli effetti dell'irregolarità strutturale* *A valle di studi sviluppati nel precedente progetto ReLUIS, che avevano riguardato essenzialmente edifici pre-normativa, questa UR prevede di definire le condizioni di applicabilità dell'analisi pushover per edifici irregolari la cui distribuzione planimetriche delle resistenze è stata progettata con i codici sismici nazionali entrati successivamente in vigore e con quelli internazionali. Lo studio verrà condotto sia con modelli semplificati che con modelli realistici di edifici multi-piano in c.a. e si prevede che possa anche fornire chiare indicazioni sulle prestazioni relative dei differenti codici sismici presi in considerazione.* *Una volta definite le condizioni parametriche di applicabilità dell'analisi pushover, verranno calibrate opportune modifiche per tener conto degli effetti dell'irregolarità planimetrica, in modo da approssimare conservativamente i risultati dell'analisi dinamica non lineare.*		

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 1.1.2 *Sub-Task 2*	1. *Definizione applicabilità dell'analisi pushover per edifici irregolari code-designed*	*24 – Cartaceo*
	Task 1.1.2 *Sub-Task 2*	*Proposte di modifica dell'analisi pushover*	*36 - Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 1.1.2 *Sub-Task 2*	1. *M. De Stefano, B. Pintucchi (2010). Predicting Torsion-Induced Lateral Displacements for Pushover Analysis: Influence of Torsional System Characteristics.* Earthquake Engineering and Structural Dynamics, (published online March 2010, in press).	

		2. *A. D'Ambrisi, M. De Stefano, M. Tanganelli (2009). Use of Pushover Analysis for Predicting Seismic Response of Irregular Buildings: a Case Study.* Journal of Earthquake Engineering, Vol. 13, pp. 1089-1100. 3. *M. De Stefano, B. Pintucchi (2008). A Review of Research on Seismic Behaviour of Irregular Building Structures since 2002.* Bulletin of Earthquake Engineering, Vol. 6, No. 2, pp. 285-308. 4. *T. Trombetti, S. Silvestri, G. Gasparini, B. Pintucchi, M. De Stefano (2008). Numerical Verification of the Effectiveness of the Alpha Method for the Estimation of the Maximum Rotational Elastic Response of Eccentric Systems.* Journal of Earthquake Engineering, Vol. 12, pp. 248-280. 5. *A. D'Ambrisi, M. De Stefano, M. Tanganelli (2008). Definition of system parameters and applicability of pushover analysis to multi-storey irregular buildings.* Proc. 5th European Workshop on the Seismic Behaviour of Irregular and Complex Structures, Catania, 16-17 September

Scheda UR UNINA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNINA-DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel. 081-7683336, Fax. 081-7683332</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Emidio Nigro</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Emidio Nigro</td><td>Professore Associato</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Antonio Bilotta</td><td>Dottorando di Ricerca</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Giuseppe Cefarelli</td><td>Dottorando di Ricerca</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Anna Ferraro</td><td>Tirocinante o stagista</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT-1 , Linea 1.1</td><td colspan="2">1.1.2</td></tr>
<tr><td>AT-2 , Linea 2.1</td><td colspan="2">2.1.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">AT-1 , Linea 1.1
Task 1.1.2 (Strutture in cemento armato ordinarie e prefabbricate):
1. <u>SUBTask 6 (Comportamento e rinforzo di pilastri e travi)</u>: Studio del problema dell’aderenza dei rinforzi esterni in FRP su strutture in calcestruzzo armato, utilizzati per il rinforzo a flessione, pressoflessione e taglio di elementi in calcestruzzo armato. Verrà esaminato in particolare il fenomeno di delaminazione di estremità ed intermedia in campo monotono e ciclico. In particolare, sono previste indagini sperimentali consistenti in prove di aderenza e di flessione sotto carichi monotoni e ciclici su elementi di calcestruzzo rinforzati con lamine e tessuti di CFRP, con l’obiettivo di validare le attuali formulazioni di progetto fornite dalle Istruzioni CNR-DT200/2004, che regolano la progettazione, l’esecuzione e il controllo degli interventi di consolidamento mediante l’uso dei compositi fibrorinforzati. Le prove si svolgeranno presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II.

2. <u>SUBTask 7 (Metodi di rafforzamento locale degli edifici) e SUBTask 8 (Metodi di miglioramento ed adeguamento globale degli edifici)</u>: Esame comparato dell’efficacia di diverse metodologie di miglioramento ed adeguamento sismico di edifici esistenti in calcestruzzo armato. Verranno prese in esame le tecniche di intervento su singole membrature della struttura esistente con materiali innovativi e tradizionali (member-level retrofitting techniques) e quelle che prevedono la realizzazione di interventi di tipo globale mediante elementi di controvento (structure-level retrofitting techniques), nonchè tecniche di adeguamento basate sull’isolamento sismico. Le analisi comparative saranno condotte nell’ambito di un approccio basato sugli spostamenti (displacement-based approach) con l’obiettivo di pervenire ad una strategia razionale di adeguamento sismico, che preveda anche la combinazione di tecniche di adeguamento differenti e fondata sia sul soddisfacimento di condizioni di tipo strutturale (verifica dei vari stati limite di comportamento della struttura), sia su criteri economici legati al costo di intervento. I casi studio riguarderanno edifici tipici dell’edilizia scolastica esistente progettati in assenza di criteri antisismici.

AT-2 , Linea 2.1
Task 2.1.1 (Strutture in cemento armato nuove):
1. <u>SUBTask 9 (Aspetti innovativi nel progetto di edifici di nuova realizzazione)</u>: Esame comparato delle differenti tecniche di protezione antisismica di edifici nuovi in calcestruzzo armato, anche in relazione ai requisiti di sicurezza</td></tr>
</table>

	strutturale in condizioni di incendio. Verranno prese in esame sia tecniche di progettazione antisismica più classiche, in cui la dissipazione è affidata a telai sismo-resistenti o a sistemi a parete o misti telaio-parete, sia tecniche innovative basate sull'introduzione di un sistema di isolamento sismico. Con riferimento a tipologie di edifici di interesse verranno eseguite le progettazioni antisismiche utilizzando i vari sistemi strutturali citati ed applicando l'analisi lineare statica o dinamica prevista dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008). La valutazione comparativa delle prestazioni di ciascun sistema strutturale verrà condotta applicando l'analisi statica non lineare con riferimento ai vari stati limite previsti dalle norme citate. Nell'attività saranno anche esaminati alcuni aspetti di interazione tra la progettazione antisismica e la progettazione di strutture resistenti al fuoco, requisito richiesto per varie destinazioni d'uso (commerciali, industriali, autorimesse) e significativo per alcune tipologie strutturali, come quelle prefabbricate caratterizzate in genere da ridotte dimensioni degli elementi strutturali.

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 1.1.2	*Rapporto sulle prove monotone e cicliche di aderenza rinforzo-calcestruzzo.* *Rapporto sui risultati dell'analisi comparativa di diverse metodologie di miglioramento ed adeguamento sismico di edifici esistenti in calcestruzzo armato.*	*18 – Cartaceo* *36 – Cartaceo*
	Task 2.1.1	*Rapporto sui risultati dell'analisi comparativa di differenti tecniche di protezione antisismica di edifici nuovi in calcestruzzo armato.*	*36 - Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**
	Task 1.1.2	1. Nigro E., Di Ludovico M., Bilotta A. (2010), *Experimental investigation on FRP-concrete debonding under cyclic actions*, Accepted for publication on ASCE's Journal of Materials in Civil Engineering. 2. Faella C., Martinelli E., Nigro E. (2009), *Direct versus Indirect Method for identifying FRP-to-concrete interface relationships*, Journal of Composites for Constructions, ASCE, Vol. 13, No. 3, June 1, 2009, pp. 226-233. 3. Faella C., Martinelli E., Nigro E. (2008), *A rational strategy for seismic retrofitting of RC existing buildings*, Proceedings of 14th World Conference on Eathquake Engineering, Beijing, China, October 12-17, 2008. 4. Faella C., Martinelli E., Nigro E. (2008), *Steel Bracings in a Rational Strategy for Seismic Retrofitting of Existing RC Buildings*, Proceedings of the 5rd European Conference on Steel Structures (EUROSTEEL 2008), Graz (Austria), 3-5 September 2008. 5. Faella C., De Santo D., Martinelli E., Nigro E. (2006), *Some Remarks on the Seismic Assessment of RC Existing Buildings in Italy according to the Recent Codes*, Proceedings of the 1st European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneve (Switzerland), 3-8 September 2006. Paper 1375.
	Task 2.1.1	1. Faella C., Lima C., Martinelli E., Nigro E. (2008), *Comparative Application of Capacity Models for Seismic Vulnerability Evaluation of Existing RC Structures*,

		Seismic Engineering International Conference commemorating Messina and Reggio Calabria Earthquake, Reggio Calabria and Messina (Italy), 8-11 July 2008. 2. Faella C., De Santo D., Martinelli E., Nigro E. (2005), *Rational Procedures for Seismic Assessment and Retrofitting of R.C. Existing Structures*, ACI Spring Convention 2005, Session "Seismic Engineering for Concrete Structures: Italian Perspective", New York (USA), 20-23 April 2005, Editors Chiorino M.A., Nanni A., Pp. 129-140, ISBN: 88-87030-99-5. Fisciano: CUES (Italy). 3. Nigro E., Pustorino S., Cefarelli G., Princi P. (2009), Progettazione di Strutture in Acciaio e Composte Acciaio-Calcestruzzo in Caso di Incendio, Hoepli Editore, Milano, Novembre 2009, pagine XII-452, ISBN 978-88-203-4400-9.

Scheda UR – UNIPA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIPA-DISAG, Università degli Studi di Palermo</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Aerospaziale e Geotecnica (DISAG), Università degli Studi di Palermo, viale delle Scienze, 90128, Palermo, Tel. 091 23896777, Fax. 091 427121</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Maurizio Papia</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Maurizio Papia</td><td>Ordinario</td><td>DISAG</td></tr>
<tr><td>Lidia La Mendola</td><td>Ordinario</td><td>DISAG</td></tr>
<tr><td>Liborio Cavaleri</td><td>Associato</td><td>DISAG</td></tr>
<tr><td>Giuseppe Campione</td><td>Associato</td><td>DISAG</td></tr>
<tr><td>Piero Colajanni</td><td>Associato</td><td>DIC (UNIME)</td></tr>
<tr><td>Calogero Cucchiara</td><td>Ricercatore</td><td>DISAG</td></tr>
<tr><td>Marinella Fossetti</td><td>Ricercatore t.d.</td><td>UniKore (Enna)</td></tr>
<tr><td>Giuseppina Amato</td><td>Assegnista</td><td>DISAG</td></tr>
<tr><td>Giuseppe Minafò</td><td>Dottorando</td><td>DISAG</td></tr>
<tr><td>Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">1.1.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 4: Lo studio che si propone sarà prevalentemente basato sui risultati ottenuti nell’ambito del precedente progetto Reluis, nel quale, in particolare, è stata dedotta e verificata sperimentalmente una metodologia di definizione del comportamento ciclico non lineare del puntone equivalente, applicabile a pannelli di tamponamento costituiti dai materiali più facilmente riscontrabili negli edifici esistenti del territorio nazionale. Sulla base dei risultati di tale sperimentazione, verranno condotte analisi statiche e dinamiche non lineari di telai piani e spaziali con caratteristiche tipiche degli edifici esistenti, allo scopo di definire criteri che conducano ad una preliminare valutazione dell’opportunità di includere i puntoni equivalenti nel modello di calcolo, con stima sufficientemente approssimata degli effetti che è ragionevole attendersi dalla loro presenza. Per gli stessi edifici saranno inoltre eseguite analisi dinamiche in campo elastico, valutando l’incidenza sulla risposta delle variate entità e distribuzione delle rigidezze laterali per la presenza dei tompagni. Effettuata la modellazione dei tompagni, i criteri verranno validati prendendo in considerazione alcuni edifici reali realizzati nel territorio de L’Aquila, lievemente o per nulla danneggiati dal terremoto, per i quali sono stati effettuati rilievi geometrici e prove sui materiali che hanno consentito di dedurre le curve di capacità, trascurando il contributo dei tamponamenti.

Task 6: Buona parte degli edifici esistenti in c.a., costruiti in epoca relativamente recente, può essere “migliorata” dal punto di vista sismico, a costi accettabili, incrementando, attraverso il confinamento, le capacità deformative delle zone critiche degli elementi strutturali, una volta scongiurato il pericolo di rotture fragili premature. Negli elementi presso-inflessi (pilastri), che evidentemente presentano limiti di duttilità in traslazione fortemente condizionati dal livello di compressione, le problematiche che investono la modellazione sono essenzialmente le seguenti: - affidabilità di legami costitutivi del calcestruzzo confinato, dedotti da prove di compressione centrata ma da applicarsi come legami puntuali in regime di grande eccentricità; - passaggio dalla duttilità in curvatura a quella in rotazione attraverso la definizione di una adeguata ampiezza della “cerniera plastica”; - definizione di domini di curvatura e rotazione in regime di presso-flessione deviata. Lo studio che si intende condurre riguarda essenzialmente questi aspetti. L’indagine sarà condotta per via analitico-numerica, prendendo in considerazione le numerose proposte di modellazione disponibili in letteratura, e per via sperimentale, attraverso prove monotone e cicliche in compressione centrata su “elementi di pilastri” di geometria differente, in presenza e in assenza di confinamento da incamiciatura metallica o fasciatura con FRP. Quindi verranno provati prototipi al vero di pilastri rinforzati soggetti a compressione costante e flessione alternata, utilizzando attrezzature e sistemi di contrasto disponibili nel</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">Laboratorio del Dipartimento.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l'UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 4</td><td>Risultati di analisi numeriche e criteri di stima degli effetti dei tamponamenti.</td><td>24 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 6</td><td>Verifica di affidabilità di espressioni normative relative al comportamento flessionale di pilastri rinforzati con confinamento esterno.</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 4</td><td colspan="2">Cavaleri L., Papia M., Fossetti M (2009). Modelling of out-of-plane behaviour of masonry walls. Journal of Structural Engineering-ASCE, vol. 135-12; p. 1522-1532, ISSN: 0733-9445
Amato G, Cavaleri L, Fossetti M, Papia M. (2009). An update model of equivalent diagonal strut for infill panels. Eurocode 8 Perspectives from the Italian Standpoint Workshop. p. 119-128, Napoli: Doppiavoce, ISBN/ISSN: 978-88-89972-16-8
Amato G.; Cavaleri L.; Papia M.; Colajanni P. (2009). Calibrazione sperimentale di un modello ciclico per tamponamenti . XIII Convegno L'Ingegneria Sismica in Italia Bologna 28 Giugno-2 Luglio 2009, IMREADY, San Marino, ISBN: 978-88-904292-0-0
Colajanni P, Impollonia N, Papia M. (2008). Effetti delle incertezze nella modellazione dei tamponamenti sull'efficacia dei criteri di progettazione di telai in c.a. In: Cosenza E., Manfredi G., Monti G.. Valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di edifici in cemento armato. p. 401-408, Monza-Milano: Polimetrica Int. Scientific Publisher, ISBN/ISSN: 978-88-7699-129-5
Cavaleri L., Fossetti M., Papia M. (2005). Infilled frames: developments in the evaluation of the cyclic behaviour under lateral loads. Structural Engineering and Mechanics, vol. 21; p. 469-494, ISSN: 1225-4568.</td></tr>
<tr><td>Task 6</td><td colspan="2">Campione G. Fossetti M., Papia M. (2010), "Behavior of Fiber-Reinforced Concrete Columns under Axially and Eccentrically Compressive Loads", ACI Structural Journal, vol. 107, n.3, pp. 272-281
Badalamenti V., Campione G., Mangiavillano M.L. (2010), Simplified model for compressive behavior of concrete columns strengthened by steel angles and strips", ASCE J. Engrg. Mech. vol. 136, n. 2, pp. 230-238.
Campione G., Minafò G. (2010), Compressive behavior of short high-strength concrete columns. Engineering Structures (in press), doi: 10.1016/j.engstruct. 2010.04.045.
Campione (2007), "Comportamento in compressione di elementi in calcestruzzo rinforzati con angolari e piatti metallici", Ingegneria Sismica n.4.
Campione G., Colajanni P, La Mendola L. Spinella N. (2006), " Ductility of R.C. members externally wrapped with FRP sheets", ASCE Jour. of Comp. in Constructions, vol.11, n.3, pp.279-290.</td></tr>
</table>

Scheda UR UNISA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNISA-DICiv, Università degli Studi di Salerno</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile (DICiv), Università degli Studi di Salerno, via Ponte don Melillo, 84084, Salerno, Tel. 089 964072, Fax. 089 964045</td></tr>
<tr><td>Coordinatori dell’unità</td><td colspan="3">Ciro Faella/Roberto Realfonzo</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Ciro Faella</td><td>Professore Ordinario</td><td>UNISA-DICiv</td></tr>
<tr><td>Roberto Realfonzo</td><td>Professore Associato</td><td>UNISA-DICiv</td></tr>
<tr><td>Enzo Martinelli</td><td>Ricercatore</td><td>UNISA-DICiv</td></tr>
<tr><td>Sergio Orlando Paciello</td><td>Assegnista</td><td>UNISA-DICiv</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>(AT-2) 3</td><td colspan="2">1</td></tr>
<tr><td>(AT-1) 1</td><td colspan="2">2 (sub task 2)</td></tr>
<tr><td>(AT-1) 1</td><td colspan="2">2 (sub task 5)</td></tr>
<tr><td>(AT-1) 1</td><td colspan="2">2 (sub task 8)</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">AT2 – Linea 3 - Task 1:
1. Realizzazione di prove sperimentali di pull-out su lamine in FRP collegate a blocchi di calcestruzzo tramite connettori metallici (“meccanically fastened - MF-FRP – laminates”);
2. Realizzazione di prove sperimentali su travi in c.a. rinforzate esternamente tramite lamine in FRP collegate con dispositivi metallici;
3. Realizzazione di prove sperimentali su pannelli murari rinforzati tramite lamine in composito ancorate meccanicamente;
4. Simulazione numerica delle prove sperimentali di cui sopra finalizzata alla identificazione dei legami forza spostamento che descrivono il comportamento degli ancoranti meccanici.
Le attività elencate sopra si inseriscono in modo appropriato all’interno delle tematiche trattate dal Task 1- Linea 3 dell’AT-2.

AT1 – Linea 1 – Task 2 (sub task 2):
Le attività previste nell’ambito di questo task sono elencate nel seguito:
1. Confronto parametrico di metodi di analisi statica non lineare per la valutazione della risposta sismica di strutture esistenti;
2. Calibrazione di metodi di analisi statica non lineare che tengano esplicitamente conto delle effettive capacità dissipative delle strutture;

AT1 – Linea 1 - Task 2 (sub task 5):
Le attività previste nell’ambito di questo task sono elencate nel seguito:
1. Analisi comparata dei modelli di capacità disponibili in letteratura per la valutazione della resistenza di nodi in c.a.;
2. Calibrazione di modelli di capacità specifici per diverse tipologie di nodi trave-colonna, distinte per posizione nell’ambito della struttura, dettagli costruttivi e criteri di progetto.

AT1 – Linea 1 - Task 2 (sub task 8):
Le attività previste nell’ambito di questo task sono elencate nel seguito:
1. Selezione di parametri di vulnerabilità significativi per la descrizione delle carenze strutturali delle strutture esistenti;
2. Esame bibliografico rivolto alla raccolta di informazioni sulle diverse soluzioni tecnologiche per la realizzazione di controventi metallici per l’adeguamento sismico di strutture esistenti;
3. Prove sperimentali per la descrizione del comportamento ciclico di componenti dissipativi (links) da utilizzare in controventi eccentrici in acciaio;
4. Formulazione di criteri di progetto per il dimensionamento di controventi metallici finalizzati all’adeguamento sismico di strutture in c.a.</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

	Task	Descrizione	Mese di consegna e formato
Prodotti di cui è responsabile l'UR	*2.3.1*	*Rapporti di prova relativi alla sperimentazione prevista.*	*36 – Cartaceo*
	2.3.1	*Modello numerico per la simulazione del comportamento meccanico di travi in c.a. rinforzate con compositi meccanicamente collegati (MF-FRP).*	*36 – Software*
	1.1.3(2)	*Descrizione di una metodologia semplificata per la valutazione della domanda di spostamento tenendo conto delle effettive capacità dissipative della struttura.*	*12 – Cartaceo*
	1.1.3(5)	*Database sperimentale con risultati di prove su nodi trave-colonna interni ed esterni.*	*12 - Software*
	1.1.3(8)	*Descrizione di una strategia razionale di adeguamento sismico di strutture esistenti con l'impiego di controventi dissipativi in acciaio.*	*36 – Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	2.3.1	1. *Faella C., Martinelli E., Nigro E. (2008), Formulation and Validation of a Theoretical Model for Intermediate Debonding in FRP Strengthened RC Beams, Composites Part B, 39 (4), p.645-655, Jun 2008 (doi:10.1016/j.compositesb.2007.06.002);* 2. *Napoli A., Matta F., Martinelli E., Nanni A., Realfonzo R. (2009), Flexural RC members strengthened with mechanically fastened FRP laminates: test results and numerical modeling, Proceedings of Asia-Pacific Conference on FRP in Structures, APFIS 2009, Seoul, Korea, December 9-11;* 3. *Faella C., Martinelli E., Nigro E., Paciello S. (2009), Shear Capacity of Masonry Walls Externally Strengthened by a Cement-Based Composite Material: an Experimental Campaign, International Journal of Construction and Building Materials, (doi: 10.1016/j.conbuildmat.2009.08.019)* 4. *Ascione L., Napoli A., Realfonzo R., Matta F., Nanni A. (2009), Strengthening of masonry with Mechanically Fastened FRP laminates, Proceedings of MuRiCO3 "Mechanics of Masonry Structures strengthened with Composite Materials", AICO, Venice, April 22-24, ISBN 88-371-1771-X.* 5. *Napoli A., Matta F., Martinelli E., Nanni A., Realfonzo R. (2010), Modelling and verification of response of RC slabs strengthened in flexure with mechanically fastened FRP laminates, Accepted for publication on the Magazine of Concrete Research (in press)*	
	1.1.3 (2)	1. *Faella C., Martinelli E., Nigro E., On the Assessment of the seismic performance of Reinforced Concrete existing Buildings, Proceedings of the 12th ECEE, London (UK), September 2002;* 2. *Faella C., De Santo D., Martinelli E., Nigro E., Some Remarks on the Seismic Assessment of RC Existing Buildings in Italy according to the Recent Codes, Proceedings of the 1st European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneve (Switzerland), 3-8 September 2006. Paper 1375;* 3. *Faella C., Lima C., Martinelli E., Nigro E.,*	

		Comparative Application of Capacity Models for Seismic Vulnerability Evaluation of Existing RC Structures, Proceedings of the MERCEA'08 Conference, Reggio Calabria (Italy), 8-11 July 2008, pp. 1187-1194; 4. *Faella C., Lima C., Martinelli E., Non-Linear Static Methods for Seismic Fragility Analysis and Reliability Evaluation of Existing Structures, Proceedings of 14th WCEE, Beijing (China), 12-17 September, Paper ID 05-01-0476;* 5. *Faella C., Lima C., Martinelli E., Definizione e Valutazione Parametrica di Misure di Vulnerabilità Sismica per Edifici Esistenti in Cemento Armato, XIII Congresso ANIDIS – L'Ingegneria Sismica in Italia, Bologna, 29 Giugno - 2 Luglio 2009, SM 14.14.*
	1.1.3 (5)	1. *Faella C., Martielli E., Modelli di capacità per nodi esterni in c.a.: confronti teorico-sperimentali, Atti del XVII Congresso C.T.E., Roma, Università di "Roma Tre", 4-6 Novembre 2008, Paper A17;* 2. *Masi A., Santarsiero G., Verderame G., Russo G, Martinelli E., Pauletta M., Cortesia A.., Capacity Models of Beam-Column Joints: Provisions of European and Italian Seismic Code and Possible Improvementes, Convegno Finale del Progetto ReLUIS-DPC, Napoli, 1-3 Aprile 2009;* 3. *Lima C., Faella C., Martinelli E.: Validation of Capacity Models for Monotonic and Cyclic Behaviour of RC Beam-to-Column Joints, 14° ECEE, Orhid, 30 Aug. – 03 Sep 2010.;*
	1.1.3 (8)	1. *Faella C., Martinelli E., Nigro E., Seismic Assessment and retrofitting of R.C. existing buildings, Proceedings of the 13th World Conference on Earthquake Engineering, Paper 84, Vancouver (Canada), 1-6 August 2004;* 2. *Faella C., De Santo D., Martinelli E., Nigro E., Rational Procedures for Seismic Assessment and Retrofitting of RC Existing Structures, Seismic Engineering for Concrete Structures - Italian Perspective, Editors Chiorino M.A., Nanni A., pp. 129-140, ISBN: 88-87030-99-5, Cues, Fisciano (ITALY);* 3. *Faella C., Martinelli E., Nigro E., Steel bracings in a rational strategy for seismic retrofitting of existing RC buildings, EuroSteel 2008 Conference, Graz (Austria), 03-05 September, Paper 472;* 4. *Faella C., Martinelli E., Nigro E., A rational Strategy for Seismic Assessment of RC Existing Buildings, 14th WCEE, Beijing (China), 12-17 September, Paper ID 05-03-0208;* 5. *Faella C., Martinelli E., Nigro E., Formulation and Validation of a Theoretical Model for Intermediate Debonding in FRP Strengthened RC Beams, Composites Part B, 39 (4), p.645-655, Jun 2008 (doi:10.1016/j.compositesb.2007.06.002).*

Scheda UR –POLIBA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – Poliba – DICAR Politecnico di Bari</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Scienze dell’Ingegneria Civile e dell’Architettura, Politecnico di Bari, Via E. Orabona, 4Bari, tel 0805963876, Fax 0805963823</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Mauro Mezzina</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Mauro Mezzina</td><td>Professore Ordinario</td><td>DICAR</td></tr>
<tr><td>Giuseppina Uva</td><td>Professore Associato</td><td>DICAR</td></tr>
<tr><td>Domenico Raffaele</td><td>Ricercatore</td><td>DICAR</td></tr>
<tr><td>Rita Greco</td><td>Ricercatore</td><td>DICAR</td></tr>
<tr><td>Giuseppe Marano</td><td>Ricercatore</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Andrea Fiore</td><td>Assegnista di ricerca</td><td>DICAR</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">1.1.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 1.1.2, subtask 2 - Valutazione del comportamento non lineare degli edifici
Le attività dell’UR saranno incentrate sui metodi di analisi non lineare per la verifcadegli edifici esistenti. sull’applicazione di metodi di analisi non lineare a casi di studio “reali”, con particolare riferimento ad edifici sensibili (scuole). A valle della fase conoscitiva, con l’acquisizione di tutti i dati relativi alle indagini sulle strutture e sui materiali, verranno effettuati confronti “numerici” tra diverse strategie di analisi. In particolare verranno effettuati:

Confronti tra modelli a plasticità diffusa e a plasticità concentrata per l’analisi di edifici in c.a.;

Applicazione e validazione di linee guida per la valutazione della sicurezza di edifici strategici esistenti in c.a. con particolare riferimento ai metodi di analisi non lineare.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.2</td><td>Elaborazione di benchmark di confronto per la validazione dei differenti codici di calcolo da utilizzare.
Raccolta dei dati relativi ai casi di studio (progetti originari, rilievi, indagini sui materiali).
Analisi numeriche e confronti tra i diversi metodi applicati ai casi di studio selezionati.</td><td>12 – Cartaceo

24 – Cartaceo

36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.2</td><td colspan="2">1. Mauro Mezzina, Fabrizio Palmisano, Giuseppina Uva, “Chapter 16: Reinforced Concrete Constructions at the Beginning of the 20th Century: Historical Review and Structural Assessment”, In: Materials, Technologies And Practice In Historic Heritage Structures, (Bostenaru-Dan, Maria; Pøikryl, Richard; Török, Akos Eds.), pp. 293-326, ISBN: 978-90-481-2683-5, Springer Verlag, 2010.
2. Sicurezza e conservazione delle prime costruzioni in calcestruzzo armato. A cura di M. Mezzina, G. Uva, R. Greco; Ed. Città Studi di De Agostini scuola. ISBN: 978-88-251-7311-6. 2008.</td></tr>
</table>

		3. G.C. Marano, R. Greco, Mezzina M.. Stochastic Approach for Analytical Fragility Curves. A*sce Journal of Civil Engineering*, vol. 12(5); p. 305-312, ISSN: 1226-7988. 2008. 4. Mezzina M., D.Raffaele. Rotational ductility of r.c. beams: a parametric analysis. In: *Proc. 2nd International Fib Congress*. Napoli, 5-8 Giugno 2006, ISBN/ISSN: ISBN 88-89972-06-8.2006 5. Mezzina M., Raffaele D.. Interaction domains for buckling of isolated r.c. columns. In: Proc. *2nd International Fib Congress*. Napoli, 5-8 Giugno 2006, ISBN/ISSN: ISBN 88-89972-06-8.2006

Scheda UR UNICT

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNICT-DICA, Università degli Studi di Catania</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA), Università degli Studi di Catania, via A. Doria 6, 95125, Catania, Tel. 0957382267, Fax. 0957382298</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Aurelio Ghersi</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Aurelio Ghersi</td><td>Professore ordinario</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Pier Paolo Rossi</td><td>Ricercatore confermato</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Edoardo Michele Marino</td><td>Ricercatore</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Melina Bosco</td><td>Assegnista</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">1.1.2 (subtask 2 Valutazione del comportamento non lineare degli edifici)</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">1.1.2 (subtask 4 Influenza della tamponatura sulla risposta strutturale)</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">1.1.2 (subtask 8 Metodi di miglioramento ed adeguamento globale degli edifici)</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 1.1.2
(subtask 2 - Valutazione del comportamento non lineare degli edifici):
Validazione di una procedura di analisi statica nonlineare per la valutazione della risposta sismica di sistemi monopiano irregolari in pianta.
Estensione della procedura ai fini di valutare la risposta sismica di edifici multipiano irregolari in pianta.
Si prevede di completare uno studio già in corso sulla definizione di una procedura di analisi statica non lineare. La procedura proposta prevede due analisi statiche non lineari con eccentricità correttive definite analiticamente e tarate sulla risposta di sistemi monopiano irregolari in pianta. La procedura sarà applicata anche a sistemi multipiano con irregolarità delle masse e/o delle rigidezze, sulla base di analisi dinamiche non lineari caratterizzate da input sismico bidirezionale.
Task 1.1.2
(subtask 4 - Influenza della tamponatura sulla risposta strutturale)
1. Indagine di laboratorio volta a valutare la possibilità di rottura del giunto tra pilastri e nodi in presenza di modesta staffatura della parte superiore dei pilastri.
2. Valutazione teorica delle caratteristiche di sollecitazione resistenti corrispondenti all’attivazione del meccanismo considerato.
Si prevedono prove di laboratorio su telai monopiano in conglomerato cementizio armato con tamponature tradizionali al fine di investigare la possibilità di rottura del giunto tra pilastri e nodi in presenza di modesta staffatura della parte superiore dei pilastri. L’indagine sperimentale di laboratorio è affiancata da una ricerca teorica al fine di suggerire una modellazione affidabile del fenomeno in studio e di proporre una valutazione semplificata delle sollecitazioni corrispondenti alla modalità di rottura in oggetto.
Task 1.1.2
(subtask 8 - Metodi di miglioramento ed adeguamento globale degli edifici)
1. Definizione di una procedura di progetto per interventi di adeguamento che prevedano l’inserimento di pareti incernierate alla base e dispositivi di dissipazione energetica.
2. Valutazione della risposta sismica dei sistemi adeguati mediante la tecnica proposta.
L’intervento di adeguamento oggetto di indagine è di recente concezione e considera la realizzazione di pareti in cemento armato incernierate alla base dell'edificio (Wada et al. 2009) nonché l'utilizzo di dissipatori posti tra le pareti e la struttura al contorno. Le pareti aumentano in modo significativo la rigidezza laterale di piano e favoriscono</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">lo sviluppo di valori uniformi degli spostamenti di interpiano lungo l'altezza dell'edificio. I valori massimi degli spostamenti relativi di piano e quindi dei danni sono ridotti dai dissipatori posti sui bordi delle pareti. La ricerca si propone di definire le caratteristiche minime di rigidezza e resistenza da assegnare alle pareti in conglomerato cementizio armato nonché le caratteristiche dei dispositivi di dissipazione energetica. Saranno esaminati in dettaglio anche i collegamenti tra le pareti e la fondazione nonché le modalità di inserimento dei dispositivi di dissipazione energetica. Un'analisi dinamica non lineare consentirà di valutare la prestazione degli edifici in presenza di sismi di differente intensità.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti di cui è responsabile l'UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.2
(subtask 2)</td><td>Definizione di una procedura per l'analisi statica non lineare di sistemi irregolari in pianta</td><td>24 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.2
(subtask 4)</td><td>Relazione delle prove di laboratorio su telai monopiano al fine di valutare la capacità resistente del telaio in corrispondenza della rottura del giunto tra pilastri e nodi</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.2
(subtask 8)</td><td>Relazione dell'attività di ricerca svolta con riferimento all'introduzione di pareti incernierate e dissipatori all'interno di strutture esistenti</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.2
(subtask 2)</td><td colspan="2">BOSCO M., MARINO E.M, GHERSI A (2009). On the evaluation of seismic response of structures by nonlinear static methods. EARTHQUAKE ENGINEERING & STRUCTURAL DYNAMICS, vol. 38; p. 1465-1482, ISSN: 0098-8847, doi: 10.1002/eqe.911
BOSCO M., FERRARA G, GHERSI A, MARINO E.M (2009). Corrective Eccentricities for the evaluation of the Seismic response of one-storey Asymmetric Systems by Nonlinear Static Analysis. ENVIRONMENTAL SEMEIOTICS, vol. 2; p. 80-94, ISSN: 1971-3460, doi: 10.3383/es.2.2.2
BOSCO M, MARINO E.M, ROSSI P.P. (2008). An analytical approach for the evaluation of the in-plan irregularity of real buildings. In: Workshop on the
seismic behaviour of asymmetric and irregular structures. Catania
MARINO E.M, ROSSI P.P. (2004). Exact evaluation of the location of the optimum torsion axis. THE STRUCTURAL DESIGN OF TALL AND SPECIAL
BUILDINGS, vol. 13; p. 277-290, ISSN: 1541-7794</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.2
(subtask 8)</td><td colspan="2">ROSSI P.P. (2007). A design procedure for tied braced frames. EARTHQUAKE ENGINEERING & STRUCTURAL DYNAMICS, vol. 36; p. 2227-2248, ISSN:
0098-8847, doi: 10.1002/eqe.734
BOSCO M, MARINO E.M, ROSSI P.P. (2009). Procedura di progetto per sistemi con controventi concentrici ad instabilità impedita e pendoli verticali. In:
L'acciaio per un futuro sostenibile Padova, Settembre 2009, MILANO: ACS ACAI SERVIZI srl, p. 79-91</td></tr>
</table>

Scheda UR - UNIUD

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIUD-DICA, Università degli Studi di Udine</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICA), Università degli Studi di Udine, via delle Scienze 208, 33100, Udine, Tel. 0432 558050, Fax. 0432 558052</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Iunio Iervolino</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Gaetano Russo</td><td>Docente</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Igino Pitacco</td><td>Ricercatore</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Paolo Angeli</td><td>Ricercatore</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">1.1.2</td></tr>
<tr><td>2.1</td><td colspan="2">2.1.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 1.1.2:
Subtask 5 - Comportamento e rinforzo di nodi

1. Progettazione di sei nodi esterni trave-pilastro, a tre a tre uguali tra loro, secondo le seguenti due normative: tre nodi secondo il Regio Decreto 16 novembre 1939-XVIII n. 2229 “Norme per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato”, e tre nodi secondo il D.M. 26 marzo 1980 “Norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche”.
2. Prova di quattro nodi (due nodi per tipo) sotto l’azione di carichi ciclici con inversione, presso il Laboratorio Prove Materiali e Strutture dell’Università di Udine.
3. Valutazione dei risultati delle prove sperimentali e confronto tra tali risultati e quelli ottenuti dai nodi progettati secondo l’attuale normativa (vedi Task 2.1.1).
4. Determinazione di espressioni analitiche della resistenza dei nodi basate sul fenomeno dell’aderenza delle barre d’armatura.
5. Proposta di metodi di rinforzo, eventualmente diversificati per tipologia di nodo, ed esecuzione delle prove cicliche sui due nodi non ancora provati e rinforzati.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">Task 2.1.1:
Subtask 5 - Comportamento e rinforzo di nodi

1. Progettazione di due nodi esterni trave-pilastro secondo il D.M. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni”.
2. Prova dei due nodi sotto l’azione di carichi ciclici con inversione, presso il Laboratorio Prove Materiali e Strutture dell’Università di Udine.
3. Valutazione dei risultati delle prove sperimentali e confronto tra tali risultati e quelli ottenuti dai i nodi progettati secondo normative precedenti a quella attualmente in vigore (vedi Task 1.1.2).
4. Determinazione di espressioni analitiche della resistenza dei nodi basate sul fenomeno dell’aderenza delle barre d’armatura.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.2 Subtask 5</td><td>Comportamento sotto azione sismica di nodi esterni trave-pilastro progettati con normative antecedenti alle NTC 2008.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.1.1 Subtask 5</td><td>Comportamento sotto azione sismica di nodi esterni trave-pilastro progettati con le NTC 2008.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
</table>

	Task	Citazione
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	*Task 1.1.2 e 2.1.1*	1. *Russo G., Pauletta M., Mitri D. (2009). Solution for bond distribution in asymmetric R.C. structural members. ENGINEERING STRUCTURES, vol. 31; p. 633-641, ISSN: 0141-0296, doi: 10.1016/j.engstruct.2008.11.003* 2. *Russo G., Pauletta M. (2008). Comportamento di Nodi Trave-Pilastro Esterni Rinforzati. In: Cosenza E., Manfredi G., Monti G.. Valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di edifici esistenti in cemento armato. p. 561-568, Monza (MI): Polimetrica International Scientific Publisher, ISBN/ISSN: 978-88-7699-129-5.* 3. *Russo G., Pauletta M., Nardi E. (2007). Indagine Sperimentale su Nodi Esterni Trave-Pilastro Armati con Barre Lisce,. In: XII Convegno "L'ingegneria Sismica in Italia". Pisa (Italy), 10-14 Giugno 2007, PISA: Edizioni Plus - Pisa University Press, p. 8, ISBN/ISSN: 978-88-8492-458-2.* 4. *Russo G., Pauletta M. (2006). A Simple Method for Evaluating the Maximum Slip of Anchorages. MATERIALS AND STRUCTURES, vol. 39; p. 533-546, ISSN: 1359-5997.* 5. *Russo G., Venir R., Pauletta M., Somma G. (2006). Reinforced concrete corbels-Shear strength model and design formula. ACI STRUCTURAL JOURNAL, vol. 103, No.1; p. 3-10, ISSN: 0889-3241.*

Scheda UR UNIROMA1

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIROMA1-DISG, “La Sapienza” Università degli Studi di Roma</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica (DISG), “La Sapienza” Università degli Studi di Roma, via Eudossiana 18, 00184, Roma, Tel. 06 4991 9154, Fax. 06 322 1449</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Fabrizio Mollaioli</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Fabrizio Mollaioli</td><td>Professore Associato</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td>Andrea Lucchini</td><td>Assegnista di Ricerca</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">1.1.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">SubTask 2 Valutazione del comportamento non lineare degli edifici:
1. Selezione di telai in cemento armato rappresentativi di una larga classe di edifici esistenti, in termini di configurazione in pianta ed in elevazione e di resistenza alle azioni sismiche.
2. Esame comparativo delle diverse metodologie di analisi non lineare dinamica delle strutture esistenti in cemento armato finalizzate alla valutazione della risposta sismica. Modellazione bi- e tridimensionale di una campione di edifici in cemento armato e serie di analisi dinamiche non lineari sui telai soggetti ad un significativo insieme di segnali accelerometrici. Si prevede di effettuare le analisi non lineari su telai modellati con diversi livelli di dettaglio.
3. Definizione di opportune misure di intensità sismica, in ambito bi- e tridimensionale da impiegare nelle analisi di correlazione con parametri di risposta strutturale. Individuazione e valutazione di parametri sintetici della risposta espressi in termini di spostamenti, forze, energia da utilizzare nelle analisi di correlazione con le misure di intensità.
4. Si valuterà anche la risposta di piano in termini di fattori di amplificazione, sia in termini di accelerazione massima che spettrale, e si effettueranno analisi di correlazione con misure di intensità reperibili in letteratura.
5. Sintesi dei risultati ottenuti in relazione alle possibili applicazioni anche in campo normativo.
SubTask 4 Influenza della tamponatura sulla risposta strutturale
1. Si valuterà la risposta dinamica di telai in cemento armato, rappresentativi di una larga classe di edifici esistenti, anche in presenza di tamponature inserite nei riquadri di telaio, e si effettueranno analisi di correlazione tra misure di intensità e parametri di risposta in funzione delle tamponature presenti.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.2</td><td>Rapporto sui risultati delle analisi dinamiche sui telai in cemento armato e delle analisi di correlazione tra parametri di risposta e misure di intensità sismica.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.2</td><td colspan="2">1. Decanini L., De Sortis A., Liberatore L., Mollaioli F. (2005) “Estimation of near-source ground motions and seismic behaviour of RC framed structures damaged by the 1999 Athens earthquake”, Journal of Earthquake</td></tr>
</table>

		Engineering, Vol. 9, No. 5 (2005) 609–635. 2. *Mollaioli F., Mura A., Decanini L. (2007) "Assessment of the deformation demand in multi-storey frames", Journal of Seismology and Earthquake Engineering, Winter 2007, Vol. 8, No. 4, 195-211.* 3. *Mollaioli F., Bruno S. (2008) "Influence of site effects on inelastic displacement ratios for SDOF and MDOF systems", Computers and Mathematics with Applications 55 (2008) 184–207.* 4. *Bazzurro P., Mollaioli F., De Sortis A., Bruno S. (2006) "Effects of masonry walls on the seismic risk of reinforced concrete frame buildings", 8th U.S. National Conference on Earthquake Engineering, San Francisco, April 18-21, 2006, paper n.1449.* 5. *Mollaioli F., Bazzurro P., Bruno S., De Sortis A., (2009) "Influenza della modellazione strutturale sulla risposta sismica di telai in cemento armato tamponati", Atti del XIII Convegno ANIDIS L'ingegneria Sismica in Italia, Bologna, 2009, paper SM10_03.*

Scheda UR UNINA-b

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR UNINA-b - DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel. 081 7683927, Fax. 081 7683332</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Calderoni Bruno – Lenza Pietro</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Bruno Calderoni</td><td>Prof. Associato</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Pietro Lenza</td><td>Prof. Associato</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Emilia Angela Cordasco</td><td>Dottore di Ricerca</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Gaetana Pacella</td><td>Dottorando</td><td>SUN</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">AT1-1.1a.3b</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task AT1-1.1a.3b:
Analisi del comportamento globale: il ruolo delle fasce di piano ed i relativi criteri di resistenza
a) Definizione delle diverse tipologie strutturali dei pannelli di fascia di piano negli edifici esistenti con riferimento anche alle diverse murature storiche.
b) Messa a punto di modelli teorici per la determinazione della capacità (resistenza e deformazione) dei pannelli di fascia di piano e dei conseguenti criteri di resistenza.
c) Analisi sperimentale su modelli in scala ridotta ed intermedia di pannelli murari di fascia soggetti a taglio, per le diverse tipologie murarie individuate. Sono previste prove monotone e cicliche per la valutazione delle capacità di resistenza e di deformazione nonché dei corrispondenti degradi ciclici.
d) Modellazione numerica delle prove sperimentali con sviluppo di analisi parametriche e confronti con i modelli teorici.
e) Modellazione della singola parete muraria in relazione al comportamento nel proprio piano ed al comportamento dei pannelli di maschio e di fascia.
f) Valutazione dell’influenza delle fasce murarie sul comportamento globale dell’edificio mediante analisi numeriche lineari e non lineari
g) Definizione di interventi di miglioramento delle fasce di piano compatibili con le esigenze di conservazione storica del manufatto.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1a.3b</td><td>Definizione dei criteri di valutazione della resistenza e della deformabilità delle fasce di piano delle diverse tipologie.</td><td>12 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1a.3b</td><td>Metodologie di verifica delle fasce di piano con le relative procedure applicative</td><td>24 – Cartaceo e/o software</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1a.3b</td><td>Linee guida per la valutazione della vulnerabilità degli edifici in muratura esistenti e per gli interventi di miglioramento e/o adeguamento con particolare riferimento alle fasce di piano</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
</table>

	Task	Citazione
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	AT1-1.1a.3b	1. *Calderoni B., Lenza P., Rossi P.P: "Pushover Tests on Intermediate-Scale Model of Masonry Buildings with Rigid Floor"* – "The masonry Society Journal", Vol.22, No.1 (September 2004), pag.71-85, The Masonry Society, Boulder, CO - USA (ISSN 0741-1294). 2. *Calderoni B., Cordasco E.A., Lenza P.: "Il ruolo della fascia di piano nel comportamento sismico degli edifici in muratura* - "Ingegneria sismica", Anno XXIV n.1/2007, pag.26-40, PATRON editore, Bologna (ISSN 0393-1420). 3. *Calderoni B., Cordasco E.A.., Guerriero L., Lenza P., Manfredi G.*: "*Mechanical Behaviour of Post-Medieval Tuff Masonry of The Naples Area*" – "Masonry International", Vol.21 No.3 (2009), pag.85-96, The International Masonry Society, Stoke-on-Trent, UK (ISSN 0950-2289). 4. *Calderoni B., Cordasco E.A.., Lenza P., Pacella G.*: "*Structural behaviour of masonry spandrels: experimental evaluation and reinforcing*" – Poceedings of "The International Conference on Protection of Historical Buildings, PROHITECH 09", Roma, June 2009, Editor F.M.Mazzolani, pag.1591-1596, Taylor and Francis Group, London, UK (ISBN 978-0-415-55803-7). 5. *Calderoni B., Cordasco E.A., Lenza P., Pacella G.*: "*Analisi numerica su base sperimentale del comportamento strutturale delle fasce murarie di piano*" – Atti del "XIII convegno nazionale ANIDIS: L'ingegneria sismica in Italia", Bologna, giugno-luglio 2009, (su DVD).

Scheda UR – UNIPD-a

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR-UNIPDa – Università degli Studi di Padova</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Costruzioni e Trasporti (DCT), Università degli Studi di Padova, via Marzolo 9, 35131, Padova, Tel. 049 8275613, Fax. 049 8275604</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Claudio Modena</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Claudio Modena</td><td>Ordinario</td><td>DCT</td></tr>
<tr><td>Filippo Casarin</td><td>Collaboratore</td><td>DCT</td></tr>
<tr><td>Filippo Lorenzoni</td><td>Dottorando</td><td>DCT</td></tr>
<tr><td>Massimo Dalla Benetta</td><td>Dottorando</td><td>DCT</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT1-1</td><td colspan="2">1b</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT1-1.1b:
Nell’ambito più generale del settore “Strutture in muratura: sperimentazione, valutazione dell’efficacia degli interventi” l’unità di ricerca persegue l’obiettivo di ottimizzare le tecniche diagnostiche disponibili allo stato dell’arte e di trasferire le conoscenze acquisite nell’ambito della sperimentazione in sito e delle tecniche di monitoraggio al fine di calibrare la progettazione per il rinforzo ed il consolidamento di strutture in muratura danneggiate dal terremoto de L’Aquila.
Nello specifico il programma di ricerca prevede:
• Definizione delle tecnologie di intervento adeguate e realizzabili per gli elementi strutturali verticali;
• Definizione e miglioramento delle procedure di laboratorio per la valutazione delle tecnologie di intervento e le specifiche per i campioni di laboratorio;
• Esecuzione di prove sperimentali distruttive, debolmente distruttive e non distruttive necessarie per caratterizzare la risposta di pareti e pilastri in muratura allo stato originale e rinforzato, al fine di ottenere informazioni sulle prestazioni del sistema e sull’efficacia degli interventi e di determinare le principali leggi costitutive per la modellazione;
• Simulazione numerica del comportamento sperimentale e valutazioni parametriche per la definizione delle caratteristiche meccaniche critiche e delle procedure di progettazione;
• Definizione sperimentale dei parametri relativi al comportamento globale dell’edificio attraverso prove di identificazione dinamica;
• Progettazione e installazione di sistemi di monitoraggio in grado di fornire una conoscenza più approfondita delle condizioni di una struttura storica. Essi permettono di intervenire con maggiore efficacia e solo se veramente necessario e sono in grado di monitorare le diverse fasi del cantiere di restauro.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>Definizione delle specifiche per i campioni di laboratorio e delle strategie di prova sugli elementi verticali</td><td>18 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td></td><td>Sviluppo e calibrazione di tecniche di monitoraggio sia a livello locale che globale e applicazione a casi di studio reali</td><td>24 – Applicazione su casi studio</td></tr>
<tr><td></td><td>Relazione tecnica con i risultati</td><td>30 – Cartaceo</td></tr>
</table>

		sperimentali sui materiali, le pareti e i pilastri in muratura	
		Linee guida sull'utilizzo di prove sperimentali e sistemi di monitoraggio sui casi di studio e definizione delle strategie per il controllo dell'adeguatezza e del livello di qualità degli interventi.	*36 – Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task AT1-1.1b	1. *Valluzzi M.R., da Porto F., Modena C. (2003). Grout requirements for the injection of stone masonry walls.* International Conference on Performance of Construction Materials. 18-20 February 2003. (pp. 393-402). Awarded as Best Research Paper. 2. *G. Riva, C. Bettio, C. Modena. "The use of sonic wave technique for estimating the efficiency of masonry consoldiation by injection",* Proc. 11th Int. Brick/Block Masonry Conf., Shangai, China, Oct. 1997 3. *F. Casarin, C. Modena (2010), Il monitoraggio strutturale di alcuni monumenti a l'aquila in seguito ai danni provocati dal sisma dell'aprile 2009,* i Beni Culturali (Anno XVIII - 2010 - Numero 1), BetaGamma ed. Viterbo 4. *F. Casarin, C. Modena, M. R. Valluzzi, F. da Porto (2010), Structural monitoring of damaged cultural heritage buildings after the April 2009 Abruzzi earthquake.* Proc. 3rd Euro Mediterranean Symposium On Advances in Geomaterial and Structures, AGS'10 - Djerba, Tunisia, 10-12 May 2010 5. *F. Casarin, M.R. Valluzzi, F. da Porto, C. Modena (2008), Structural monitoring for the evaluation of the dynamic response of historical monuments*, RILEM Symposium on On Site Assessment of Concrete, Masonry and Timber Structures - SACoMaTiS 2008, eds. L. Binda, M. di Prisco, R. Felicetti, ISBN 978-2-35158-061-5, pages 787 – 796, Publisher RILEM Publications SARL	

Scheda UR UNIPD-c

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR-UNIPDc – Università degli Studi di Padova</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Costruzioni e Trasporti (DCT) – Università degli Studi di Padova, Via Marzolo 9, 35131 Padova, Tel. 049 8275613, Fax. 049 8275604</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Maria Rosa Valluzzi</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Maria Rosa Valluzzi</td><td>Ricercatore</td><td>DAUR</td></tr>
<tr><td>Claudio Modena</td><td>Ordinario</td><td>DCT</td></tr>
<tr><td>Enrico Garbin</td><td>Collaboratore</td><td>DCT</td></tr>
<tr><td>Matteo Panizza</td><td>Collaboratore</td><td>DCT</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT1-1</td><td colspan="2">1b</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT1-1.1b:
Tema della ricerca: indagine sperimentale sull’efficacia di tecniche di consolidamento e rinforzo di strutture murarie e lignee mediante l’applicazione di materiali compositi.
L’attività dell’UR UNIPDc verterà essenzialmente sull’esecuzione di indagini sperimentali volte ad approfondire vari aspetti (esecutivi, di interazione e di efficacia) relativi al rinforzo di strutture murarie e lignee mediante applicazione di materiali compositi (FRP, SRP/G e fibre naturali).
(1) L’adesione per azioni normali verrà indagata tramite prove di Pull-off (prova di strappo normale) su diversi tipi di supporto murario, includendo come variabili il tipo di laterizio, la presenza o meno di giunti murari, il tipo di rinforzo. Tale attività è volta ad approfondire, per quanto riguarda la muratura, gli aspetti del collaudo dell’intervento proposti al paragrafo 5.8.1.1 delle “Linee guida per la Progettazione, l’Esecuzione ed il Collaudo di Interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP”.
(2) L’adesione per azioni tangenziali verrà indagata mediante Shear tests (prove di strappo a taglio) condotti su vari tipi di supporto e di rinforzo, ponendo inoltre a confronto diverse modalità di prova, al fine di approfondirne gli aspetti esecutivi, in assenza di linee guida, e di offrire un contributo alla validazione dei parametri di progetto proposti all’interno delle sopraccitate Linee Guida.
(3) Il rinforzo di solai lignei verrà indagato tramite di opportune prove mirate a valutare gli incrementi di resistenza e rigidezza nel piano correlati all’applicazione di elementi diagonali in materiale composito.
(4) Il rinforzo di volte a botte in muratura verrà indagato mediante l’esecuzione di prove su campioni in scala quasi-reale, ponendo a confronto variabili quali il tipo di applicazione (estradossale/intradossale), il tipo di rinforzo e la geometria strutturale in termini di rapporto luce/spessore. Le prove saranno condotte applicando due carichi verticali concentrati, in posizione simmetrica, variabili asincronicamente in modo tale da produrre un test di tipo ciclico sui campioni in oggetto.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>Relazione sull’attività sperimentale inerente le indagini di adesione per azioni normali (pull-off tests)</td><td>18 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>Relazione sull’attività sperimentale inerente le prove di adesione per azioni tangenziali (shear tests)</td><td>24 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>Relazione sull’attività sperimentale inerente il rinforzo nel piano di solai lignei</td><td>24 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>Relazione sull’attività sperimentale inerente il rinforzo di volte a botte in muratura</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
</table>

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	Task	Citazione
	Task AT1-1.1b	1. Garbin, E., Panizza, M., Valluzzi, M. R. e Modena, C. (in stampa). *Experimental assessment of bond behaviour of FRP on brick masonry*, IABSE Structural Engineering International. 2. Valluzzi, M. R. (2008). *Strengthening of masonry structures with Fibre Reinforced Plastics: from modern conception to historical building preservation – keynote lecture*. In: VI Int. Conf. on Structural Analysis of Historic Constructions. Bath (UK), pp. 33-45. 3. Valluzzi, M.R., Garbin, E., Dalla Benetta, M. e Modena C. (2008). *Experimental assessment and modelling of in-plane behaviour timber floors*, In: VI Int. Conf. on Structural Analysis of Historic Constructions. Bath (UK), pp. 755-762. 4. Valluzzi, M. R., Tinazzi, D. e Modena, C. (2002). *Shear behavior of masonry panels strengthened by FRP laminates*, Construction and Building Materials, 16(7), 409-416. 5. Valluzzi, M. R., Valdemarca, M. e Modena, C. (2001). *Behaviour of brick masonry vaults strengthened by FRP laminates*. ASCE Int. Journal of Composites for Construction, 5(3), 163-169.

Scheda UR – UNIPI

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIPI-DIC, Università di Pisa</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile (DIC), Università di Pisa, via Gabba n.22, 56126, Pisa, Tel. 050.2217701, Fax. 050.2217700</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Mauro Sassu</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Mauro Sassu</td><td>Professore associato</td><td>DIC</td></tr>
<tr><td>Anna De Falco</td><td>Ricercatore in formazione</td><td>DIC</td></tr>
<tr><td>Walter Salvatore</td><td>Ricercatore</td><td>DIC</td></tr>
<tr><td>Marco Andreini</td><td>Dottorando</td><td>DIC</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT1-1</td><td colspan="2">1b</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT1-1.1b:
1 Tecniche sperimentali poco distruttive in sito per determinazione caratteristiche meccaniche della muratura prima e dopo il consolidamento.

Si prevede l’utilizzo di tecnica penetrometrica su malte e la tecnica di prove di taglio-compressione su pannelli in muratura contrapposti, da applicare su casi studio in sito, già disponibili a seguito di convenzioni con territori sismici (Villafranca Lunigiana – MS; San Pio delle Camere – AQ)

2 Tecniche di presidio provvisorio di edifici storici in muratura

Si prevede la messa a punto di tecniche di presidio provvisorio per edifici di interesse storico-artistico, anche a seguito delle recenti esperienze del gruppo di lavoro S.T.O.P. dei Vigili del Fuoco, grazie ad una collaborazione avviata su un caso studio (Chiesa di S. Gemma in Goriano Sicoli – AQ)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1b</td><td>Relazioni tecniche e divulgative di utilizzo delle tecniche sperimentali.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1b</td><td>Schede e manuale di istruzioni per presidi provvisori.</td><td>18 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1b</td><td colspan="2">1. M. Sassu, A procedure for testing masonry structures: the pile-model and the opposite panel shear compression tests, 14th IB2MAC, pp 1121-1130, Sydney,vol. 2,2008
2. M. Sassu, L. Angelini, M.L. Beconcini, Prove di compressione e taglio in sito su pannelli in muratura: la tecnica dei maschi murari contrapposti, XII ANIDIS 2007, art 135, Pisa,vol. unico,2007
3. N. Gucci, M. Sassu,Resistenza delle murature:valutazione con metodi non distruttivi, il Penetrometro PNT-G, L'Edilizia,vol. XVI,num. 2,pp 36-40,tot.pag 5,2002
4. M. Sassu, G. Masiello, T. Conti, A. Vezzosi,La Chiesa di Santa Gemma a Goriano Sicoli, Il Giornale dell'Arte,tot. autori 4,2009</td></tr>
</table>

Scheda UR - UNIPV

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIPV, Università degli Studi di Pavia</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Meccanica Strutturale, via Ferrata 1, 27100, Pavia, Tel. 0382985402, Fax. 0382529131</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Guido Magenes</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Guido Magenes</td><td>Professore Associato</td><td>UNIPV</td></tr>
<tr><td>Andrea Penna</td><td>Ricercatore</td><td>EUCENTRE</td></tr>
<tr><td>Maria Rota</td><td>Assegnista di ricerca</td><td>UNIPV</td></tr>
<tr><td>Paolo Morandi</td><td>Assegnista di ricerca</td><td>UNIPV</td></tr>
<tr><td>Alessandro Galasco</td><td>Assegnista di ricerca</td><td>UNIPV</td></tr>
<tr><td>Ilaria Senaldi</td><td>Dottorando</td><td>IUSS - UNIPV</td></tr>
<tr><td>N.A.</td><td>Dottorando</td><td>IUSS - UNIPV</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT1-1</td><td colspan="2">1a</td></tr>
<tr><td>AT1-1</td><td colspan="2">1b</td></tr>
<tr><td>AT1-2</td><td colspan="2">1c</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste per l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT1-1.1a:
Simulazione numerica delle prove dinamiche su tavola vibrante effettuate presso EUCENTRE:
1. si effettuerà la modellazione globale dei tre prototipi di edificio in muratura di pietra a due paramenti provati sulla tavola vibrante del laboratorio di EUCENTRE (TREES Lab), mediante una schematizzazione della struttura a telaio equivalente con macro-elementi rappresentativi del comportamento non lineare ciclico nel piano degli elementi strutturali (maschi e fasce). Saranno effettuate modellazioni lineari per l’identificazione dinamica del modello strutturale e analisi dinamiche non lineari per la simulazione della risposta sperimentale. Saranno anche eseguiti confronti tra i risultati di analisi statiche e dinamiche non lineari, al fine di verificare l’applicabilità dei metodi di previsione della domanda basati su analisi pushover. Su quest’ultimo punto potranno essere proposti approcci migliorativi o correttivi che risultino idonei anche per edifici in muratura con orizzontamenti deformabili.
2. Simulazione della risposta sismica di porzioni strutturali conivolte in meccanismi di danno locali principalmente associati al comportamento fuori piano delle pareti: saranno individuati i meccanismi locali attivatisi durante le prove su tavola vibrante, che saranno modellati con approcci di tipo cinematico, da confrontare con i risultati di analisi numeriche di dettaglio agli elementi finiti non lineari e analisi basate sulla dinamica dei blocchi rigidi.
Task AT1-1.1b:
Sperimentazione e modellazione su sistemi e sottosistemi in muratura
1. si effettueranno prove sperimentali di tipo ciclico quasi-statico nel piano su semplici sottosistemi strutturali contenenti pannelli di fascia in muratura in pietrame a doppio paramento con opportune condizioni al contorno (presenza di compressione orizzontale, presenza/tipologia di architravi) e diversi valori di snellezza e di compressione assiale.
2. i risultati sperimentali potranno essere simulati numericamente attraverso modellazioni a macroelementi, facendo uso di modelli esistenti opportunamente calibrati, ovvero sviluppando modelli ad hoc.
Task AT1-2.1c:
L’attività è finalizzata allo studio di tecniche costruttive e criteri progettuali per la riduzione del danno nelle tamponature murarie (muratura non strutturale) degli edifici in struttura intelaiata e si svolge in coordinamento con la UR UNIPD-b. Attività prevista per la UR-UNIPV-c:
1. Valutazione numerica del danneggiamento indotto dal sisma ai pannelli di tamponamento in muratura negli edifici in funzione dell’intensità dell’azione sismica, mediante modelli calibrati su dati sperimentali esistenti in letteratura.</td></tr>
</table>

	2. *Sviluppo di criteri di verifica delle tamponature agli SL prestazionali che tengano conto dell'interazione tra danno nel piano e resistenza fuori piano delle tamponature.* 3. *Individuazione di soluzioni costruttive idonee per le tamponature al variare della pericolosità sismica del sito.* *Si prevedono prove di laboratorio co-finanziate che prevedono il danneggiamento ciclico nel piano di telai tamponati a diversi livelli di deformazione angolare imposta e la successiva prova su tavola vibrante con eccitazione ortogonale al piano. Le prove si svolgeranno presso i laboratori del Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Pavia e di Eucentre.*

Prodotti di cui è responsabile l'UR

Task	Descrizione	Mese di consegna e formato
Task AT1-1.1a	*Rapporto sulla simulazione numerica delle prove dinamiche su tavola vibrante effettuate presso EUCENTRE.*	*18 – Cartaceo*
Task AT1-1.1b	*Rapporto sulla campagna sperimentale in laboratorio su sistemi strutturali con fasce di piano*	*36 – Cartaceo*
Task AT1-1.1b	*Risultati delle prove sperimentali cicliche sulle fasce, raccolti in un database con accesso remoto*	*36 – Elettronico*
Task AT1-1.1b	*Rapporto di sintesi dei risultati delle simulazioni numeriche delle prove sperimentali*	*36 – Cartaceo*
Task AT1-2.1c	*Rapporto sulla ricerca numerico sperimentale sulla valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di tamponature in muratura*	*36 – Cartaceo*
Task AT1-2.1c	*Risultati delle prove sperimentali cicliche e dinamiche svolte presso il laboratorio di EUCENTRE, raccolti in un database con accesso remoto*	*36 – Elettronico*
Task AT1-2.1c	*Linee guida per la progettazione delle tamponature in muratura in edifici soggetti ad azione sismica (congiuntamente con UNIPD-b)*	*36 – Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste

Task	Citazione
Task AT1-1.1a	1. *Restrepo-Velez L.F., Magenes G. (2010) Static tests on dry stone masonry and evaluation of static collapse multipliers, Report, IUSS Press, Pavia.* 2. *Rota M., Penna A., Magenes G. (2010) A methodology for deriving analytical fragility curves for masonry buildings based on stochastic nonlinear analyses, Engineering Structures, DOI:10.1016/j.engstruct.2010.01.009.* 3. *Lagomarsino S., Galasco A., Penna A. (2007) Non linear macro-element dynamic analysis of masonry buildings, Proc. Compdyn Int. Conf., Crete, Greece.* 4. *Magenes G. (2000) A Method for pushover analysis in seismic assessment of masonry buildings, Proc. 12th World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand.* 5. *Magenes G., Galasco A., Penna A. (2009) Caratterizzazione meccanica di una muratura in pietra, Atti XIII Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Bologna.*
Task AT1-1.1b	1. *Galasco A., Magenes G., Da Paré M., Penna A. (2009) Risposta ciclica sperimentale di pannelli in muratura di pietra. Atti XIII ANIDIS, Bologna.*

		2. *Magenes G., Calvi G.M. (1997) In-plane seismic response of brick masonry walls, Earthquake Engng Struct. Dynamics, 26.* 3. *Magenes G., Galasco A., Penna A. (2009) Caratterizzazione meccanica di una muratura in pietra. Atti XIII ANIDIS, Bologna.* 4. *Magenes G., Penna A., Galasco A., Rota M. (2010) Experimental characterisation of stone masonry mechanical properties. Proc. 8th International Masonry Conference, Dresden.* 5. *Magenes G., Penna A., Galasco A., Da Paré M. (2010) In-plane cyclic shear tests of undressed double-leaf stone masonry panels. Proc. 8th International Masonry Conference, Dresden.*
	Task AT1-2.1c	1. *Penna A, Magenes G., Calvi G.M., Costa A.A., "Seismic performance of AAC infills and bearing walls with different reinforcement solutions", Proceedings of the 14th International Brick/Block Masonry Conference, Sidney, Australia, 17-20 February 2008, paper 194, CD-ROM* 2. *Pampanin, S., Magenes, G., Baletta, G., (2004) "Simulazione della risposta sismica di edifici pre-normativa in cemento armato con tamponature" Atti XI Convegno ANIDIS, Genova, paper F1-09, CD-ROM, 2004.* 3. *Magenes G., Pampanin S., "Seismic response of gravity-design frames with masonry infills", Proc. 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, paper 4004, CD-ROM, 2004* 4. *Calvi, G.M., Magenes, G., Pampanin, S., "Relevance of beam-column joint damage and collapse in rc frame assessment", Journal of Earthquake Engineering, Vol. 6, Special Issue 1, 2002, pp.75-100.* 5. *Calvi, G.M., Magenes, G., Pampanin, S., "Experimental test on a three-storey R.C. frame designed for gravity only", 12th European Conference on Earthquake Engineering, London, paper 727, CD-ROM, Elsevier, 2002.*

Scheda UR - UNIRC

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIRC, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento PAU - Patrimonio Architettonico Urbanistico, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, via Melissari ,Reggio Calabria</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Vittorio Ceradini</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Vittorio Ceradini
Responsabile scientifico</td><td>Associato</td><td>PAU</td></tr>
<tr><td>Alessia Bianco
Diagnostica e strumentazione</td><td>Assegnista di ricerca</td><td>PAU</td></tr>
<tr><td>Michele Candela
sperimentazione</td><td>non strutturato</td><td></td></tr>
<tr><td>Paola Terenzi
Progetto e sicurezza</td><td>non strutturato</td><td></td></tr>
<tr><td>Manuela Praticò
Tipologia muraria e aggregativa</td><td>non strutturato</td><td></td></tr>
<tr><td>Alessandra Suraci
Direzione lavori</td><td>non strutturato</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT1-1</td><td colspan="2">1b</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT1-1.1b:
1. Realizzazione di una porzione muraria con materiali locali e maestranze locali (circa 10 mc comprendente cantonale, vano porta, piattabanda architravata, cordolo murario, connessione con travi di solaio e tetto, catene) al fine di illustrare come realizzare in muro a regola d’arte con tutte le sue componenti terminali e di connessione per la ricostruzione corretta, consapevole, discussa e condivisa dell’edilizia storica muraria

2. Prove meccaniche e diagnostica per lo studio del comportamento meccanico del modello e delle sue componenti realizzato in sito.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>Relazione sulla realizzazione del modello</td><td>24 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td>Relazione sulle prove sperimentali</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task AT1-1.1b</td><td colspan="2">1. Ceradini V., Terenzi P, Praticò M, Chiesa e Borgo di Sant'Eusanio Martire, "Il giornale dell'arte", Speciale Abruzzo, 2009, pp. 20, ISSN: 0394-0543.
2. Alessia Bianco, Vittorio Ceradini, The restoration of Pompeii and Herculaneum and the reconstruction of Reggio Calabria: experimental application of reinforced concrete, Atti del Convegno Internazionale CONCRETE2009, (Termoli (CB) 19-21 febbraio 2009)
3. V. Ceradini A. Suraci, , “A failure collapse in explosive situation in Reggio Calabria”, I Convegno di Ingegneria Forense – IV Convegno su crolli, affidabilità strutturale,, consolidamento IF CRASC 2009, (Napoli 2-4 dicembre 2009).
4. –Ceradini V., Dopo il terremoto del 1908: Reggio Calabria, città sperimentale, in: E. Guidoboni, G.</td></tr>
</table>

		Valensise, Bertolaso, Boschi, Il terremoto e il maremoto del 28 dicembre 1908, INGV, Roma, 2009, pp. 393-404. 5. *Prove sperimentali su un modello al vero di una volta in tufo del Palazzo Reale di Napoli*" II° Congresso Nazionale ARCO (Roma 1995); M. Candela, V. Ceradini, M. A. De Cunzo, A. Giuffrè, G. Zampino.

Scheda UR - UNITN

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNITN-PIAZZA, Università degli Studi di Trento</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale (DIMS), Università degli Studi di Trento, via Mesiano 77, 38123 TRENTO, Tel. 0461 882503, Fax 0461 882505</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Piazza Maurizio</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Piazza Maurizio</td><td>Professore</td><td>DIMS-UNITN</td></tr>
<tr><td>Tomasi Roberto</td><td>Ricercatore</td><td>DIMS-UNITN</td></tr>
<tr><td>Giongo Ivan</td><td>Dottorando</td><td>DIMS-UNITN</td></tr>
<tr><td>Dallatorre Tiziano</td><td>Tecnico laboratorio</td><td>DIMS-UNITN</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT1-1</td><td colspan="2">1b</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT1-1.1b
- Completamento, in stretto accordo con l’UR Polimi-Parisi, della analisi delle cause più probabili di vulnerabilità sismica degli edifici tradizionali (per la parte di coperture e solai a struttura lignea) e delle varie metodologie di intervento proponibili, compresa l'espansione della raccolta di dati sperimentali condotta nei progetti di ricerca precedenti. Definizione di una procedura codificata (anche con ausilio di abachi, tabelle, modelli fisici a carattere semplificato), che permetta al Progettista di definire chiaramente quali sono le priorità di intervento, anche sulla base di un’analisi costi-benefici, per giungere a un effettivo miglioramento sismico.
- Completamento dello studio del comportamento elastico e post-elastico dei collegamenti tradizionali nelle strutture lignee, e del contributo offerto dai rinforzi localizzati con elementi metallici, sia a livello locale che globale, sia a livello della generica "unità strutturale" che della interazione tra elementi lignei e murature, con particolare attenzione alle tipologie di intervento utili a prevenire rotture di tipo fragile.
- Si completa il lavoro svolto sui metodi di rinforzo dei solai lignei in alternativa all’uso della soletta collaborante in calcestruzzo, metodi caratterizzati da “reversibilità” e massa ridotta, e costituiti dall’associazione degli elementi esistenti con acciaio e/o differenti materiali (ad esempio, materiali compositi) disposti in modo tale da conferire rigidezza (e resistenza) al sistema travi-tavolato in legno, non solo per azioni fuori piano ma anche nel piano.
- Oltre alla rielaborazione dei dati, allo scopo di estrapolare delle leggi empiriche che modellino il comportamento dei solai rinforzati, si amplia la casistica trattata per le diverse tipologie tradizionali di orizzontamenti presenti nelle strutture esistenti.
PROVE SPERIMENTALI. Sono previste prove sperimentali per la determinazione di capacità resistenti e rigidezze offerte da sistemi di collegamento a secco aventi caratteristiche di reversibilità, da utilizzarsi per il rinforzo degli orizzontamenti.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1b</td><td>Indicazioni per: valutazioni strutturali preventive, definizione delle ipotesi di intervento, modellazione del comportamento strutturale delle sottostrutture lignee.</td><td>36 - Cartaceo e elettronico</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1b</td><td>Indicazioni per gli interventi da effettuare sulle sottostrutture lignee</td><td>36 - Cartaceo e elettronico</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1b</td><td colspan="2">1. Piazza M., Riggio M.P., Typological and structural authenticity in reconstruction: the timber roofs of the “Pieve” in Cavalese, ‘International Journal of Architectural Heritage’, 1:1, 2007, pp. 60 – 81
2. Parisi M.A., Piazza M., Restoration and strengthening of timber structures: principles, criteria and examples, ASCE 'Practice Periodical on Structural Design and</td></tr>
</table>

		Construction', 2007, 12(4), pp. 177 - 185 3. *Piazza M., Baldessari C., Tomasi R., The role of in-plane stiffness in the seismic behaviour of traditional buildings, 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, October 12-17, 2008* 4. *Branco J.M., Cruz P.J., Piazza M., Experimental analysis of laterally loaded nailed timber-to-concrete connections, Construction and Building Materials, 2009, 23(1): pp. 400-410* 5. *Crosatti A, Piazza M., Tomasi R, Angeli A., Refurbishment of traditional timber floor with inclined screw connectors, PROHITECH International Conference, Roma (Italy), June 21-24, 2009, ISBN: 978-0-415-55804-4, vol. 1: 273-279*

Scheda UR - UNIBAS

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIBAS-DiSGG, Università degli Studi della Basilicata</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia applicata (DiSGG), Università degli Studi della Basilicata, viale dell’Ateneo Lucano 10, 85100, Potenza, Tel. 0971 205104-205061, Fax. 0971 205070</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Angelo MASI (angelo.masi@unibas.it)</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Angelo MASI</td><td>Professore Associato</td><td>DiSGG</td></tr>
<tr><td>Marco MUCCIARELLI</td><td>Professore Associato</td><td>DiSGG</td></tr>
<tr><td>Marco VONA</td><td>Ricercatore</td><td>DiSGG</td></tr>
<tr><td>Leonardo CHIAUZZI</td><td>Dottorando</td><td>DiSGG</td></tr>
<tr><td>Vincenzo MANFREDI</td><td>Dottorando</td><td>DiSGG</td></tr>
<tr><td>Andrea DIGRISOLO</td><td>Dottorando</td><td>DiSGG</td></tr>
<tr><td>Luigi TOSCO</td><td>Dottorando</td><td>DiSGG</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="6">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">1.1.2</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">1.1.3</td></tr>
<tr><td>3.2</td><td colspan="2">3.2.2</td></tr>
<tr><td>3.2</td><td colspan="2">3.2.1</td></tr>
<tr><td>3.2</td><td colspan="2">3.2.3</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste dall’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 1.1.2
1. Sperimentazione su nodi in c.a.
Sperimentazione di nodi esterni trave-pilastro in continuità con il progetto Reluis-1, aggiornata ed ampliata anche alla luce del sisma Abruzzo:
- ruolo della tamponatura;
- presenza carico verticale sulla trave (a spessore);
- confronto tecniche di riparazione-rinforzo nodi danneggiati.

2. Modelli di capacità per elementi in c.a. soggetti a taglio
Confronto tra modelli disponibili e previsioni normative.

3. Metodi distruttivi e non distruttivi per la stima delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in-situ
- Sperimentazione su campioni estratti da strutture reali o realizzati in laboratorio per studiare l'effetto dei carotaggi (conseguenze durante e dopo il prelievo, efficacia tecniche di ripristino, ecc.);
- Messa a punto di un metodo di indagine realmente non distruttivo basato sulla velocità di propagazione di onde soniche.

L’attività 2 sarà di tipo numerico, mentre le attività 1 e 3 di tipo prevalentemente sperimentale. In particolare per l’attività 1 si prevedono prove cicliche su assemblaggi trave-pilastro considerando in alcuni casi l’interazione con pannelli di tamponatura e la presenza di carico verticale sulle travi. Alcuni nodi verranno testati senza portarli a collasso totale, rinforzati e poi nuovamente testati. Tutte le prove si svolgeranno presso il laboratorio Prove Materiali e Strutture dell’Università della Basilicata, Potenza.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">Task 1.1.3
1. Curve di Fragilità di edifici esistenti in c.a.
Prosecuzione della messa a punto di Curve di Fragilità per il patrimonio edilizio italiano in c.a. (edifici non sismici ante e post L. 1086, antisismici secondo norme di diversa efficacia (DM 1975, DM 1996, OPCM, ecc.)) da utilizzare in procedure tipo HAZUS o RISK-UE.

L’attività sarà di tipo numerico e proseguirà il lavoro svolto nell’ambito del Progetto DPC-Reluis 2005-2008, Linea 10 - Definizione e sviluppo di archivi di dati per la valutazione del rischio, la pianificazione e la gestione dell’emergenza, Task 2 –</td></tr>
</table>

Edilizia ordinaria.

Task 3.2.2

1. *Coordinamento generale della Linea 3.2*
2. *Organizzazione rapporti con la comunità professionale*

Va costruita una collaborazione stabile con le strutture nazionali rappresentative delle varie categorie professionali. Per il tramite di tali strutture nazionali va costruita una rete di collegamento con i diversi Ordini Professionali con le strutture tecniche operanti all'interno delle pubbliche ammnistrazioni (es. Uffici Tecnici, Comandi dei Vigili del Fuoco).

3. *Definizione di standard formativi*

L'obiettivo è contribuire alla predisposizione di programmi formativi che, in funzione degli obiettivi e del target, prevedano adeguati contenuti e garantiscano standard uniformi sul territorio nazionale. In particolare si prevede di:

- Fare una ricognizione dei corsi di formazione già svolti in Italia
- Predisporre format e contenuti di lezioni tipo diversificati per le diverse figure professionali e in base alla diversa collocazione lavorativa (libera professione, azienda provata, pubblica amministrazione), inclusi esempi ed applicazioni
- Definire di modalità di erogazione dei corsi di formazione alternativi alle classiche lezioni frontali, ad es. predisposizione di videolezioni corredate con dispense
- Predisporrei questionari per la valutazione ex-post delle attività formative
- Svolgere di corsi pilota per le diverse figure professionali

4. *Diffusione di Linee Guida e Manuali*

Il task non si pone l'obiettivo di predisporre Linee Guida, Codici di Pratica, Manuali, ma di garantirne la diffusione laddove già disponibili, oppure di favorirne la predisposizione nell'ambito delle altre Linee del Progetto Reluis. Per agevolare la diffusione sul territorio nazionale, verranno definiti modalità e strumenti affinché essa possa avvenire anche tramite telepresenza e telepartecipazione.

Task 3.2.1

1. *Coordinamento generale della Linea 3.2 e collaborazione con la UR UNINA allo svolgimento delle attività previste nel Task 3.2.1*

Task 3.2.3

1. *Coordinamento generale della Linea 3.2 e collaborazione con le UR UNITN e UNIPV allo svolgimento delle attività previste nel Task 3.2.3*

Prodotti di cui è responsabile l'UR

Task	Descrizione	Mese di consegna e formato
Task 1.1.2	*Report su risultati sperimentazione Nodi e proposte per normativa*	*36 – Cartaceo, Software*
	Report su criteri per indagini distruttive sul CLS in situ	*36 – Cartaceo*
	Definizione metodo non distruttivo per la stima della resistenza del CLS in-situ	*36 – Cartaceo*
	Report su confronto diversi modelli di capacità a taglio	*36 – Cartaceo*
Task 1.1.3	*Curve di fraglità di edifici esistenti in ca.*	*36 – Cartaceo, Software*
Task 3.2.2	*DataBase dei principali corsi di formazione, sia di tipo generalista che tematico*	*12 – Software*
	Consulta permanente ReLUIS - Rappresentanti professioni tecniche	
	Format di corsi diversificati per le	

		diverse figure professionali e in base alla diversa collocazione lavorativa (libera professione, azienda provata, pubblica amministrazione)	*36 – Cartaceo, Software*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 1.1.2	1. Masi A., G. Santarsiero, M. Dolce, C. Moroni, D. Nigro, G. Russo, M. Pauletta, R. Realfonzo, C. Faella, G.P. Lignola, G. Manfredi, A. Prota, G. M. Verderame, 2008. *Behaviour and strengthening of RC beam-column joints: experimental program and first results of the research activity in the framework of DPC-ReLUIS Project (Research Line 2),* Proc. of 14th WCEE, Beijing, China, October 2008. 2. Masi A., Vona M., La stima della resistenza del calcestruzzo in-situ: impostazione delle indagini ed elaborazione dei risultati, Progettazione Sismica, IUSS Press, Vol. 1, 2008 3. Masi A. and Vona M., 2009. *Estimation of the In-Situ Concrete Strength: Provisions of the European and Italian Seismic Codes and Possible Improvements*, Proc. of the Eurocode 8 Perspectives from the Italian Standpoint Workshop, (E. Cosenza editor), Napoli 1-3 aprile 2009. 4. Masi A. and Vona M., 2009. *Experimental and Numerical Evaluation of the Fundamental Period of Undamaged and Damaged RC Buildings*, Bulletin of Earthquake Engineering (IF 1.271), DOI 10.1007/s10518-009-9136-3 (published online: 18 June 2009).	
	Task 1.1.3	1. Masi A., 2003. *Seismic vulnerability assessment of gravity load designed R/C frames***,** Bulletin of Earthquake Engineering, Vol. 1, N. 3, pp. 371-395, 2003. 2. Masi A., Vona M., Mucciarelli M., 2010. *Selection of natural and synthetic accelerograms for seismic vulnerability studies on RC frames,* Journal of Structural Engineering, DOI: 10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.209 (in press)	
	Task 3.2.1 *Task 3.2.2* *Task 3.2.3*	1. Manfredi G., Masi A., Pinho R., Verderame G., Vona M., Manuale per la valutazione degli edifici esistenti in c.a., IUSS PRESS, 2007, Pavia. 2. Masi A., Vona M., Manfredi V., 2008. A parametric study on RC existing buildings to compare different analysis methods considered in the European seismic code (EC8-3), Proc. of 14th WCEE, Beijing, China, October 2008. 3. Masi A., 2009. Prime riflessioni sull'esperienza del terremoto in Abruzzo, Consiglio Nazionale Ingegneri (http://www.tuttoingegnere.it/ITA/In-evidenz/Il-terremo/TERREMOTO-Opuscolo---visualizzazione.pdf). 4. Masi A., Santarsiero G., Samela C., Vona M., 2010. Stima dei costi di intervento per la riduzione della vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio pubblico, L'Edilizia, n. 162.	

Scheda UR - UNINA

Affiliazione principale	*UR – UNINA-DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel. 081 7683336, Fax. 081 7683332*		
Coordinatore dell'unità	*Gaetano Manfredi*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Gaetano Manfredi	Professore Ordinario	UNINA-DIST
	Iunio Iervolino	Ricercatore	UNINA-DIST
	Fatemeh Jalayer	Ricercatore a Contratto	UNINA-DIST
	Maria Polese	Ricercatore	UNINA-DIST
	Gerardo Verderame	Ricercatore	UNINA-DIST
	Gennaro Magliulo	Ricercatore	UNINA-DIST
	Vincenzo Pentangelo	Dottorando	UNINA-DIST
	Vittorio Capozzi	Dottore di ricerca	UNINA-DIST
	Simona Esposito	Studente di Dottorato	UNINA-DIST
	Carmine Galasso	Studente di Dottorato	UNINA-DIST
	Flavia De Luca	Studente di Dottorato	UNINA-DIST
	Fabio Petruzzelli	Studente di Dottorato	UNINA-DIST
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	AT-1 Linea1	RS4	
	AT-1 Linea 2	1.1.2-1.1.3	
	AT-2 Linea 2	2.2.2 -2.2.3 – 2.2.4	
	AT-3 Linea 1	3.1.2	

Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task:

Task RS1:

In questo progetto speciale ReLuis ci propone di migliorare, a fini normativi e della pratica professionale, gli aspetti legati alla definizione dell'input sismico per l'analisi dinamica delle strutture e per la definizione delle azioni sismiche in particolare saranno affrontati i temi:

1. *Possibili avanzamenti della definizione delle azioni sismiche sulla base dello spettro ad hazard uniforme con spettri che tengano conto della correlazione delle ordinate spettrali.*
2. *Sviluppo di strumenti quali le mappe dei terremoti di progetto e delle mappe di hazard condizionato per consentire un selezione maggiormente informata rispetto alla sismicità del sito dell'input sismico.*
3. *Sviluppo di un software di selezione di accelerogrammi reali spettro-di-spostamento a fini di ingegneria sismica.*
4. *Investigazione sul possibile uso di accelerogrammi sintetici per far sì che i sintetici coprano in modo efficace ed affidabile il campo di periodi strutturali di interesse ingegneristico. I sintetici potrebbero costituire un utilissimo complemento agli accelerogrammi reali, soprattutto per quei campi (zona epicentrale, magnitudo elevata) per i quali sarà comunque arduo in futuro avere un numero adeguato di registrazioni reali.*
5. *Problema della definizione dell'input sismico per strutture strategiche.*

Task RS4:

L'attività della UR si articolerà come segue:

1. *Elaborazione di una proposta di procedura generale e rigorosa per la valutazione sismica degli edifici esistenti su base di formati di verifica della sicurezza implementabili in codici normativi.*
2. *Compilazione e calibrazione di tabelle che forniscano i parametri per le verifiche di sicurezza per varie tipologie di edifici esistenti, tenendo conto di vari esiti e configurazioni dei test ed ispezioni.*
3. *Proposta dei metodi affidabilistici efficaci per la valutazione sismica e case-specific degli edifici esistenti strategici.*
4. *Verifica della procedura generale proposta nell'attività 1 rispetto ai metodi case-*

specific proposti nell'attività 3.

Task 1.1.2:

L'attività della UR si articolerà come segue:

1. *Svolgimento di una rassegna dei metodi per la modellazione della correlazione spaziale delle proprietà meccaniche dei materiali e dei dettagli costruttivi attraverso la geometria del edificio esistente in cemento armato.*
2. *Elaborazione delle proposte per la caratterizzazione probabilistica ed a priori delle proprietà meccanica dei materiali e dei dettagli costruttivi su base dell'esperienza collettiva dei professionisti.*
3. *Sviluppo di una procedura generale e affidabilistica per determinare il numero e posizionamento dei test e l'ispezioni all'interno di edifici esistenti in cemento armato.*

Task 1.1.3:

Questo task si confronterà con la valutazione del rischio sismico regionale a larga scala e medio termine. L'attività della UR si compone di 3 parti:

1. *Effetto di diverse modellazioni di vulnerabilità tempo variante sulla stima del rischio sismico a larga scale;*
2. *Stima della vulnerabilità tempo variante degli edifici:*
   a. *Valutazione degli spostamenti residui;*
   b. *Valutazione della capacità residua agli aftershock;*
   c. *Building 'tagging" per operazioni di protezione civile, riparazione e ritorno alle abitazioni dopo mainshock;*
3. *Metodi di riparabilità per la riduzione del rischio a medio termine.*

Task 2.2.2:

Le attuali normative e linee guida sismiche nazionali (D.M. 14/01/2008), europee (Eurocodice 8) ed internazionali (documenti FEMA) forniscono indicazioni per l'analisi ed il progetto delle strutture strategiche nuove ed esistenti che risultano in talune circostanze non complete ed esaustive. Si veda, per esempio, il caso della valutazione delle prestazioni sismiche di strutture ospedaliere e più specificamente la determinazione degli stati limite di riferimento e relativi valori di soglia (accelerazioni, velocità e/o spostamenti) per i componenti architettonici non-strutturali (controsoffittature, partizioni interne, vetrate, etc.), per le attrezzature medicali (soprattutto delle sale operatorie), i componenti elettronici (per le sale operatorie, degenze e centro elaborazione dati), l'impiantistica elettrica e meccanica che è presente nei moderni edifici per ospedali. E' da notare altresì che gran parte del patrimonio edilizio esistente richiede, data la sua vetustà e la distribuzione sul territorio in relazione alle nuove zonizzazioni sismiche introdotte dall'INGV dal 2003 ad oggi, un'analisi dello stato di vulnerabilità sismica. La valutazione affidabile di quest'ultima richiede la caratterizzazione dei parametri di soglia di cui sopra. La determinazione dei valori di detti parametri richiede la realizzazione di specifiche prove su tavola vibranti su componenti o sottoassemblaggi di sistemi strutturali (ad esempio celle simulanti le sale operatorie). E' pertanto necessario attivare un filone di ricerca che focalizzi l'attenzione sulla valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici ospedalieri, vulnerabilità che tenga conto non solo della struttura portante ma anche e soprattutto del contenuto della stessa. Il contenuto ha, infatti, negli ospedali un costo che supera l'80% del valore dell'intera opera, con evidenti ripercussioni socio-economiche a seguito di un sisma di magnitudo medio-alta. Esiste poi anche la necessità di fornire indicazioni progettuali accompagnate da analisi di costi-benefici per le possibili tecniche di intervento, tradizionali (per es. inserimenti di nuovi sistemi sismo-resistenti, quali telai, setti, etc.) e/o innovative (interventi locali in FRP, isolamento sismico, smorzamento aggiunto, sistemi ibridi), per l'adeguamento o miglioramento sismico degli edifici ospedalieri esistenti ovvero per la protezione sismica di sub-componenti, quali per esempio le sole sale operatorie (unità sismicamente isolate ovvero protette con sistemi di smorzamento/dissipazione). A tal fine si identificano le seguenti attività:

- *Caratterizzazione dell'azione sismica per la valutazione della vulnerabilità sismica degli ospedali;*
- *Classificazione tipologica delle strutture per ospedali presenti sul territorio nazionale;*
- *Definizione dei parametri (tipo e valori soglia) di vulnerabilità sismica per ciascuna tipologia di struttura per ospedali e contenuto;*

- *Criteri di modellazione ed analisi di edifici ospedalieri;*
- *Valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici ospedalieri;*
- *Definizione degli interventi di adeguamento o miglioramento sismico per gli edifici ospedalieri esistenti ed identificazione della soluzione progettuale ottimale.*

L'attività sperimentale programmata (pari al 60% del totale) include prove su tavole vibranti da eseguirsi su componenti o sottoassemblaggi di sistemi strutturali. Tali prove serviranno a compilare schede per tipologie di elementi con corrispondenti dati relativi a parametri prestazionali (soglie di corretto funzionamento, spegnimento, etc.). Si prevede anche la realizzazione di prove dinamiche su celle simulanti sale operatorie, con e senza sistema di protezione passiva (isolamento sismico e smorzamento aggiunto).

Task 2.2.3:

L'attività proposta si divide nell'analisi di rischio sismico di impianti industriali e lifelines.

Per quanto riguarda queste ultime lo studio vertirà sull'analisi di sistemi infrastrutturali, in particolare di utilities (rete di distribuzione del gas, acqua,energia elettrica. Verranno quindi analizzati sia gli aspetti di pericolosità spaziale necessari per la analisi di siffatti sistemi distribuiti sia la vulnerabilità che la stima delle perdite.

L'attività pertanto sarà articolata in due temi:

1. *Definizione di una metodologia per la definizione e valutazione della pericolosità regionale; ciò necessiterà prevalentemente della creazione di leggi di correlazione spaziale di parametri di intensità del moto sismico considerati come parametri di input per le fragilità dei singoli componenti del sistema;*
2. *Analisi di rischio per sistemi spazialmente distribuiti con particolare riferimento alle reti di distribuzione di gas.*

Per quanto riguarda la parte sugli impianti industriali il risultato atteso della ricerca è lo sviluppo delle conoscenze e degli strumenti che permettano la quantificazione del rischio sismico di strutture a destinazione d'uso industriale (prevalentemente strutture tipo edificio) includendo i danni alle componenti non strutturali e agli impianti produttivi. Tali metodologie dovranno essere atte a:

1. *classificare il rischio per definire le priorità d'intervento all'interno degli impianti;*
2. *fornire strumenti di supporto alla valutazione del rischio tecnicamente ed economicamente adeguata all'esposizione reale.*

Le attività principali saranno:

a. *Definizione delle tipologie strutturali (tipo edificio e non) e non strutturali significative per il rischio sismico in impianti industriali (identificazione casi studio);*
b. *Definizione dei dati minimi significativi e delle tecniche di rilievo necessarie per la valutazione speditiva della vulnerabilità sismica per ciascuna tipologia strutturale;*
c. *Sviluppo di un algoritmo che consenta di valutare la vulnerabilità sismica che tenga in conto, nell'ambito di uno stesso edificio, del danno indotto dalla dinamica strutturale a elementi non strutturali, in relazione alle accelerazioni indotte su blocchi rigidi.*
d. *Identificazione delle azioni da intraprendere per ridurre la perdita attesa e criteri di quantificazione economici nei sistemi industriali.*

Task 2.2.4:

Nell'ambito di questo task saranno definiti i criteri per la valutazione della probabilità di danno relativa a componenti non strutturali ciò comprenderà:

a) *Analisi della domanda sismica di componenti non strutturali e impianti modellabili come blocchi rigidi;*
b) *Definizione della fragilità sismica per i componenti di cui al punto precedente;*
c) *Sviluppo metodologie di integrazione della fragilità dei componenti non strutturali nel calcolo della perdita attesa sismica;*

Inoltre, il task ha per oggetto la qualificazione sismica e la valutazione della fragilità di

controsoffitti e partizioni interne in cartongesso, al fine di consentire analisi prestazionali di edifici civili e industriali esistenti e di nuova realizzazione. Tale studio sarà caratterizzato dalle seguenti attività:

a) *Qualificazione sismica di componenti non strutturali, in particolare controsoffitti e partizioni interne in cartongesso, attualmente prodotti: tale qualificazione avverrà principalmente mediante prove su tavola vibrante, ma anche con prove statiche relative alle singole parti di tali componenti.*
b) *Tracciamento per via sperimentale di curve di fragilità di controsoffitti e partizioni interne in cartongesso. Tale attività sarà estesa mediante analisi numeriche.*
c) *Sviluppo di linee guida ed indicazioni progettuali da inserire in normativa, per il calcolo, la produzione e massa in opera di controsoffitti e partizioni interne che soddisfino attesi livelli prestazionali.*

L'attività del task sarà prevalentemente sperimentale. Si prevedono prove su tavola vibrante su componenti non strutturali. Le prove si svolgeranno presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Strutturale dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, dove è in dotazione un sistema di tavole vibranti.

Task 3.1.2:

Questo task sarà relativo alla progettazione di azioni di sicurezza automatiche per sistemi di early warning sismico. In particolare due questioni saranno affrontate:

a. *Uno dei risultati principali del primo progetto ReLUIS relativamente all'early warning sismico è che esso può aiutare a prevedere l'intensità dello spettro di risposta ma non la sua forma. Nel presente progetto sarà investigata la possibilità di prevedere il contenuto in frequenza dello spettro di risposta. Questo consentirebbe lo sviluppo di sistemi di controllo automatici basati sulle informazioni provenienti dal sistema di early warning. Alcuni risultati estremamente preliminari esistono in letteratura che saranno sviluppati esaustivamente durante il progetto.*
b. *Anche se le investigazioni relative alla parte (a) si mostrano di successo, va dimostrato che i sistemi di controllo semi-attivo interfacciati a sistemi di early warning sono convenienti e/o più efficaci di sistemi di controllo tradizionali come quelli passivi (es. isolamento sismico).Questo sarà investigato nel progetto con riferimento ad analisi del ciclo di vita.*

Prodotti di cui è responsabile l'UR

Task	Descrizione	Mese di consegna e formato
Task RS1	*72. Mappe dei terremoti di progetto e della pericolosità condizionata per misure d'intensità secondarie per il territorio nazionale.*	*18 – Cartaceo*
Task RS1	*73. Prototipo di software per la selezione di set di accelero grammi compatibili in spostamento.*	*24 – Software*
Task RS1	*74. Report sull'uso degli accelerogrammi sintetici nella progettazione e verifica delle strutture in zona sismica.*	*36 – Software*
Task RS4	*1. Procedura per la valutazione sismica degli edifici esistenti sulla base di formule di verifica della sicurezza semplificati e analitici.*	*12 – Cartaceo*
Task RS4	*2. Le tabelle dei parametri per la verifica di sicurezza degli edifici esistenti.*	*24 – Cartaceo*
Task RS4	*3. Metodi affidabilistici per la valutazione*	*24 – Cartaceo*

		sismica di edifici esistenti strategici.	
Task RS4	*4.*	*Verifica illustrativa delle procedure generale proposte per la valutazione della sicurezza sismica.*	*36 – Cartaceo*
Task 1.1.2	*1.*	*Metodi per la modellazione della correlazione spaziale delle proprietà meccaniche dei materiali e dei dettagli costruttivi attraverso la geometria di edifici esistenti.*	*12 – Cartaceo*
Task 1.1.2	*2.*	*Caratterizzazione probabilistica delle proprietà meccaniche dei materiali e dei dettagli costruttivi sulla base dell'esperienza collettiva dei professionisti.*	*24 – Cartaceo*
Task 1.1.2	*3.*	*Procedura per programmazione dei test e l'ispezioni all'interno di edifici esistenti in cemento armato.*	*36 – Cartaceo*
Task 1.1.3	*1.*	*Report sugli effetti della pericolosità tempo-variante sulla stima del rischio sismico*	*18 - Cartaceo*
Task 1.1.3	*2.*	*Linee guida per la valutazione degli spostamenti residui per edifici esistenti in CA*	*36 – Cartaceo*
Task 1.1.3	*3.*	*Linee guida per il building tagging considerando il rischio di aftershock.*	*36 - Cartaceo*
Task 2.2.2	*1.*	*Linee guida per l'analisi della vulnerabilità sismica degli edifici ospedalieri e tecniche di adeguamento.*	*36 - Cartaceo*
Task 2.2.3	*1.*	*Relazioni di correlazione spaziale delle principali misure di intensità del moto sismico sulla base di dati europei e italiani.*	*12 - Cartaceo*
Task 2.2.3	*2.*	*Procedure di valutazione della pericolosità per sistemi spazialmente distribuiti.*	*24 – Cartaceo*
Task 2.2.3	*3.*	*Linee guida per l'analisi di rischio sismico di reti di distribuzione con particolare riferimento alle reti di gas e illustrazione di un caso studio.*	*36 – Cartaceo*
Task 2.2.3	*2.*	*Determinazione di curve di fragilità per strutture industriali identificate;*	*12 - Cartaceo*
Task 2.2.3	*3.*	*Linee guida per l'analisi di rischio di impianti industriali che includano le perdite relative a impianti e componenti*	*24 – Cartaceo*

		non strutturali;	
	Task 2.2.3	4. *Validazione e calibrazione del metodo sviluppato attraverso applicazione a strutture scelte in base a tipologie costruttive, attività produttiva, particolarità impiantistiche.*	*36 – Cartaceo*
	Task 2.2.4	*1. Metodi per la analisi della domanda sismica e della fragilità di componenti non strutturali e di impianto rigidi.*	*18 – Cartaceo*
	Task 2.2.4	*2. Rapporti scientifici in cui sono riportate le curve di fragilità relative ai componenti non strutturali indagati.*	*24 – Cartaceo*
	Task 2.2.4	*3. Linee guida ed indicazioni progettuali, per il calcolo, la produzione e massa in opera di controsoffitti e partizioni interne.*	*36 - Cartaceo*
	Task 3.2.1	*1. Rapporto sulla prevedibilità della forma spettrale in sistemi di early warning sismici di tipo ibrido.*	*18 - Cartaceo*
	Task 3.2.1	*2. Analisi comparativa di sistemi di controllo strutturale interfacciati con sistemi di early warning sismico e tradizionali mediante analisi del costo del ciclo di vita.*	*36 – Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	
	Task RS4	*Jalayer F. "Analisi probabilistica per la valutazione sismica delle strutture: applicando i metodi dinamici non-lineare" Titolo originale: "Direct Probabilistic Seismic Analysis: Implementing Non-linear Dynamic Assessments", Stanford University, March 2003.* *Jalayer F., Cornell C.A. "A Technical Framework for Probability-based Demand and Capacity Factor Design (DCFD) Seismic Formats", Pacific Earthquake Engineering Research Center, PEER 2003/08, November 2003.* *Cornell, C. A., Jalayer, F., Hamburger, R. O., and Foutch, D. A. (2002), "The Probabilistic Basis for the 2000 SAC/FEMA Steel Moment Frame Guidelines'', ASCE Journal of Structural Engineering, April, 2002.* *Jalayer, F., and Cornell, C. A. (2009), "Alternative Nonlinear Demand Estimation Methods for ProbabilityBased Seismic Assessments", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 38: 951-972, 2009.* *Jalayer F., Elefante L., Iervolino I., Manfredi G. "Knowledge-based Performance Assessment of Existing RC Buildings", Accepted with minor revision, Journal of Earthquake Engineering, 2010.*
	Task 1.1.2	*Jalayer F., Iervolino I., Manfredi G. "Structural Modeling Uncertainties and their Influence on Seismic Assessment of Existing RC Structures", Structural Safety, Vol. 32(3): 220-228, May 2010.* *Jalayer F., Iervolino, I., Manfredi, G. "Calibration of the Confidenace Factors for Seismic Assessment of Esiting Buildings: Recommendations for the Italian Building Code", Proceedings of the conference: ICOSSAR 2009, Osaka, Japan, 13-17 September, 2009.* *Jalayer F., Elefante L., Iervolino I., Manfredi G., "Simple Methods for Calculating the Structural Reliability for Different Knowledge Levels", Atti di*

	Convegno: ANIDIS 2009, Bologna, Palazzo "Re Enzo", 28 giugno – 2 luglio, 2009. *Jalayer F., Elefante L., Iervolino I., Manfredi G. "EuroCode 8 Confidence Factors and the Structural Reliability Assessment", Atti di Convegno: Conclusione del piano triennale del Progetto ReLUIS-DPC 2005-2008, Napoli, 1-3 Aprile 2009.* *Jalayer F., Iervolino I., Manfredi G., "Agiornamento Bayesiamo dei Parametri di Modellazione Strutturale e dell'Affidabilità Sismica dei Edifici Esistenti in C.A.", Atti di Convegno: Valutazione e ridozione della vulnerabilità sismica di edifici in cemento armato, Roma 29-30 Maggio 2008.* *Jalayer F., Iervolino I., Manfredi G., "Influenza dei Parametri di Modellazione e dell'incertezza Associata nella Valutazione Sismica di Edifici Esistenti in Cemento Armato ", Atti di Convegno: ANIDIS 2007, Pisa 210-14 giugno 2007.*
Task 1.1.3	*Caterino N., Iervolino I., Manfredi G., Cosenza E. (2008) Multi-criteria decision making for seismic retrofitting of RC structures. Journal of Earthquake Engieneering, 12(4):555-583.* *Caterino N., Iervolino I., Manfredi G., Cosenza E. (2009). Comparative analysis of multi-criteria decision making methods for seismic structural retrofitting. Computer Aided Civil and Infrastructure Engineering, 24, 432–445. DOI: 10.1111/j.1467-8667.2009.00599.x.* *Iervolino I., Manfredi G., Polese M., Verderame G.M., Fabbrocino G. Seismic risk of r.c. building classes. Engineering Structures, 29:813–820, May 2007.*
Task 2.2.3	*Esposito S., Iervolino I., Manfredi G. (2010) PGA Semi-Empirical Correlation Models Based on European Data Proc. of 14th European Conference on Earthquake Engineering, Ohrid, Republic of Macedonia.* *Iervolino I., Fabbrocino G., Manfredi G. Fragility of standard industrial structures by a response surface based method. Journal of Earthquake Engineering, 8(6):927–946, November 2004.* *Salzano E., Iervolino I., Fabbrocino G. The vulnerability of fuel storage tanks subjected to eartquakes. Journal of Loss Prevention in the Process Industry. 16(5):403-409, September 2003.* *Fabbrocino G., Iervolino I., Orlando F., Salzano E. Quantitative risk analysis of oil storage facilities in seismic areas. Journal of Hazardous Materials, 123(1-3):61-69, August 2005*
Task 2.2.4	*Magliulo G., Fabbrocino G., Manfredi, G.. Seismic assessment of existing precast industrial buildings using static and dynamic non linear analyses. Engineering Structures 2008, 30(9), pp. 2580-2588, doi: 10.1016/j.engstruct.2008.02.003.* *Manfredi, G., Magliulo, G., Pentangelo, V. (2009). "Il danneggiamento degli elementi non strutturali a seguito del terremoto dell'Aquila dell'Aprile 2009". Il Giornale dell'Ingegnere n. 17 anno 2009 – Organo Ufficiale del Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Milano* *Faggiano B., Iervolino, I., Magliulo, G., Manfredi G., Vanzi I.. Il comportamento delle strutture industriali nell'evento de L'Aquila. Progettazione Sismica 2009, 3, pp. 207-213.* *Pentangelo V., Magliulo G., Manfredi. G.. Alcuni aspetti della verifica sismica di componenti non strutturali. Atti del XIII Convegno dell'Associazione Nazionale di Ingegneria Sismica "L'ingegneria Sismica in Italia", Bologna 28 giugno-2 luglio 2009 (SM8.10)*
Task 3.1.2	*Iervolino I., Galasso C., Manfredi G. (2010). Preliminary investigation on integration of semi-active structural control and earthquake early warning, Proc. of. Early Warning System for Transport Lines Workshop, Karlsruhe, Germany. ISSN 1619-7399.*
Task 3.1.2	*Iervolino I., Giorgio M., Galasso C., Manfredi G. (2009) Uncertainty in early warning predictions of engineering ground motion parameters: what really matters?* Geophysical Research Letters*, 36, L00B06, doi:10.1029/2008GL036644.*
Task 3.1.2	*Convertito V., Iervolino I., Manfredi G., Zollo A. (2008). Prediction of response spectra via real-time earthquake measurements.* Soil Dyn Earthquake Eng*, 28:492–505.*

Scheda UR - UNIPV

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIPV-DMS, Università degli Studi di Pavia</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Meccanica Strutturale (DMS), Università degli Studi di Pavia, via Ferrata, via Ferrata 1, 27100 Pavia, Tel. +39.0382.985451, Fax +39.0382.528422</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Gaetano Manfredi</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Rui Pinho</td><td>Ricercatore</td><td>DMS</td></tr>
<tr><td>Barbara Borzi</td><td>Primo Ricercatore</td><td>Eucentre</td></tr>
<tr><td>Paola Ceresa</td><td>Ricercatore</td><td>Eucentre</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">1.3</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 1.3
Definizione di scenari di danno del patrimonio edilizio dei comuni utilizzando metodi meccanici per la definizione della vulnerabilità a grande scala (SP-BELA Simplified Pushover Based Earthquake Loss Assessmente e DBELA Displacement Based Earthquake Loss Assessment), opportunamente testati mediante in confronto con:
- Metodi meccanici alternativi;
- Osservazioni dello scenario di danno dopo eventi passati.
Il personale di questa UR sta già sviluppando per conto del DPC un web-gis che integrerà: (i) la valutazione dello scenario di danno in relazione agli eventi di scenario quali quelli di riferimento nelle NTC08; (ii) la valutazione del rischio sismico in relazione a pre-definite finestre temporali di osservazione; (iii) la valutazione dello scenario di danno in tempo reale, nota magnitudo ed epicentro.
Tale strumento web-gis verrà utilizzato per la realizzazione delle mappe di danno secondo quanto sopra descritto.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 1.3</td><td>Mappe di rischio del patrimonio edilizio dei comuni italiani</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 1.3</td><td colspan="2">Borzi B., Pinho R., Crowley H. “Simplified Pushover-Based Vulnerability Analysis for Large Scale Assessment of RC Buildings”, Engineering Structures 2007, Vol. 30, No. 3, pp. 804-820
Borzi B., Crowley H., Pinho R. “Simplified Pushover-Based Earthquake Loss Assessment (SP-BELA) Method for Masonry Buildings”, International Journal of Architectural Heritage 2008, Vol. 2, No. 4, pp. 353-376
Crowley H., Borzi B., Pinho R., Colombi M., Onida M. “Comparison of DBELA and SP-BELA: Two Analytical Vulnerability Assessment Methodologies”, Advances in Civil Engineering 2008, Article ID 438379, 19 pp
Colombi M., Borzi B., Crowley H., Onida M., Meroni F., Pinho R. “Deriving Vulnerability Curves with Italian Earthquake Damage Data”, Bulletin of Earthquake Engineering 2008, Vol.6 , No. 3, pp. 485-504
Bolognini D., Borzi B., Pinho R. “Simplified Pushover-Based Vulnerability Analysis of Traditional Italian RC Precast Structures”, Proceeding of 14th World Conference on Earthquake Engineering, Bejing 2008</td></tr>
</table>

Scheda UR - POLIBA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – Politecnico di Bari</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Ambientale e dello Sviluppo Sostenibile (DIASS), Politecnico di Bari, via De Gasperi s.n., 74100, Taranto, Tel. + 39-99-4733300 - Fax: +39-99-4733304</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Giuseppe Carlo MARANO</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Giuseppe Carlo MARANO</td><td>Ricercatore</td><td>DIASS</td></tr>
<tr><td>Giuseppe QUARANTA</td><td>dottorando</td><td>Sapienza Università di Roma – Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica</td></tr>
<tr><td>Jennifer AVAKIAN</td><td>dottoranda</td><td>DIASS Poliba</td></tr>
<tr><td>Sara SGOBBA</td><td>Ricercatore</td><td>Uninettuno</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">1.1.1
(Conoscenza delle strutture esistenti)
sub task 1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 1.1.1(Conoscenza delle strutture esistenti) - subtask 1:
1. Analisi, confronto e proposta di criteri ottimi per il posizionamento ottimo e/o robusto dei sensori per il monitoraggio e la identificazione di strutture in cemento armato
2. Confronto di differenti algoritmi classici e di nuova generazione (soft computing) per il monitoraggio e l’identificazione di strutture in cemento armato
Si prevede l’effettuazione sia di prove numeriche su modelli FEM che prove su strutture reali eccitate da forzanti ambientali quali traffico o vento. Saranno testati differenti criteri di posizionamento dei sensori e differenti procedure di identificazione e monitoraggio. Dal confronto critico delle analisi e dei loro risultati verranno definite alcune indicazioni inerenti le procedure di monitoraggio delle opere in cemento armato.
Si utilizzeranno sensori e dispositivi di elaborazione disponibili presso il laboratorio di dinamica delle strutture del Dipartimento di Ingegneria Ambientale e dello Sviluppo Sostenibile del Politecnico di Bari</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.1

Sub task 1.1</td><td>Criteri per il posizionamento robusto dei sensori in strutture in cemento armato</td><td>18 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.1

Sub task 1.2</td><td>Algoritmi Evolutivi per il monitoraggio strutturale di opere ordinarie</td><td>36 - Software</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.1

Sub task 1</td><td colspan="2">1. G. C. Marano, G. Monti, G. Quaranta, “Comparison of different optimum criteria for sensor placement in lattice towers”, The Structural Design of Tall and Special Buildings, article in press, DOI: 10.1002/tal.605, 2010
2. G. Quaranta, G. Monti, G. C. Marano, “Parameters identification of Van der Pol – Duffing oscillators via particle swarm optimization and differential evolution”, Mechanical Systems and Signal Processing, article in press, DOI 10.1016/j.ymssp.2010.04.006, 2010
3. G. C. Marano, G. Quaranta, G. Monti, “Modified Genetic Algorithm for the Dynamic Identification of Structural Systems Using Incomplete Measurements”, Computer</td></tr>
</table>

		aided Civil and Infrastructure Engineering, article in press, DOI 10.1111/j.1467-8667.2010.00659.x, 2010 4. G. Monti, G. Quaranta, G. C. Marano, “Genetic-Algorithm-based Strategies for dynamic identification of Nonlinear Systems with Noise corrupted Response”, ASCE Journal of Computing in Civil Engineering, 24(2), 173-187, 2010

Scheda UR UNINA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNINA-DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Giulio Zuccaro</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Giulio Zuccaro</td><td>Professore Associato</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>n.a.</td><td>Laureato</td><td>n.a.</td></tr>
<tr><td>n.a.</td><td>Esperto GIS Informatica</td><td>n.a.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">1.1.3</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 1.1.1:
Definizione di un modello di analisi del rischio sismico a scala regionale: discretizzazione del territorio in celle di opportuna dimensione, identificazione delle tipologie di dati di input (sia di esposizione che di vulnerabilità), tecniche statistiche di aggregazione ed assegnazione del dato alle celle (affidabilità ed impiego dei dati ISTAT 2001), studio comparativo delle valutazioni di vulnerabilità sulla base del parametro di misura dell’input sismico (velocità, accelerazione, spostamento, intensità), analisi di compatibilità di integrazione nel modello delle tecniche disponibili di valutazione dell’effetto locale, analisi di rischio sismico a scala regionale (caso studio: Regione Campania). Misura del rischio attraverso coefficienti sintetici di rischio (collassi, danno grave, morti, feriti, senzatetto etc.) e valutazione delle loro variazioni attraverso l’applicazione di politiche alternative di riduzione del rischio sismico a scala regionale.
Definizione di procedure speditive di valutazione della vulnerabilità degli edifici esistenti attraverso analisi semplificate di resistenza agli stati limite ed identificazione di tecniche a basso costo di intervento utili alla eliminazione dei fattori di vulnerabilità presenti responsabili di potenziali meccanismi di collasso. Si prevede la creazione di un protocollo di rilievo, analisi e progettazione per la realizzazione di interventi speditivi di “rafforzamento” o “miglioramento misurato” delle strutture; a tale scopo verranno presi in considerazione gli abachi di danno ed i meccanismi riportati nella scheda MEDEA (DPC-PLINIVS).</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.3</td><td>Modello di Rischio Sismico a scala regionale estendibile al territorio nazionale.</td><td>36 – Software</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.3</td><td>Protocollo speditivo per il rilievo e l’analisi della vulnerabilità per una rapida progettazione di interventi di rafforzamento e miglioramento misurato delle strutture esistenti.</td><td>18 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 1.1.3</td><td colspan="2">1. G. ZUCCARO ,F. PAPA, “A Multimidial handbook for seismic damage evaluation and post event macroseismic assessment” - Seismic Engineering International Conference commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake (MERCEA'08) – 8-11 Luglio 2008 – Reggio Calabria e Messina.
2. G. ZUCCARO, M. PALMIERI, F. MAGGIO’, S. CICALESE, V. GRASSI, M. RAUCI, “A procedure for seismic risk reduction in Campania Region” - Seismic</td></tr>
</table>

		*Engineering International Conference commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake (*MERCEA'08*) – 8-11 Luglio 2008 – Reggio Calabria e Messina.* 3. *G. ZUCCARO, F. CACACE, Revisione dell'inventario a scala nazionale delle classi tipologiche di vulnerabilità ed aggiornamento delle mappe nazionali di rischio sismico. Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia"- ANIDIS '09 – Bologna 2009* 4. *G. ZUCCARO, F. CACACE, Modello per la simulazione di scenari sismici per la Regione Campania. Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia"- ANIDIS '09 – Bologna 2009* 5. *G. ZUCCARO, M. RAUCI, F. CACACE, Caratteristiche tipologiche degli edifici in muratura e meccanismi di collasso. Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia"- ANIDIS '09 – Bologna 2009*

Scheda UR - UNIPV

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIPV, Università degli Studi di Pavia</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Meccanica Strutturale (DMS), Università degli Studi di Pavia, via Ferrata 1, 27100, Pavia, Tel. 0382 985 450, Fax. 0382 528 422</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Gian Michele Calvi e Timothy Sullivan</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Gian Michele Calvi</td><td>Professore</td><td>DMS</td></tr>
<tr><td>Guido Magenes</td><td>Professore Associato</td><td>DMS</td></tr>
<tr><td>Timothy Sullivan</td><td>Ricercatore</td><td>DMS</td></tr>
<tr><td>Davide Bolognini</td><td>Ricercatore</td><td>DMS/EC</td></tr>
<tr><td>Assegnista di Ricerca</td><td>Assegnista di Ricerca</td><td>DMS</td></tr>
<tr><td>Borsista</td><td>Borsista</td><td>DMS/ROSE</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.1</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 2.1 Principi, Aspetti Generali, Azioni:
1. Definizione degli aspetti generali per l’applicazione del metodo agli spostamenti.
2. Definizione degli aspetti specifici per l’applicazione del metodo agli spostamenti, ed identificazione delle azioni da utilizzare nello sviluppo del metodo agli spostamenti (in collaborazione con UR10-POL).
3. Considerazione del miglior modo di tenere conto delle incertezze inerenti nella valutazione sismica.
4. Coordinamento delle diverse unità di ricerca in modo di assicurare un prodotto ben sviluppato e ben presentato. In particolare, collaborazione con ogni unità di ricerca nella definizione di miglioramenti specifici dell’approccio agli spostamenti per le diverse tipologie strutturali.
5. Dopo una revisione dei risultati ottenuti da tutte le unità di ricerca, considerazione di eventuali semplificazioni e miglioramenti del metodo di valutazione agli spostamenti.
6. Redazione di linee guida per RELUIS Linea 2, incluso la collaborazione con ogni unità di ricerca nello sviluppo delle linee guide per le diverse tipologie strutturali.
7. Redazione di un codice modello generale e di un commentario per la valutazione agli spostamenti.

Task 2.2: Strutture in C.A. con e senza tamponatura
1. Selezione dei casi studio. (In parallelo con UR2-BOL)
2. Identificazione dei tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione per diversi stati limite, e forme isteretiche per strutture a telaio in C.A. (In parallelo con UR2-BOL)
3. Valutazione dei casi studio secondo approcci tradizionali basati alle forze. (In parallelo con UR2-BOL)
4. Valutazione dei casi studio secondo approcci basati agli spostamenti. (In parallelo con UR2-BOL)
5. Analisi non lineari dinamiche dei casi studio, oppure confronto con risultati sperimentali ottenuti da prove su una tavola vibrante, in modo da valutare la validità dei metodi di valutazione. (In parallelo con UR2-BOL)
6. Individuazione e discussione di aspetti problematici. (In parallelo con UR2-BOL)
7. Miglioramenti specifici dell’approccio agli spostamenti. (In collaborazione con UR2-BOL)
8. Ripetizione delle valutazioni utilizzando il metodo agli spostamenti raffinato e confronto con la previsione reale. (In parallelo con UR2-BOL)
9. Redazione di linee guida specifiche per la valutazione agli spostamenti per le strutture a telaio in C.A. (In collaborazione con UR2-BOL)</td></tr>
</table>

Prodotti di cui è responsabile l'UR (deve essere coerente con la scheda di task)	Task	Descrizione	Mese di consegna e formato
	Task 2.1	*Sommario della procedura di valutazione agli spostamenti per distribuzione alle unità di ricerca.*	*3 – Cartaceo*
	Task 2.1	*Selezione di accelerogrammi digitali spettro-compatibili per l'applicazione e la verifica dei metodi di valutazione.*	*12 – Elettronico/CD*
	Task 2.1	*Linee guida per la valutazione agli spostamenti e codice modello con commentario e volume di casi studio.*	*36 – Cartaceo*
	Task 2.2	*Definizione di limiti di deformazione per le strutture esistenti in C.A..*	*18 – Cartaceo*
	Task 2.2	*Espressioni per lo smorzamento equivalente per le strutture esistenti in C.A.*	*36 – Cartaceo*
	Task 2.2	*Linee guida per la valutazione di strutture a telaio in C.A.*	*36 – Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	Task	Citazione
	Task 2.1	1. *Priestley M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky M.J. (2007) "Direct Displacement-Based Seismic Design", IUSS Press, Pavia, 720pages.* 2. *Calvi G.M. and Sullivan. T.J. Editors (2009) "A model code for the Displacement-Based Seismic Design of Structures, DBD09 – Draft Issued for Public Enquiry ", IUSS Press, 80pages.* 3. *Calvi G.M., Sullivan T.J., (2009) "Development of a Model Code for Direct Displacement Based Seismic Design", Atti di Linea IV, Convegno Finale del progetto RELUIS, 1-3 Aprile, Napoli, Italia.* 4. *Magenes G. and Calvi G.M. (1997) "In-plane seismic response of brick-masonry walls" Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 26(11). 4.* 5. *Calvi G.M. and M. J.N. Priestley, Assessment of existing buidings, in: Seismic design of RC structures for controlled inelastic response, CEB Bulletin 236, Lausanne, 1997, 159-204*
	Task 2.2	1. *Priestley M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky M.J. (2007) "Direct Displacement-Based Seismic Design", IUSS Press, Pavia, 720pages.* 2. *Priestley M.J.N. and G.M. Calvi, Towards a Capacity Design Assessment Procedure for Reinforced Concrete Frames, Earthquake Spectra, Vol. 7, N. 3, 1991, 413-437* 3. *Calvi G.M., G. Via and E. Vintzeleou, Reinforced concrete infilled frames, in: RC frames under earthquake loading, CEB Bulletin 231, T. Telford, 1996, 231-284* 4. *Calvi G.M., A displacement-based approach for vulnerability evaluation of classes of buildings, Journal of Earthquake Engineering, Vol. 3, No. 4, 1999.* 5. *Calvi G.M. and D. Bolognini, Seismic response of reinforced concrete frames infilled with weak reinforced masonry panels, Journal of Earthquake Engineering, Vol. 5 No. 2, 2001, 153-186*

Scheda UR - UNIBO

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIBO – DICAM, Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali, Viale Risorgimento 2, 40136 BOLOGNA</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento DICAM, Università di Bologna, Viale Risorgimento 2, 40136 BOLOGNA
tel. +39 051 2093237 - fax +39 051 2093253</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Andrea Benedetti</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Andrea Benedetti</td><td>Professore</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Luca Landi</td><td>Ricercatore</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Luca Pelà</td><td>Assegnista</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Pierpaolo Diotallevi</td><td>Professore</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Enrico Mangoni</td><td>Prof. a contratto</td><td>Univ. Firenze</td></tr>
<tr><td>(da definire)</td><td>Borsista</td><td>DICAM</td></tr>
<tr><td>Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT 1 – L.2</td><td colspan="2">2.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 2.2:
1. Selezione dei casi studio, a partire da una collezione di edifici esistenti in c.c.a. tamponati con diversi tipi di muratura, e/o dotate di pareti in c.c.a.
2. Identificazione dei tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione per gli stati limite, e dissipazione per le strutture in C.A. e per le pareti in muratura.
3. Valutazione dei casi studio secondo approcci tradizionali basati alle forze.
4. Valutazione dei casi studio secondo approcci basati agli spostamenti.
5. Analisi non lineari dinamiche dei casi studio, oppure confronto con risultati sperimentali ottenuti da prove su una tavola vibrante, in modo da controllare la veridicità dei metodi di valutazione.
6. Individuazione e discussione di aspetti problematici e miglioramenti specifici dell’approccio agli spostamenti
7. Ripetizione delle valutazioni utilizzando il metodo agli spostamenti raffinato e confronto con la previsione reale.
8. Redazione di linee guida specifiche per la valutazione agli spostamenti per le strutture a telaio in C.A.
9. Interazione con UR4 - GEN ed il gruppo muratura (Task 2.4) per la definizione dei criteri di verifica di pannelli murari all’interno di telai di c.c.a.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.2</td><td>4. Definizione di limiti di deformazione per le strutture esistenti in C.A.
5. Espressioni per lo smorzamento equivalente per le strutture esistenti in C.A.
6. Linee guida per la valutazione di</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
</table>

		strutture a telaio in C.A.	
	Task 2.4	*Criteri per l'analisi di pannelli murari inclusi in telai di C.A.*	*18 - Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 2.2	*1) Calvi G.M. and Sullivan. T.J. Editors (2009) "A model code for the Displacement-Based Seismic Design of Structures, DBD09 – Draft Issued for Public Enquiry ", IUSS Press.* *2) 1.A. Benedetti, L. Landi, D. Malavolta. (2008). On the design and evaluation of seismic response of RC buildings according to direct displacement-based design approach. Proceedings of the. 14th WCEE. Beijing, China. October 12-17, 2008. Paper No. 05-01-0424. BEIJING: CAEE.* *3) 1.L. Pelà, M. Cervera, A. Benedetti. (2008). An orthotropic Damage Model for the Analysis of Masonry Structures. A cura di SINHA B., TANACAN L. Proceedings of the ISSM 08. Istanbul. November 5-7 2008. (pp. 175 - 182).*	
	Task 2.4	*1) Benedetti A., Steli E. (2008). Analytical models for shear–displacement curves of unreinforced and FRP reinforced masonry panels. CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS. vol. 22, pp. 175 – 185.*	

Scheda UR - UNIBG

Affiliazione principale	*UR – UNIBG, Università degli Studi di Bergamo*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Progettazione e Tecnologie, Facoltà d'ingegneria, Università degli Studi di Bergamo, Viale Marconi 5, 24044 - Dalmine (BG),* *Tel. 035 2052 327 / 334* *Fax: 035 2052 077*		
Coordinatore dell'unità	*Paolo Riva*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Paolo Riva	Professore Ordinario	UNIBG
	Andrea Belleri	Assegnista di Ricerca	UNIBG
	Luca Ferrario	Dottorando di ricerca	UNIBS
	Francesca Silveri	Dottoranda di ricerca	UNIBS
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	2	2.3	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task:	**Task 2.3:** *Nel task si svilupperanno metodi di valutazione agli spostamenti per le strutture pre-fabbricate in C.A. La ricerca avrà come obbiettivo l'applicazione a casi caratteristici del patrimonio italiano. Particolare attenzione dovrà essere riservata a problemi associati alle connessioni, ai dettagli costruttivi utilizzati storicamente per le strutture pre-fabbricate e agli elementi non-strutturali caratteristici di strutture tradizionali. Gli obbiettivi saranno di identificare (i) tipici meccanismi di collasso per le strutture pre-fabbricate, (ii) livelli di deformazione che sono critici per diversi stati limiti delle strutture pre-fabbricate, (iii) espressioni per lo smorzamento viscoso equivalente adatto per la valutazione di strutture pre-fabbricate che considerino i diversi meccanismi plastici e le diverse modalità di connessione (iv) casi studio di valutazione che possono servire come esempi di applicazione del metodo agli spostamenti*		
Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 2.3	*Definizione di limiti di deformazione per le strutture pre-fabbricate in C.A.* *Espressioni per lo smorzamento equivalente per le strutture pre-fabbricate in C.A..* *Linee guida per la valutazione di strutture pre-fabbricate in C.A.*	*36 – Cartaceo*

	Task	Citazione
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	*Task 2.3*	1. *Belleri A., Riva P. (2008). Direct Displacement Based Design and Force Based Design of Precast Concrete Structures. Proceedings IALCCE'08,Varenna, Italy, June 11-14* 2. *Belleri A., Riva P. (2008). Seismic Behaviour Of Grouted Sleeve Precast Column To Foundation Connections: Results Applied To The Direct Displacement Based Design. 14th World Conference on Earthquake Engineering 14WCEE October 12-17, Beijing, China* 3. *Belleri A., Riva P. (2008). Strutture prefabbricate: confronto tra progettazione sismica con "Direct Displacement Based Design" e "Force Based Design". 17°Congresso C.T.E. - Roma 5-8 novembre* 4. *Belleri A., Riva P. (2009). Influenza delle connessioni pilastro-fondazione e pilastro-trave di strutture prefabbricate nel DDBD. XIII Convegno ANIDIS, 28/06– 2/07 Bologna*

Scheda UR - UNIGE

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR 4 - GE, DICAT, Università degli Studi di Genova</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni, dell’Ambiente e del Territorio (DICAT)
Via Montallegro 1, 16145, Genova
Tel. 010 3532378; Fax. 010 3532534</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Sergio Lagomarsino</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Sergio Lagomarsino</td><td>Ordinario</td><td>DICAT</td></tr>
<tr><td>Serena Cattari</td><td>Assegnista di ricerca</td><td>DICAT</td></tr>
<tr><td>Chiara Calderini</td><td>Assegnista di ricerca</td><td>DICAT</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.4</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2.4:
1. Selezione dei casi studio. Esempi di strutture miste muratura-cemento armato saranno inclusi nei casi studio.
2. Esecuzione di analisi non lineari (sui casi studio definiti e quelli sperimentali selezionati per la validazione) con diversi approcci di modellazione (ad elementi finiti, mediante l’uso di opportuni legami costitutivi non lineari, e secondo l’approccio a telaio equivalente).
3. Definizione degli stati limite di deformazione. Particolare attenzione sarà posta non solo alla definizione dei limiti di deformazione alla scala del singolo elemento strutturale (ad esempio, maschi e fasce) ma anche a quella degli stati limite sulla curva di capacità rappresentativa della risposta dell’intera struttura.
4. Valutazione dei casi studio secondo approcci tradizionali basati alle forze e approcci basati agli spostamenti. Particolare attenzione sarà posta anche al confronto dei risultati ottenibiili dall’impiego di questi due approcci nella valutazione dell’efficacia di alcune tecniche di intervento di rinforzo.
5. Miglioramenti specifici dell’approccio agli spostamenti. Particolare attenzione sarà posta, oltre che ai metodi di valutazione e modellazione della risposta globale, anche a quelli per la valutazione dei meccanismi locali (con riferimento, nello specifico, all’uso del metodo di verifica dell’analisi cinematica non lineare).</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.4</td><td>Definizione di limiti di deformazione per le strutture in muratura</td><td>12 -Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.4</td><td>Espressioni per lo smorzamento equivalente per le strutture in muratura</td><td>24 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.4</td><td>Linee guida per la valutazione di strutture in muratura</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
</table>

del personale UR in relazione alle attività previste	*Task 2.4*	1. *Calderini C, Cattari S, Lagomarsino S. (2009).* "In-plane strength of unreinforced masonry piers". *Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 38(2).* 2. *Calderini C, Lagomarsino S. (2008).* "A continuum model for in-plane anisotropic inelastic behaviour of masonry". *Journal of Structural Engineering – ASCE ; 134(2).* 3. *Cattari S., Lagomarsino S. (2006).* "Non linear analysis of mixed masonry and reinforced concrete buildings". Proc. of the 13th European Conference on Earthquake Engineering, Geneva (CH), 3-8 September 2006, ID 927. 4. *Lagomarsino S., Cattari S. (2009)* "Non linear seismic analysis of masonry buildings by the equivalent frame model", *Proc. of 11th D-A-CH Conference, 10-11 September 2009, Zurich, (invited paper), Documentation SIA D 0231, ISBN 978-3-03732-021-1.* 5. *Lagomarsino S., Resemini S. (2009).* "The Assessment of Damage Limitation State in the Seismic Analysis of Monumental Buildings". Earthquake Spectra, vol. 25, No 2, pp. 323-346.

Scheda UR - UNINA

Affiliazione principale	*UR – UNINA-DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel. 081 7683927, Fax: 081 7683332*		
Coordinatore dell'unità	*Gaetano Della Corte*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Gaetano Della Corte	Ricercatore	DIST
	Carmine Castaldo	Dottorando	DIST
	Luisa Alterio	Dottorando	DIST
	Mazzolani Federico	Professore	DIST
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	2	2.5	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task:	**Task 2.5:** 1. *Selezione dei casi studio.* 2. *Identificazione dei tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione per diversi stati limite, e forme isteretiche per strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo.* 3. *Valutazione dei casi studio secondo approcci tradizionali basati alle forze.* 4. *Valutazione dei casi studio secondo approcci basati agli spostamenti* 5. *Analisi non lineari dinamiche dei casi studio, oppure confronto con risultati sperimentali ottenuti da prove su una tavola vibrante, in modo da valutare la validità dei metodi di valutazione.* 6. *Individuazione e discussione di aspetti problematici* 7. *Miglioramenti specifici dell'approccio agli spostamenti in collaborazione con membri di Task 2.1.* 8. *Ripetizione delle valutazioni utilizzando il metodo agli spostamenti raffinato e confronto con la previsione reale.* 9. *Redazione di linee guida specifiche per la valutazione agli spostamenti per le strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo.*		
Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 2.5	*1. Definizione di limiti di deformazione per le strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo.* *2. Espressioni per lo smorzamento equivalente per le strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo* *3. Linee guida per la valutazione di strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo*	*36 – Cartaceo, testo scritto in coordinamento con altre unità*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 2.5	1. Della Corte G., Mazzolani F.M. (2008). Theoretical developments and numerical verification of a displacement-based design procedure for steel braced structures. *Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering*, Beijing, China, 12-17 October. 2. Reyes G., Sullivan T.J.S., Della Corte G. (2010). Development of a displacement-based design method for steel frame-RC wall buildings. *Journal of Earthquake Engineering*, 14: 252-277, DOI: 10.1080/13632460902995138.	

		3. Maley T.J., Sullivan T.J.S., Della Corte G. (2010). Development of a displacement-based design method for steel dual systems with buckling restrained braces and moment resisting frames. *Journal of Earthquake Engineering*, accepted for publication.

Scheda UR - UNITN

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNITN-DIMS, Università degli Studi di Trento</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale (DIMS), Università degli Studi di Trento, via Mesiano 77, ,Trento , Tel. 0461 882500 Fax. 0461 882599</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Paolo Zanon & Maurizio Piazza</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Paolo Zanon</td><td>Professore</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td>Maurizio Piazza</td><td>Professore</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td>Daniele Zonta</td><td>Ricercatore</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.6</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 2.6:
1. Selezione dei casi studio.
2. Identificazione dei tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione per diversi stati limite, e forme isteretiche per le strutture in legno.
3. Valutazione dei casi studio secondo approcci tradizionali basati alle forze.
4. Valutazione dei casi studio secondo approcci basati agli spostamenti
5. Analisi non lineari dinamiche dei casi studio, oppure confronto con risultati sperimentali ottenuti da prove su una tavola vibrante, in modo da valutare la validità dei metodi di valutazione.
6. Individuazione e discussione di aspetti problematici
7. Miglioramenti specifici dell’approccio agli spostamenti in collaborazione con membri di Task 2.1.
8. Ripetizione delle valutazioni utilizzando il metodo agli spostamenti raffinato e confronto con la previsione reale.
9. Redazione di linee guida specifiche per la valutazione agli spostamenti per le strutture in legno</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.6</td><td>Definizione di limiti di deformazione per le strutture in legno.</td><td>12 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.6</td><td>Espressioni per lo smorzamento equivalente per le strutture in legno</td><td>24 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.6</td><td>Linee guida per la valutazione di strutture in legno</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td colspan="2">1. Calvi G.M. and Sullivan. T.J. Editors (2009) “A model code for the Displacement-Based Seismic Design of Structures, DBD09 – Draft Issued for Public Enquiry ”, IUSS Press, 80pages.
2. Filiatrault, A., Folz, B., (2002) “Performance-Based Seismic Design of Wood Framed Buildings”, ASCE Journal of Structural Engineering, Vol. 128, No. 1, 39-47.
3. Loss, C. (2007) “Il direct displacement based design applicato a strutture di legno intelaiate:analisi numerico-probabilistica per la calibrazione di una metodologia di calcolo,” Department of Civil and Mechanical Structural Systems, University of Trento
4. Priestley M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky M.J. (2007) Direct Displacement-Based Seismic Design, IUSS Press, Pavia, 720pages.
5. Zonta D., Piazza M., Zanon P. and Giuliani G. (2006), “An Application of Direct Displacement Based Design to Glulam Timber Portal-Frame Structures”, Department of Civil and Mechanical Structural Systems, University of Trento.</td></tr>
</table>

Scheda UR - UNIBAS

Affiliazione principale	*UR – UNIBAS-DISGG, Università degli Studi della Basilicata*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Strutture, Geotecnica e Geologia applicata (DiSGG), Università degli Studi della Basilicata, viale dell'Ateneo Lucano 10, 85100, Potenza, Tel. 0971205054, Fax. 0971205070*		
Coordinatore dell'unità	*Donatello Cardone*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Donatello Cardone	Ricercatore	DISGG
	Giuseppe Gesualdi	Dottorando	DiSGG
	Salvatore Sofia	Dottorando	DiSGG
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	2	2.7	

Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task:

Task 2.7:

1. *Selezione di un adeguato numero di casi studio, con riferimento ad opere reali (in particolare viadotti autostradali) differenti per schema strutturale, tipologia di pila ed apparecchi di appoggio.*
2. *Identificazione dei tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione e forme isteretiche degli elementi strutturali critici dei ponti. Studio degli effetti della interazione pila-appoggi ed (in direzione longitudinale) della modellazione di spalla e giunti.*
3. *Valutazione dei casi studio secondo approcci tradizionali alle forze.*
4. *Valutazione dei casi studio secondo approcci basati sugli spostamenti*
5. *Analisi non lineari dinamiche dei casi studio, con utilizzo di accelerogrammi spettro-compatibili, seguendo un approccio di analisi di tipo incrementale.*
6. *Individuazione e discussione di aspetti problematici.*
7. *Miglioramenti specifici dell'approccio agli spostamenti, ad es. raffinamento del metodo per la definizione della configurazione deformata del ponte e della procedura per la riduzione del sistema MDOF al sistema SDOF equivalente.*
8. *Ripetizione delle valutazioni utilizzando il metodo agli spostamenti raffinato e confronto con la previsione 'reale'.*
9. *Valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico di ponti esistenti attraverso il metodo messo a punto.*
10. *Redazione di linee guida specifiche per la valutazione agli spostamenti di ponti.*

Prodotti di cui è responsabile l'UR

Task	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
Task 2.7	*Definizione di limiti di deformazione per gli elementi strutturali critici dei ponti*	*12 – cartaceo*
Task 2.7	*Espressioni per lo smorzamento equivalente specifiche per i ponti*	*30 - Cartaceo*
Task 2.7	*Linee guida per la valutazione di ponti*	*36 - Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste

Task	1. **Citazione**
Task 2.7	2. Cardone, M. Dolce & G. Palermo, *"Direct Displacement-Based Design of Seismically Isolated Bridges"*, Bulletin of Earthquake Engineering, Vol. 7, No. 2, pp. 391-410, Springer Ltd, Dordrecht (The Netherlands). 3. Cardone, M. Dolce, F. Matera & G. Palermo, *"Application of Direct Displacement-Based Design to Multi-Span Simply Supported Deck Bridges with Seismic Isolation: A Case Study"*, Proceedings of 14th WCEE – World Conference on Earthquake Engineering, Benjing,

		China, October 12-17, 2008. 4. Cardone, M. Dolce, L. Pardi & G. Perrone, *"Prioritization and seismic risk assessment of bridges"*, Proceedings of IABMAS08 – Fourth International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, Seoul, Korea, July 13-17, 2008. 5. D. Cardone, L. Pardi & G. Perrone, *"Application of indexing and detailed seismic assessment approaches to existing bridges"*, Proceedings of IABMAS08 – Fourth International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, Seoul, Korea, July 13-17, 2008. 6. D. Cardone, G. Perrone & M. Dolce, "*A Numerical Procedure for the Assessment of Highway Bridges in Seismic Areas",* Proceedings ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering, Rethymno, Crete, Greece, 13–16 June 2007.

Scheda UR UNIPG

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIPG - DICA, Università degli Studi di Perugia</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale (DICA),
Università degli Studi di Perugia, via G. Duranti, 93, 06125, Perugia
Tel. 075 5853895, Fax. 075 5853756</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Vincenzo Pane (mail: panev@unipg.it, Tel. 075 5853777)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Vincenzo Pane</td><td>Professore Ordinario</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Manuela Cecconi</td><td>Ricercatore</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Giovanni Calzoni</td><td>Tecnico</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Assegnista di Ricerca</td><td>-</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Borsista</td><td>-</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.8</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 2.8:
1. Selezione dei casi studio.
2. Identificazione dei tipici meccanismi di collasso, livelli critici di deformazione per diversi stati limite, e forme isteretiche per strutture di sostegno.
3. Valutazione dei casi studio secondo approcci tradizionali basati sulle forze.
4. Valutazione dei casi studio secondo approcci basati sugli spostamenti
5. Analisi dinamiche non lineari dei casi studio, e/o confronto con risultati sperimentali ottenuti da prove su tavola vibrante, in modo da valutare la validità dei metodi.
6. Individuazione e discussione di aspetti problematici
7. Miglioramento e affinamento dell’approccio agli spostamenti ed eventuale ripetizione delle analisi.
8. Redazione di linee guida specifiche per la valutazione della vulnerabilità delle strutture di sostegno con il metodo agli spostamenti.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Task 2.8</td><td>Definizione di limiti di deformazione per le strutture di sostegno.</td><td>18 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Espressioni per lo smorzamento equivalente per le strutture di sostegno.</td><td>18 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Linee guida per la valutazione della vulnerabilità di strutture di sostegno.</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.8</td><td colspan="2">1. Calvi G.M., Pane V., Paolucci R. (2008). “Displacement Based Seismic Design of geotechnical structures”, Opere geotecniche in condizioni sismiche. XII ciclo di conferenze di Meccanica e Ingegneria delle Rocce, Torino, 2-3 dicembre 2008.
2. Cecconi M., Pane V., Vecchietti S., (2009). “Il metodo DDBD per la valutazione delle spinte sismiche sulle strutture di sostegno”, Progettazione sismica, n.2, 67-82.
3. Cecconi M., Pane V., Vecchietti S., (2008). “The DDBD method in the a-seismic design of anchored diaphragm walls”, MERCEA08, Int. Conf. on Seismic Engineering, AIP Conference Proceedings, Santini and Moraci Editors, Reggio Calabria 8-11 July, 695-702.
4. Cecconi M., Vecchietti S., Pane V., (2007). “The DDBD Method in the design of cantilever diaphragm walls”, Ottawa 2007, 60th</td></tr>
</table>

		Canadian Geotechnical Conference & 8th Joint CGS/IAH-CNC Groundwater Conference -The Diamond Jubilee, Ottawa, Canada, ottobre 2007, 912-919. 5. *Pane V., Cecconi M., Vecchietti S., (2007). "Il Metodo DDBD per il progetto agli spostamenti di strutture di sostegno", XII Convegno Nazionale di Ingegneria Sismica, Pisa, 10-14 giugno 2007, su CD rom.* 6. *Priestley M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky M.J. (2007) Direct Displacement-Based Seismic Design, IUSS Press, Pavia, 720pages.*

Scheda UR - POLIMI

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – POLIMI-DIS, Politecnico di Milano</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIS), Politecnico di Milano, P.za Leonardo da Vinci, 32, 20133 Milano, Tel. 0223994202, Fax. 0223994220</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Roberto Paolucci</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Roberto Paolucci</td><td>Professore associato</td><td>POLIMI-DIS</td></tr>
<tr><td>Lorenza Petrini</td><td>Ricercatore</td><td>POLIMI-DIS</td></tr>
<tr><td>Andrea Galli</td><td>Ricercatore</td><td>POLIMI-DIS</td></tr>
<tr><td>Claudio di Prisco</td><td>Professore ordinario</td><td>POLIMI-DIS</td></tr>
<tr><td>da attribuire</td><td>Assegnista post-doc</td><td>POLIMI-DIS</td></tr>
<tr><td>da attribuire</td><td>Assegnista post-doc</td><td>POLIMI-DIS</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1-2</td><td colspan="2">2.1 + RS1</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.7</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.9</td></tr>
<tr><td>1-2</td><td colspan="2">MT1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2.1 + Task RS1
1. Selezione di accelerogrammi digitali spettro-compatibili per applicazione e la verifica dei metodi di valutazione, e distribuzione alle UR. A questo scopo verrà fatto riferimento alla base di dati accelerometrici digitali mondiale raccolta dalla UR nell'ambito di progetti precedenti. Questa attività verrà condivisa con la Linea di ricerca 1, Task RS1 “Aspetti ingegneristici dell’input sismico”, portando allo sviluppo di un software per la selezione di accelerogrammi reali spettro-di-spostamento compatibili a fini di ingegneria sismica (attività A3 del Task RS1).

Task 2.7
1. Selezione di un adeguato numero di casi studio.
2. Identificazione dei tipici meccanismi di collasso, limiti di deformazione e forme isteretiche degli elementi strutturali critici dei ponti.
3. Valutazione dei casi studio secondo approcci basati sugli spostamenti, approcci tradizionali alle forze e loro confronto con i risultati di analisi non lineari dinamiche.
4. Individuazione di aspetti problematici dell’approccio agli spostamenti e proposta di miglioramenti.
5. Ripetizione delle valutazioni utilizzando il metodo agli spostamenti raffinato.
6. Valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico di ponti esistenti attraverso il metodo messo a punto.
7. Redazione di linee guida specifiche per la valutazione agli spostamenti di ponti.

Task 2.10
1. Identificazione di fondazioni tipiche utilizzate in Italia e di casi studio rappresentativi.
2. Identificazione dei limiti di deformazione e forme isteretiche per i diversi sistemi di fondazioni identificati.
3. Implementazione modello non-lineare per fondazioni superficiali in codice ad elementi finiti
4. Applicazione del metodo alle forze e agli spostamenti a diversi casi studio.
5. Formulazione modello di calcolo per fondazioni profonde.
6. Verifiche dei metodi di valutazione con riferimento a prove sperimentali oppure analisi non-lineari dinamiche.
7. Miglioramento del modo di considerare l’interazione terreno-struttura nel metodo agli spostamenti e definizione delle linee guida.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">Task MT1
La UR metterà a disposizione le esperienze e gli strumenti di analisi sviluppati nell'ambito del coordinamento del progetto S4, per la realizzazione della banca dati accelerometrica italiana, e di altri progetti.</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Prodotti di cui è responsabile l'UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.1</td><td>Selezione di accelerogrammi digitali spettro-compatibili per applicazione e la verifica dei metodi di valutazione.</td><td>18 – Rapporto Tecnico con CD</td></tr>
<tr><td>Task 2.1 + Task RS1</td><td>Software per la selezione di accelerogrammi reali spettro-di-spostamento compatibili a fini di ingegneria sismica;</td><td>36 – Software disponibile in Internet</td></tr>
<tr><td>Task 2.7</td><td>Espressioni per lo smorzamento equivalente specifiche per i ponti</td><td>30 – Rapporto tecnico</td></tr>
<tr><td>Task 2.7</td><td>Linee guida per la valutazione di ponti</td><td>36 – Rapporto tecnico</td></tr>
<tr><td>Task 2.9</td><td>Definizione di limiti di deformazione per fondazioni tipiche del patrimonio italiano.</td><td>12 – Rapporto tecnico</td></tr>
<tr><td>Task 2.9</td><td>Espressioni per lo smorzamento equivalente e per la rigidezza di fondazioni in funzione della deformazione imposta.</td><td>30 – Rapporto tecnico</td></tr>
<tr><td>Task 2.9</td><td>Linee guida per la presa in conto dell'interazione terreno-struttura tramite il metodo agli spostamenti.</td><td>36 – Rapporto tecnico</td></tr>
<tr><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.1+RS1</td><td colspan="2">Paolucci R., A. Rovelli, E. Faccioli, C. Cauzzi, D. Finazzi, M. Vanini, C. Di Alessandro, G. Calderoni. "On the reliability of long-period response spectral ordinates from digital accelerograms", Earthquake Engineering & Structural Dynamics, Vol. 37, 697-710, 2008
Figini R. and R. Paolucci. "Site effects at long periods from digital strong motion records of the Kik-net, Japan". Journal of Earthquake Engineering, Vol. 13, 567–584, 2009.
Paolucci R. Long-period earthquake ground motion: recent advances and observations from the April 6 2009, Mw6.3 L'Aquila earthquake, Italy. Proc. ACES Workshop on Performance-Based Earthquake Engineering Corfù, Greece, 5-6 July 2009.
Iervolino I., Galasso C., Paolucci R., Pacor F. REXELite, online record selection for the ITalian ACcelerometric Archive, Proc. 14 Europ. Conf. Earthquake Engineering, Skopje, 2010.</td></tr>
</table>

	Task 2.7	1. *Adhikari G., Petrini L., Calvi G.M., "Application of direct displacement based design to long span bridges" in pubblicazione su Bulletin of Earthquake Engineering* 2. *Petrini L., Şadan O.B., Calvi G.M. (2009) "Proposta di una procedura agli spostamenti per la verifica di ponti esistenti", ANIDIS XIII Conv. Ingegneria Sismica, 28/06/09– 2/07/09.* 3. *Şadan OB, Petrini L. (2009) "Direct Displacement Based Seismic Assesment Procedure for Multi-Spam Reinforced Concrete Bridges", Proc. WCEE-ECCE-TCCE Joint Conference EARTHQUAKE&TSUNAMI, Istanbul,Turkey , 22-24 June, ISBN: 978-9944-89-734-1*
	Task 2.10	1. *Paolucci R., M. Shirato, M.T. Yilmaz. "Seismic behaviour of shallow foundations: shaking table experiments vs. numerical modelling", Earthquake Engineering & Structural Dynamics, Vol. 37, 577-595, 2008* 2. *Shirato M., R. Paolucci, T. Kouno, S. Nakatani, J. Fukui, R. Nova e C. di Prisco (2008). "Numerical simulation of model tests of pier-shallow foundation systems subjected to earthquake loads using an elasto-uplift-plastic macro element". Soils and Foundations. 48(5): 693–711.* 3. *Paolucci R., C. di Prisco, R. Figini, L. Petrini, M. Vecchiotti (2009). Interazione dinamica non lineare terreno-struttura nell'ambito della progettazione sismica agli spostamenti, Progettazione sismica, 2: 83-103.*

Scheda UR - INGV

Affiliazione principale	*UR – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, INGV*		
Sede amministrativa	*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Via di Vigna Murata 605, 00143, Roma; Tel. +39 06 518601, Fax. +39 06 51860507*		
Coordinatore dell'unità	*Warner Marzocchi*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Warner Marzocchi	Dirigente di Ricerca	INGV
	Anna Maria Lombardi	Art. 23	INGV
	Matteo Taroni	Borsista	INGV
	Gordon Woo	Consultant	RMS
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	1.1	1.1.3	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task:	**Task 1.1.3:** *<u>Stime di pericolosità sismica a medio termine per lo sviluppo di modelli di rischio time-dependent</u>: negli ultimi anni, sono stati proposti alcuni modelli innovativi di pericolosità time-dependent che trovano il loro utilizzo ideale come supporto ad azioni di mitigazione del rischio sismico di medio termine (1-10 anni). Sebbene tale campo di ricerca sia ancora in forte sviluppo, è opportuno dotarsi immediatamente di strumenti di calcolo operativi, in grado cioè di fornire stime di pericolosità facilmente integrabili con le stime di vulnerabilità, possibilmente anch'esse time-dependent, e di valore esposto disponibili. Lo scopo ultimo è quello di avere modelli operativi di rischio dipendenti dal tempo e di valutare eventualmente l'impatto della dipendenza temporale rispetto ad un modello di riferimento time-independent. A questo proposito, ci proponiamo di fornire stime per il calcolo della pericolosità di medio termine basata su modelli matematici time-dependent e time-independent recentemente pubblicati e validati scientificamente in un formato opportuno per la stima del rischio sismico.* *<u>Sviluppo di strategie di decision-making per la riduzione del rischio sismico basate sull'analisi costi-benefici</u>: Un'efficiente e razionale riduzione del rischio sismico si basa necessariamente su un'adeguata distribuzione delle risorse finanziarie a disposizione. In quest'ottica, si proporranno metodi quantitativi atti a tale scopo, che possano essere utilizzati per stabilire protocolli di decision-making trasparenti e chiari. Lo sviluppo di tali protocolli è essenziale per giustificare in ogni momento del processo, le decisioni prese.*		

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 1.1.3	*Sviluppo di codici di calcolo per la pericolosità sismica di medio termine*	*36 – Software*
	Task 1.1.3	*Strumenti quantitativi per un decision-making razionale basati sull'analisi costi-benefici.*	*18 - Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**
	Task 1.1.3	1. *Lombardi A.M., W. Marzocchi, 2009. Double Branching model to forecast the next M≥5.5 earthquakes in Italy. Tectonophysics, 475, 514-523.* 2. *Marzocchi W., 2008. Earthquake forecasting in Italy, before and after Umbria-Marche seismic sequence 1997. A review of the earthquake occurrence modeling at different spatio-temporal-magnitude scales. Ann.*

		Geophys., 51, 405-416. 3. *van Stiphout T., S. Wiemer, W. Marzocchi, 2010. When are mitigation actions warranted: the case of the 2009 L'Aquila earthquake. Submitted to Geophys. Res. Lett., in press.* 4. *Marzocchi W., A.M. Lombardi, 2008. A double branching model for earthquake occurrence. J. Geophys. Res., 113, B08317, doi:10.1029/2007JB005472.* 5. *Marzocchi W., A.M. Lombardi, 2009. Real-time forecasting following a damaging earthquake. Geophys. Res. Lett., 36, L21302, doi:10.1029/2009GL040233.*

Scheda UR nuovo progetto ReLUIS 2010-2013

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNINA-ING, Università degli Studi di Napoli Federico II</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel. 081 7683927, Fax. 081 7683332</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Federico Mazzolani</td></tr>
<tr><td rowspan="10">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Federico Mazzolani</td><td>Professore</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Gaetano Della Corte</td><td>Ricercatore</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Beatrice Faggiano</td><td>Ricercatore</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Antonio Formisano</td><td>Ricercatore</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Giulio Martire</td><td>Dottorando</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Carmine Castaldo</td><td>Dottorando</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Luisa Alterio</td><td>Dottorando</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Daniela De Gregorio</td><td>Dottorando</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Pierpaolo Di Feo</td><td>Dottorando</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 1.2.1:
Il task ha come obiettivo la revisione della Normativa esistente in tema di progettazione sismica di strutture con controventi. L’obiettivo sarà perseguito attraverso lo studio attento del background tecnico/scientifico della attuale Normativa, nonché lo sviluppo di analisi numeriche e sperimentali ad-hoc, mirate ad integrare le conoscenze attuali. Il risultato atteso consiste nello sviluppo di linee guida con la individuazione di possibili correzioni della Norma, nonché integrazioni con riferimento a nuove tipologie di strutture con controventi (ad esempio: controventi ad instabilità impedita, controventi con tiranti verticali di collegamento, sistemi misti telaio-controvento). In sintesi, l’attività prevista si può riassumere come segue:
1. Revisione dello stato dell’arte. In particolare, l’Unità produrrà una raccolta dei dati tecnici/scientifici alla base della Normativa attuale. La revisione dovrà condurre all’identificazione dei punti critici o deboli dell’attuale Normativa.
2. Sviluppo di proposte di correzioni per i punti critici individuati. Le proposte saranno sviluppate in base alle conoscenze già acquisite dalla ricerca nel settore e/o allo sviluppo di analisi specifiche e mirate.
3. Sviluppo di linee guida per l’integrazione della Normativa esistente, con riferimento a nuove tipologie di strutture con controventi. Tale obiettivo sarà perseguito attraverso lo sviluppo di analisi numeriche specifiche.
4. Raccolta del lavoro svolto in linee guida, eventualmente utilizzabili per la manutenzione/revisione della Normativa europea esistente.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 1.2.1</td><td>Linee guida per il progetto di strutture con controventi, risultati di prove sperimentali e numeriche</td><td>36 – Cartaceo e digitale</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 1.2.1</td><td colspan="2">1. Della Corte G., D’Aniello M., Mazzolani F.M. (2009). Advanced steel bracing systems: experimental tests and analytical models. In C. Faella & F.M. Mazzolani (eds.),</td></tr>
</table>

		Innovative Strategies for Structural Protection of Built Heritage. Monza (Milan, Italy): Polimetrica International Scientific Publisher, 347-393. 2. D'Aniello M., Della Corte G., Mazzolani F.M. (2009). Un controvento speciale ad instabilità impedita per il consolidamento sismico di edifici in c.a.. *Costruzioni Metalliche*, gennaio-febbraio, 47-56. 3. Mazzolani F.M., Della Corte G., D'Aniello M. (2009). Experimental analysis of steel dissipative bracing systems for seismic upgrading. *Journal of Civil Engineering and Management*, 15(1), 7-19, DOI: 10.3846/1392-3730.2009.15.7-19. 4. Castaldo C., Della Corte G., Mazzolani F.M. (2009). Sul fattore di struttura di telai di acciaio con controventi BRB. *Atti del XXII Congresso CTA (Collegio dei Tecnici dell'Acciaio)*, Padova, 28-30 settembre. 5. Della Corte G., D'Aniello M., Mazzolani F.M. (2009). Plastic shear overstrength of short links with axial restraints. *Proceedings of the Fifth International Specialty Conference on Behaviour of Steel Structures in Seismic Areas (STESSA 2009*), Philadelphia, USA, 16-19 August 2009.

Scheda UR - UNITN

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNITN, Università degli Studi di Trento</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale - DIMS
via Mesiano 77
38100 Trento (Italy)
Tel: +39 0461 282500
Fax: +39 0461 282599</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Prof. Riccardo Zandonini</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Prof. Riccardo Zandonini</td><td>Professore ordinario</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td>Prof. Oreste S. Bursi</td><td>Professore ordinario</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td>Dott.ssa Nadia Baldassino</td><td>Ricercatore</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td>Dott. Raffaele Pucinotti</td><td>Ricercatore</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td>Ing. Ph.D Fabio Ferrario</td><td>Dottore di ricerca</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td>Ing. Ph.D Marco Molinari</td><td>Responsabile di laboratorio</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td>Tiziano Dalla Torre</td><td>Tecnico di Laboratorio</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2
AT-2 - Innovazioni normative e tecnologiche in ingegne-ria sismica</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1
Aspetti nella progettazione sismica delle nuove costruzioni</td><td colspan="2">2
Strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo</td></tr>
<tr><td>Obiettivi dell’unità di ricerca</td><td colspan="3">L'uso di sezioni circolari cave (CHS) in acciaio ad alta resistenza (High Strength Steel - HSS) è ancora limitata nel settore edile, nonostante le loro eccellenti proprietà strutturali e architettoniche. Inoltre, anche se la Norma UNI-EN1993-1-12:2007 estende il suo campo di applicazione ad acciai strutturale fino al grado S690/S700MC, esistono forti limitazioni nell’uso di questo materiale nel campo della progettazione strutturale. Con il lavoro che verrà svolto dall’unità di ricerca UNITN, ci si pone quindi l’obiettivo di sviluppare l’approccio di progettazione basato sulle prestazioni (Performance Based Design), in cui il Capacity Design, largamente utilizzato in ingegneria sismica per evitare fratture fragili e assicurare un comportamento duttile delle strutture, si estenda a strutture in acciaio tubolare HSS per prevenire la rottura e il collasso sotto i carichi sismici.
Si propone dunque di promuovere nuovi criteri di progettazione per la valorizzazione delle sezioni circolari cave in HSS e composte acciaio HSS-calcestruzzo per le colonne e le connessioni sottoposte a carichi sismici, aumentando le prestazioni delle strutture in acciaio e riducendo il peso e i costi di costruzione per gli edifici. Inoltre ci si pone l’obiettivo di promuovere nuovi prodotti in acciaio HSS, al fine di coprire alcune lacune e incertezze sia nelle norme italiane (D.M. 14 gennaio 2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni) che europee (EC-3 Parte 1-12, EC-4 Part 1-1 e EC-8 Parte 1-1), le quali tuttora escludono le possibilità offerte dalla tecnologia di produzione, in vista delle nuove opportunità di mercato. Nell’attuale Eurocodice 3-1-12, i parametri di duttilità del materiale sono ridotti per gli HSS e così facendo l’analisi plastica non può essere utilizzata. L’obiettivo è anche quello di dimostrare che la metodologia della gerarchia delle resistenze imposta progettazione sismica è possibile ed altresì estremamente vantaggiosa da un punto di vista progettuale e realizzativo. Il lavoro dell’unità di ricerca dunque verterà in particolare sullo studio e sul confronto delle prestazioni sotto l’azione sismica delle diverse tipologie di colonne tubolari in HSS, attraverso analisi numerico e sperimentali di elementi tubolari in acciaio ad alta resistenza (dal grado S500Q/S500MC al grado S690Q/S700MC) con diametri e spessori strutturali tali che il raporto D/t possa risultare anche maggiore di 30, valore che rappresenta oggi un limite superiore per applicazioni strutturali. Verrà posta un’attenzione particolare sul dimensionamento di giunti trave-colonna e di giunti di base poiché il comportamento dei collegamenti è fondamentale per una corretta ed efficace progettazione sismica di strutture intelaiate e controventate.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="4">Attività analitiche e sperimentali previste dall'UR all'interno di ciascun task:</td><td>Task 2 – Fase 1:
1. Raccolta di tutti i riferimenti bibliografici e normativi per quanto riguarda acciai ad alta reissitenza (HSS), elementi tubolari e collegamenti soggetti a carichi sismici;
2. Raccolta e valutazione di dati sperimentali su elementi tubolari e su connessioni soggette a carichi sismici;
3. Raccolta e valutazione di procedure di progettazione basate sul Capacity Design applicabili a collegamenti con acciai HSS.
Si porrà l'accento sul comportamento meccanico degli elementi, la mancanza di informazioni su acciai tipo HSS e le lacune presenti nelle attuali normative italiane ed europee.</td></tr>
<tr><td>Task 2 – Fase2:
1. Scelta e ottimizzazione dei campioni da sottoporre a prova, sulla base di risutalti di analisi numeriche condotte su tipologie standard di edifici soggetti a carico sismico (edifici a telaio o edifici controventati);
2. Selezione e progettazione di collegamenti da sottoporre a prova in condizioni di carico sismico;
Si porrà particolare attenzione nel presentare in una apposita relazione il processo di progettazione che porterà alla definizione di soluzioni pratiche e vantaggiose per le tipologie strutturali selezionate.</td></tr>
<tr><td>Task 2 - Fase.3:
1. Indagine sperimentale del comportamento meccanico di colonne in acciaio ad alta resistenza e del comportamento meccanico di collegamenti trave-controvento-colonna tubolare in acciaio ad alta resistenza mediante:
✓ caratterizzazione meccanica del materiale: prima dela fase sperimentale su campioni in scala reale, il materiale verrà caratterizzato mediante prove di trazione al fine di meglio calibrare i modelli numerici sviluppati nel Task 3.4;
✓ Prove sperimentali su modelli di collegamenti trave-controvento-colonna tubolare in acciaio ad alta resistenza mediante applicazione di diverse storie di carico (carico monotonico, carico ciclico secondo ECCS-1986, storia di spostamento ricavata da accelerazioni spettro compatibili.
Si porrà particolare attenzione nel presentare in una apposita relazione i risultati della campagna sperimentale e i principali risultati raggiunti in termini di resistenza, rigidezza, duttilità, degrado per danneggiamento a basso numero di cicli.</td></tr>
<tr><td>Task 2 – Fase 4:
1. Calibrazione di modelli numerici a telaio 2D e modelli locali 3D sviluppati mediante i risultati ottenuti dalla campagna sperimentalmente nel precedente Task;
2. Sviluppo di analisi numeriche parametriche su tipolgie di telaio al fine di ottimizzare il processo di progettazione.
3. Definizio di procedure di progettazione e prequalificazione di alcune tipologie di collegamento per colonne in acciaio HSS.
Sarà prodotta una relazione sulla modellazione numerica condotta al fine di evidenziare poi le regole di progettazione per le tipologie di telaio analizzate e selezionate. Il tutto dovrebbe contribuire allo sviluppo di linee guida e raccomandazioni di progettazione per colonne HSS e collegamenti trave-controvento-colonna tubolare in acciaio ad alta resistenza soggetti a carico sismico.</td></tr>
<tr><td>Prodotti di cui è responsabile l'UR</td><td colspan="3"><table>
<tr><th>Task</th><th>Descrizione</th><th>Mese di consegna e formato</th></tr>
<tr><td>Fase 1</td><td>Relazione sull'attuale stato di conoscenza per la progettazione di strutture in acciaio ad alta resistenza,</td><td>6 – Cartaceo ed elettronico</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

		sul comportamento di colonne in HSS e collegamenti trave-controvento-colonna tubolare in acciaio ad alta resistenza	
	Fase 2	*Relazione sul processo di progettazione che porterà alla definizione di soluzioni pratiche e vantaggiose per le tipologie strutturali selezionate.*	*12 – Cartaceo ed elettronico*
	Fase 3	*Relazione in cui evidenziare i risultati della campagna sperimentale in termini di resistenza, rigidezza, duttilità, danneggiamento a basso numero di cicli.*	*24 - Cartaceo ed elettronico*
	Fase 4	*Relazione in cui evidenziare le regole di progettazione per le tipologie di telaio analizzate. Sviluppo di linee guida e raccomandazioni di progettazione per colonne HSS e collegamenti trave-controvento-colonna tubolare HSS soggetti a carico sismico.*	*36 - Cartaceo ed elettronico*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Fase 1	*1.* F. Ferrario, R. Pucinotti, O. S. Bursi, R. Zandonini, (2007). “Steel-concrete composite full strength joints with concrete filled tubes. part ii: experimental and numerical results”, Atti del XXI Congresso C.T.A., Catania, 1-3 Ottobre, pp. 397-404, Dario Flaccovio Editore; *2.* O. S. Bursi, L-G. Cajot, J. Gracia, F. Ferrario, A. Plumier, R. Pucinotti, W. Salvatore (2008). “Seismic performance of welded steel-concrete composite beam-to-column joints with concrete filled tubes”, 14th World Conference on Earthquake Engineering Earthquake Engineering, Beijing, China, 12-17 October;	
	Fase 2	*1.* R. Pucinotti, O.S. Bursi, F. Ferrario (2008). “A multi-objective advanced design methodology of composite beam-to-column joints subjected to seismic and fire loads”, Proceeding of Seismic Engineering International Conference commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake (MERCEA'08), Reggio Calabria 8-11 July; *2.* O. S. Bursi, , et. al.,"Prefabricated Composite Beam-to-Column Filled Tube or Partially Reinforced-Concrete Encased Column Connections for Severe Seismic and Fire Loadings", Final Report, PRECIOUS Project, Contr. No: RFS-CR-03034, Research Fund for Coal and Steel , 2008.	
	Fase 4	*1.* O. S. Bursi, F. Ferrario, R. Pucinotti (2008). “Steel-concrete composite full strength joints with concrete filled tubes: design and test results”, 12th International Symposium on Tubular Structures October 8 to 10, 2008 Shanghai, ISBN/ISSN: 9780415468534. (pp. 431-440). London: CRC Press (United Kingdom).	

Scheda UR - UNISA

Affiliazione principale	*UR-UNISA-DICIV, Università degli Studi Salerno*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Civile (DICIV), Università degli Studi di Salerno, via Ponte Don Melillo, 80084, Fisciano (SA), Tel. 089-964047 Fax. 089-964045*		
Coordinatore dell'unità	*Prof. Vincenzo Piluso*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Vincenzo Piluso	Professore Ordinario	DICIV
	Gianvittorio Rizzano	Professore Associato	DICIV
	Rosario Montuori	Ricercatore	DICIV
	Alessandra Longo	Assegnista di Ricerca	DICIV
	Luigi Mastrandrea	Dottore di Ricerca	DICIV
	Fabio Iannone	Borsista Post-Dottorato	DICIV
	Immacolata Tolone	Dottore di Ricerca	DICIV
	Maria Teresa Giugliano	Dottorando di Ricerca	DICIV
	Massimo Latour	Dottorando di Ricerca	DICIV
	Riccardo Sabatino	Dottorando di Ricerca	DICIV
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	1	2.1.1	
	1	2.1.2	
	1	2.1.3	
	1	2.14	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task	**Task 2.1.1:** *Analisi sperimentale delle prestazioni ultime di collegamenti trave-colonna e colonna-fondazione soggetti ad azioni cicliche: influenza delle regole di progettazione.*		
	Task 2.1.2: *Individuazione di nuovi criteri di progettazione, basata sulle prestazioni ultime attese, per collegamenti trave-colonna e colonna-fondazione*		
	Task 2.1.3: *Modellazione per componenti dei collegamenti trave-colonna e colonna-fondazione finalizzata alla previsione della capacità di rotazione plastica e del comportamento sotto azioni cicliche.*		
	Task 2.1.4: *Miglioramento delle norme esistenti attraverso la proposta di nuove regole di progettazione per il controllo delle modalità di collasso dei collegamenti e di nuove regole di previsione del comportamento ultimo.*		
Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 2.1.1	*Nuovi risultati sperimentali per collegamenti trave-colonna e colonna-fondazione*	*24 - Cartaceo*
	Task 2.1.2	*Nuovi criteri di progettazione per collegamenti trave-colonna e colonna-fondazione*	*24 - Software*
	Task 2.1.3	*Modello per la previsione del comportamento ciclico dei collegamenti trave-colonna e colonna-fondazione*	*30 - Software*
	Task 2.1.4	*Proposta migliorativa del quadro normativo in tema di collegamenti*	*36 - Cartaceo*

		soggetti ad azioni sismiche	
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 2.1.1	1) IANNONE, F., LATOUR, M., PILUSO, V., RIZZANO, G. (2009): "Experimental Analysis of Bolted Steel Beam-to-Column Connections: Component Identification" Accepted for Publication on Journal of Earthquake Engineering 2) LATOUR, M., RIZZANO, G.,(2009) : "Comportamento Teorico-Sperimentale di Giunti di Base in Strutture in Acciaio". XXII Convegno CTA – Padova	
	Task 2.1.2	1) FAELLA C., PILUSO V., RIZZANO G. (2000). Structural Steel Semirigid Connections. BOCA RATON (FL): CRC PRESS, p. 1-505, ISBN: 0-8493-7433-2 2) PILUSO V., RIZZANO G. (2007). Random material variability effects on full-strength end-plate connections. JOURNAL OF CONSTRUCTIONAL STEEL RESEARCH, vol. 63; p. 658-666, ISSN: 0143-974X, doi: 10.1016/j.jcsr.2006.06.039 3) PILUSO V., FAELLA C, RIZZANO G (2001). Ultimate behaviour of bolted T-stubs. I:Theoretical model. JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING-ASCE, vol. 127; p. 686-693, ISSN: 0733-9445 4) PILUSO V., FAELLA C., RIZZANO G. (2001). Ultimate behaviour of bolted T-stubs. II: Model validation. JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING-ASCE, vol. 127; p. 694-704, ISSN: 0733-9445	
	Task 2.1.3	1) PILUSO V., RIZZANO G. (2008). Experimental analysis and modelling of bolted T-stubs under cyclic loads. JOURNAL OF CONSTRUCTIONAL STEEL RESEARCH, vol. 64; p. 655-669, ISSN: 0143-974X, doi: 10.1016/j.jcsr.2007.12.009 2) LATOUR, M., PILUSO, V., RIZZANO, G. (2009): "Cyclic Modelling of Bolted Beam to-Column Connections: Component Approach" Accepted for Publication on Journal of Earthquake Engineering	
	Task 2.1.4	1) MAZZOLANI F.M., PILUSO V. (1996). Theory and Design of Seismic Resistant Steel Frames. LONDON: E & FN SPON, p. 1-497, ISBN: 0-419-18760-X FAELLA C., PILUSO V., RIZZANO G. (2000). Structural Steel Semirigid Connections. BOCA RATON (FL): CRC PRESS, p. 1-505, ISBN: 0-8493-7433-2	

Scheda UR - UNISANNIO

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNISANNIO-DING, Università del Sannio</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria (DING), Università degli Studi del Sannio, Piazza Roma 21, 82100, Napoli, Tel.0824305572, Fax. 0824-325246.</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Maria Rosaria Pecce</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Maria Rosaria Pecce</td><td>professore ordinario</td><td>DING</td></tr>
<tr><td>Francesca Ceroni</td><td>ricercatore</td><td>DING</td></tr>
<tr><td>Luigi Di Sarno</td><td>ricercatore</td><td>DING</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2
AT-2 - Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1
Aspetti nella progettazione sismica delle nuove costruzioni</td><td colspan="2">2
Strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1
Definizione della capacità deformativa di travi composte acciaio-calcestruzzo nella zona critica dei telai dove avviene la plasticizzazione in presenza di azioni sismiche.

Metodologia e formule di progetto per collegamenti in fondazione di tipo socket per colonne composte di tipo partially encased e concrete filled, in grado di sviluppare elevata duttilità.

Saranno implementati modelli numerici non-lineari delle travi e delle colonne composte mediante elementi finiti non lineari. I modelli saranno tarati sulla base di dati sperimentali disponibili in letteratura e in parte ottenuti da precedenti attività di ricerca dell’Unità. I modelli messi a punto saranno utilizzati per effettuare analisi parametriche e sviluppare formule progettuali necessarie all’analisi non lineare delle strutture composte di tipo “moment resisting frame”, che tengano conto dei parametri geometrici e meccanici degli elementi strutturali.
Inoltre saranno effettuate prove sperimentali su travi composte rappresentative delle zone critiche considerando il collegamento trave-colonna. I provini saranno progettati e realizzati facendo variare uno o due parametri individuati come significativi dalle analisi numeriche svolte.
Le attività previste si integrano con quelle dell’Unità di Trieste., che svilupperà modelli dei collegamenti considerati nelle prove sulle travi ed implementerà il modello di un edificio con telai composti inserendo i parametri deformativi locali individuati (travi, nodi e colonne alla base) in modo da valutare l’influenza dei parametri di progetto individuati sul fattore di struttura, che attualmente viene considerato in analogia alle strutture in acciaio trascurando l’azione composta.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Indicazioni progettuali per il collegamento alla base di tipo socket
Indicazioni sulla capacità rotazionale delle travi composte e del collegamento della colonna in fondazione e della loro influenza sul fattore di struttura</td><td>24 – Cartaceo

36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
</table>

del personale UR in relazione alle attività previste	*Task 3.1*	1. DI SARNO L., PECCE M.R., FABBROCINO G. (2007): Inelastic response of composite base column connections. Journal of Constructional Steel Research, 63(3), 819-832. 2. Di Sarno L., Pecce M.R. (2007): Earthquake response of composite steel and concrete base column connections, Proc. of the 2nd Symposium on Connection between Steel and Concrete. Stuttgart, Germany, CD-ROM. 3. PECCE M., CERONI F., BiBBO' F., ROSSI F. (2009): Experimental behaviour of composite beams subjected to hogging moment. Submitted to Journal of Constructional Steel Research. 4. PECCE M., CERONI F. (2009) "Modellazione di un collegamento alla base di tipo socket per colonne composte partially encased", Atti del V Workshop sulle strutture composte, ottobre 2008, Benevento. 5. PECCE M. CERONI F. (2009): "Experimental results on bond behaviour of composite columns partially encased" accepted by Journal of Advanced Steel Construction .

Scheda UR - UNICH

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNICH, Università degli Studi G.d.Annunzio di Chieti-Pescara</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria (DIN), Università degli Studi G.d’Annunzio di Chieti-Pescara, viale Pindaro 42, 65127, Pescara, Tel.085 4537251, Fax 085 4537255</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Prof. Gianfranco De Matteis</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Gianfranco De Matteis</td><td>Professore Associato</td><td>DIN</td></tr>
<tr><td>Giuseppe Brando</td><td>Post-doc</td><td>DIN</td></tr>
<tr><td>Francesco Campitiello</td><td>Dottorando</td><td>DIN</td></tr>
<tr><td>Federica D’Agostino</td><td>Dottorando</td><td>DIN</td></tr>
<tr><td>Diego Bonasorte</td><td>Dottorando</td><td>DIN</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 1:
a. Definizione del comportamento strutturale di telai in acciaio sismicamente protetti attraverso l’uso di pannelli metallici irrigidenti e/o dissipativi sottoposti ad azione tagliante
b. Valutazione della capacità inelastica delle strutture dotate di pannelli metallici sottoposti ad azione tagliante e definizione del relativo fattore di struttura come proposta normativa per edifici nuovi in zona sismica
c. Proposta di regole progettuali per l’uso di pannelli metallici sottoposti ad azione tagliante come sistema di protezione di strutture in acciaio in zona sismica

Le attività previste saranno incentrate sull’uso di pannelli metallici da installare nelle maglie di telai in acciaio come dispositivi resistenti alle azioni laterali. Saranno presi in considerazione diverse tipologie di pannelli metallici, realizzati in acciaio o in alluminio, aventi sia la sola funzione irrigidente (lastre sottili) che anche quella dissipativa (lastre forate o irrigidite)
Si valuterà la risposta sismica di telai in acciaio dotati di tali dispositivi attraverso l’implementazione di analisi globali statiche e dinamiche non lineari, combinate con valutazioni della risposta locale attraverso dettagliati modelli agli elementi finiti. Sulla base di studi parametrici saranno fornite regole progettuali tese all’ottimizzazione della risposta del sistema strutturale e saranno proposti ai fini normativi idonei valori del fattore di struttura da adottare in fase progettuale.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 1a</td><td>Risultati di analisi non lineari agli elementi finiti che diano conto del comportamento strutturale di telai in acciaio dotati di pannelli metallici irrigidenti e/o dissipativi</td><td>12 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 1b</td><td>Proposta dei fattori di struttura per telai in acciaio protetti mediante pannelli metallici</td><td>24 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 1c</td><td>Definizione di adeguate regole progettuali per telai di acciaio sismo resistenti protetti mediante pannelli metallici</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

	Task	Citazione
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	*Task 2*	*G. De Matteis, R. Landolfo, "Modelling of Lightweight Shear Diaphragms for Dynamic Analysis", in Journal of Constructional Steel Research, Elsevier, ISSN 0143-974X, Oxford (UK), 2000, Vol. 53, pp 33-61.* *G. De Matteis, R. Landolfo, F. M. Mazzolani, "Seismic Response of MR Steel Frames with low-yield Steel Shear Panels", Engineering Structures - The Journal of Earthquake Wind and Ocean Engineering, Elsevier, printed by Krips b.v., Meppel, The Netherlands, ISSN 0141-0296, Vol. 25, No. 2, 2003, pp 155-168.* *G. De Matteis "Effect of lightweight cladding panels on the seismic performance of moment resisting steel frames", Engineering Structures - The Journal of Earthquake Wind and Ocean Engineering, Elsevier, ISSN 0141-0296, printed by Krips b.v., Meppel, The Netherlands, Vol. 27/11, pp 1662-1676, Elsevier, 2005* *G. De Matteis, F.M. Mazzolani and S. Panico "Pure aluminium shear panels as dissipative devices in moment-resisting steel frames", in Earthquake Engineering and Structural Dynamics, ISSN: 0098-8847, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, England, Wiley InterScience, DOI: 10.21002/eqe, vol. 36: 841-859, 2007.* *G. De Matteis, G. Brando, S. Panico, F.M. Mazzolani "Bracing type pure aluminium stiffened shear panels: an experimental study", submitted for publication in International Journal of Advanced Steel Construction (IJASC), S.L. Chan, W.F. Chen and R. Zandonini (editors-in-chief), ISSN 1816-112X, Vol. 5, No. 2, pp. 106-119 (2009)*

Scheda UR - UNITS

Affiliazione principale	*UR – Trieste, Università degli Studi di Trieste*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA), Università degli Studi di Trieste, Via Valerio 5, 34127, Trieste, Tel. e Fax 040-5583836.*		
Coordinatore dell'unità	**Claudio Amadio**		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Claudio Amadio	Professore Associato	DICA
	Natalino Gattesco	Professore Associato	DICA
	Salvatore Noè	Professore Associato	DICA
	Vanessa Bertoni	Dottorando	DICA
	Chiara Bedon	Dottorando	DICA
	Da definire	Assegnista	DICA
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	2	2.1.2	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task	**Task 2.2.1:** *- Individuazione di criteri semplici di progetto del nodo e di un'intera struttura composta acciaio-calcestruzzo.* *- Valutazione del reale fattore di struttura di un edificio a telai composti e individuazione di criteri semplificati per la valutazione dei punti di performance della curva di capacità ottenuta mediante pushover statico.* *Saranno implementati modelli numerici non-lineari per lo studio del nodo trave colonna e dell'intero edificio a telai composti di tipo "moment resisting frame", con lo scopo di effettuare analisi statiche e dinamiche attendibili. I modelli saranno tarati sulla base di dati sperimentali disponibili in letteratura e di quelli ottenuti dall'attività di ricerca dell'Unità del Sannio. Saranno sviluppate formule progettuali semplici idonee a effettuare il progetto e la verifica del nodo e dell'intero telaio composto. Sulla base di una estesa analisi parametrica saranno effettuate accurate valutazioni del fattore di struttura, attualmente equiparato a quello di una struttura in acciaio, e valutata l'influenza dei parametri più significativi da cui esso dipende. Per gli stati limite previsti dalla norma, saranno infine sviluppati dei criteri semplificati per l'individuazione dei reali punti di performance posti sulla curva di capacità della struttura composta, ottenuta mediante analisi di pushover. Le attività di progetto delle prove sperimentali e di modellazione saranno effettuate sulla base di una collaborazione complementare e coordinata con l'Unità del Sannio.*		
Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 2.1.2	*Modelli semplificati per lo studio del nodo e del telaio composto*	*36 – cartaceo*
		Fattori di struttura per telai composti	*36 – cartaceo*
		Metodi semplificati valutazione punti di performance curva di capacità	*36 – cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 2.1.2	1. C. Amadio: "Probabilistic analysis of a partially-restrained steel-concrete composite frame". Steel and Composite Structures, Vol. 8, No. 1, 2008. 2. C. Amadio, I. Clemente, L. Macorini and M. Fragiacomo: "Seismic behaviour of hybrid systems made of PR composite frames coupled with dissipative bracings", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 2008 3. Amadio, M. Bella, I. Clemente, L. Macorini. "Cyclic modelling of bare steel and steel-concrete composite joints through the component method". ICSAS'07 6th International Conference on Steel and Aluminium Structures, 24-27 July 2007, Oxford, England.	

Scheda UR - UNISUN

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – SUN-DIC, Seconda Università degli Studi di Napoli</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile (DIC), Seconda Università degli Studi di Napoli
via Roma 9, 81031, Aversa(CE), Tel. 081 5010206, Fax. 081 5037370</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Alberto Mandara (alberto.mandara@unina2.it)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Alberto Mandara</td><td>Prof. Ordinario</td><td>DIC</td></tr>
<tr><td>Massimiliano Ferraioli</td><td>Ricercatore</td><td>DIC</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2
L’attività prevista è di tipo analitico e numerico e mira a definire i fattori di struttura da adottare nella progettazione antisismica delle strutture (intelaiate) in acciaio, anche in relazione agli omologhi valori adottati per le strutture in c.a. Il principale obiettivo è quello di pervenire alla definizione di regole di pronto impiego e di agevole implementazione normativa, volte ad una accurata valutazione dei suddetti fattori.
In sintesi il progetto prevede lo sviluppo dei seguenti punti:
1. Definizione degli aspetti critici dell’applicazione dell’analisi di pushover alle strutture in acciaio (Analisi multimodale, Analisi adattiva in spostamento, Variante adattiva del metodo dello spettro di capacità e degli spettri inelastici)
2. Approccio agli spostamenti per la progettazione sismica su base prestazionale delle strutture in acciaio. (Obiettivi e parametri prestazionali, Spettri di risposta per la progettazione secondo l'approccio agli spostamenti, procedure di progetto).
3. Valutazione del fattore di struttura per strutture in acciaio sulla base delle prestazioni sismiche attese in campo plastico (Analisi parametrica, Analisi comparativa con le altre tipologie strutturali, Definizione di regole normative).</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2</td><td>1. Formulazione di una procedura approssimata basata sull’analisi di spinta per la valutazione della risposta inelastica delle strutture in acciaio.
2. Messa a punto di una metodologia per la progettazione su base prestazionale delle strutture in acciaio
3. Definizione dei fattori di struttura per le strutture in acciaio.</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.x</td><td colspan="2">Ferraioli M., Lavino A., Avossa A.M., Mandara A. (2009). Displacement-based performance assessment of steel moment resisting frames. Proc. of Stessa 2009. Behaviour of steel structures in seismic areas, 907-912, Chicago, 16-20 Agosto</td></tr>
</table>

		2009. *Ferraioli M., Lavino A., Avossa A.M., Mandara A.. (2009). Accuracy of nonlinear static procedures for estimating the seismic performance of steel frame structures. Proc. of Stessa 2009. Behaviour of steel structures in seismic areas*: *713-719*, Chicago, 16-20 Agosto 2009. *Ferraioli M., Lavino A., Mandara A.. (2009). Metodi semplificati per la valutazione delle prestazioni sismiche di strutture intelaiate in acciaio, Atti XIII Convegno ANIDIS, 28 Giugno – 2 luglio, Bologna.* *Ferraioli M., Lavino A., Avossa A.M., Mandara A.. (2008). Displacement-based seismic assessment of steel moment resisting frame structures, Proc. of* 14th WCEE – 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing*, China, 12-17 Ottobre.* *Ferraioli M., Lavino A. (2007). Valutazione prestazionale di strutture intelaiate in acciaio mediante metodi semplificati di analisi non lineare, Atti XXI Congresso C.T.A. Catania 1-3 Ottobre 2007.*

Scheda UR nuovo progetto ReLUIS 2010-2013

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIVPM-DACS, Università Politecnica delle Marche - Ancona</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Architettura Costruzioni e Strutture, via Montedago 60100 ANCONA, Tel. 071 2204566 Fax. 071 2204576</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Luigino Dezi</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Luigino Dezi</td><td>Professore</td><td>DACS</td></tr>
<tr><td>Fabrizio Gara</td><td>Ricercatore</td><td>DACS</td></tr>
<tr><td>Laura Ragni</td><td>Ricercatore</td><td>DACS</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">2.1.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3"><u>Progettazione sismica di ponti a sezione composta acciaio-calcestruzzo</u>
La progettazione sismica dei ponti con impalcato continuo composto acciaio-calcestruzzo presenta alcune problematiche che richiedono ulteriori approfondimenti, sia nella definizione del comportamento trasversale dell’impalcato, che nella valutazione della risposta sismica d’assieme.
I criteri di verifica generalmente adottati nel progetto dei ponti affidano la protezione sismica alla dissipazione per plasticizzazione delle pile o a sistemi di isolamento alla base, ipotizzando che l’impalcato rimanga in campo elastico o subisca danneggiamenti minimi. Nei ponti con impalcato composto, questa ipotesi costituisce un aspetto critico della progettazione poiché la soletta, a causa degli effetti del ritiro, delle fasi costruttive e della flessione verticale, risulta generalmente sottoposta a stati tensionali complessi.
Per quanto riguarda l’analisi sismica d’assieme, le norme attuali permettono l’impiego di coefficienti di struttura solo nel caso di impalcati trasversalmente vincolati alle sole pile. Nei casi reali, in cui gli impalcati sono spesso dotati di vincoli trasversali anche sulle spalle, l’applicazione dell’analisi lineare con coefficiente di struttura è un tema che richiede ulteriori approfondimenti.
L’obiettivo dell’Unità di Ricerca è la messa a punto di metodi semplificati per lo studio del comportamento trasversale dell’impalcato tenendo conto della evoluzione dello stato tensionale in soletta e la valutazione del campo di applicazione dell’analisi lineare con spettro di risposta mediante la definizione di adeguati coefficienti di struttura per i componenti.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td></td><td>Definizione di metodi semplificati per l’analisi lineare della risposta sismica di ponti con impalcati continui composti</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Dezi L. (2008). Architectural and structural design of short and medium span composite bridges. Proceedings of 7th International Conference on Steel Bridges, Guimaraes, Portugal, 2008.
F. Gara, G. Leoni, L. Dezi (2009). A beam finite element including shear-lag effect for the time-dependent analysis of steel-concrete composite decks – Engineering Structures
L. Dezi, F. Gara, G. Leoni (2006). Construction sequence modelling of continuous steel-concrete composite decks – Steel & Composite Structures
Dall’Asta A., Tubaldi E., Ragni L. (2008) Influence of abutment</td></tr>
</table>

		restraints on seismic response of multi-span continuous bridges. Proceedings of 14th World Conference on Earthquake Engineering, 12-17 October, Beijing, China *Zona A., Barbato M., Dall'Asta A., Dezi L. (2009) Probabilistic analysis for design assessment of continuous steel-concrete composite girders. Journal of Constructional Steel Research (submitted).*

Scheda UR UNINA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNINA-DiCoMMA, Università degli Studi di Napoli “Federico II”</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Costruzioni e Metodi Matematici in Architettura (DiCoMMA), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Forno Vecchio, 36 80134, Napoli
Tel. 0812538052, Fax. 0812538988</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Raffaele Landolfo</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Raffaele Landolfo</td><td>Professore</td><td>DiCoMMA</td></tr>
<tr><td>Francesco Portioli</td><td>Ricercatore</td><td>DiCoMMA</td></tr>
<tr><td>Luigi Fiorino</td><td>Dottore di Ricerca</td><td>DiCoMMA</td></tr>
<tr><td>Mario D’Aniello</td><td>Dottore di Ricerca</td><td>DiCoMMA</td></tr>
<tr><td>Ornella Iuorio</td><td>Dottore di Ricerca</td><td>DiCoMMA</td></tr>
<tr><td>Oreste Mammana</td><td>Dottore di Ricerca</td><td>DiCoMMA</td></tr>
<tr><td>Manuela Brescia</td><td>Dottore di Ricerca</td><td>DiCoMMA</td></tr>
<tr><td>Gilda Florio</td><td>Dottorando</td><td>DiCoMMA</td></tr>
<tr><td>Caterina Dattilo</td><td>Dottorando</td><td>DiCoMMA</td></tr>
<tr><td>Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.1.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2.1.2
Sistemi costruttivi e membrature in acciaio cold-formed

Lo scopo del task è quello di sviluppare una metodologia di progetto in zona sismica per i principali sistemi costruttivi realizzati con profili in acciaio cold-formed.
La prima fase dello studio, del tipo numerico-sperimentale, sarà condotta adottando una metodologia induttiva, partendo cioè dall’esame degli elementi di base quali profili, connessioni ed elementi bidimensionali (risposta locale) si giungerà alla valutazione del comportamento sismico dell’intera costruzione (risposta globale).
A tale studio, saranno affiancate ricerche indirizzate allo sviluppo di specifici strumenti capaci di fornire un valido supporto per la progettazione in zona sismica. Queste ricerche prevedranno estese analisi sismiche parametriche finalizzate alla valutazione della prestazione sismica al variare di materiali, configurazioni geometriche ed imput sismici.
Come risultato di tali ricerche, saranno prodotti diversi “strumenti” progettuali per il dimensionamento degli elementi sismoresistenti basati su differenti tipi di analisi sismica. In particolare, si prevede sia lo sviluppo di abachi progettuali basati su metodologie più consolidate (analisi lineare statica o dinamica), con la definizione dei fattori di struttura; sia l’elaborazione di nomogrammi più avanzati, in grado di considerare direttamente le risorse post-elastiche (analisi non lineare statica) ed il comportamento ciclico (analisi non lineare dinamica).</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.1.2</td><td>Definizione fattori di struttura per sistemi costruttivi in acciaio cold-formed</td><td>24 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.1.2</td><td>Abachi di progetto</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.1.2</td><td colspan="2">1. Fiorino, L, Iuorio, O, Landolfo, R. Sheathed cold-formed steel housing: A seismic design procedure. THIN-WALLED STRUCTURES Volume: 47 Issue: 8-9 Pages: 919-930 2009
2. Fiorino, L, Della Corte, G, Landolfo, R. Experimental tests on typical screw connections for cold-formed steel housing.</td></tr>
</table>

		ENGINEERING STRUCTURES Volume: 29 Issue: 8 Pages: 1761-1773. 2007 3. *Della Corte, G, Fiorino, L, Landolfo, R. Seismic behavior of sheathed cold-formed structures: Numerical study. JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING-ASCE Volume: 132 Issue: 4 Pages: 558-569. 2006* 4. *Landolfo, R, Fiorino, L, Della Corte, G. Seismic behavior of sheathed cold-formed structures: Physical tests. JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING-ASCE Volume: 132 Issue: 4 Pages: 570-581. 2006*

Scheda UR - UNIPV

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR UNIPV-c, Università degli Studi di Pavia</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Meccanica Strutturale (DMS), Università degli Studi di Pavia, via Ferrata 1, 27100, Pavia, Tel.0382-985450/1, Fax 0382-528422</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Guido Magenes</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Guido Magenes</td><td>Professore Associato</td><td>Dipartimento di Meccanica Strutturale</td></tr>
<tr><td>Andrea Penna</td><td>Ricercatore</td><td>EUCENTRE</td></tr>
<tr><td>Maria Rota</td><td>Assegnista</td><td>EUCENTRE</td></tr>
<tr><td>Paolo Morandi</td><td>Assegnista</td><td>EUCENTRE</td></tr>
<tr><td>Alessandro Galasco</td><td></td><td>EUCENTRE</td></tr>
<tr><td>Ilaria Senaldi</td><td>Dottoranda</td><td>Dipartimento di Meccanica Strutturale</td></tr>
<tr><td>n.a.</td><td>Dottorando</td><td>Dipartimento di Meccanica Strutturale</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT-2-1</td><td colspan="2">AT-2-1-3</td></tr>
<tr><td colspan="3">Task AT-2-1-3
L’attività è finalizzata allo studio di tecniche costruttive e criteri progettuali per la riduzione del danno nelle tamponature murarie (muratura non strutturale) degli edifici in struttura intelaiata e si svolge in coordinamento con la UR-UNIPD. Attività prevista per la UR-UNIPV:

Valutazione numerica del danneggiamento indotto dal sisma ai pannelli di tamponamento in muratura negli edifici in funzione dell’intensità dell’azione sismica, mediante modelli calibrati su dati sperimentali esistenti in letteratura.

Sviluppo di criteri di verifica delle tamponature agli SL prestazionali che tengano conto dell’interazione tra danno nel piano e resistenza fuori piano delle tamponature.

Individuazione di soluzioni costruttive idonee per le tamponature al variare della pericolosità sismica del sito.

Si prevedono prove di laboratorio co-finanziate che prevedono il danneggiamento ciclico nel piano di telai tamponati a diversi livelli di deformazione angolare imposta e la successiva prova su tavola vibrante con eccitazione ortogonale al piano. Le prove si svolgeranno presso i laboratori del Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Pavia e di Eucentre.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task AT-2-1-3</td><td>Linee guida per la progettazione delle tamponature in muratura in edifici soggetti ad azione sismica (congiuntamente con UNIPD-b)</td><td>36
Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task AT-2-1-3</td><td colspan="2">1. Penna A, Magenes G., Calvi G.M., Costa A.A., “Seismic performance of AAC infills and bearing walls with different reinforcement solutions”, Proceedings of the 14th International Brick/Block Masonry Conference, Sidney, Australia, 17-20 February 2008, paper 194, CD-ROM
2. Pampanin, S., Magenes, G., Baletta, G., (2004) “Simulazione della risposta sismica di edifici pre-</td></tr>
</table>

		normativa in cemento armato con tamponature" Atti XI Convegno ANIDIS, Genova, paper F1-09, CD-ROM, 2004. 3. Magenes G., Pampanin S., "Seismic response of gravity-design frames with masonry infills", *Proc. 13th World Conference on Earthquake Engineering*, Vancouver, paper 4004, CD-ROM, 2004 4. Calvi, G.M., Magenes, G., Pampanin, S., "Relevance of beam-column joint damage and collapse in rc frame assessment", *Journal of Earthquake Engineering*, Vol. 6, Special Issue 1, 2002, pp.75-100. 5. Calvi, G.M., Magenes, G., Pampanin, S., "Experimental test on a three-storey R.C. frame designed for gravity only", 12th European Conference on Earthquake Engineering, London, paper 727, CD-ROM, Elsevier, 2002.

Scheda UR - UNIPD

Affiliazione principale	*UNIPD, Università degli Studi di Padova*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Costruzioni e Trasporti (DCT), Università degli Studi di Padova, via Marzolo 9, 35131, Padova, Tel.049/8275566-5591, Fax 049/8275577*		
Coordinatore dell'unità	*Francesca da Porto*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Francesca da Porto	Ricercatore Universitario	DCT
	Claudio Modena	Professore Ordinario	DCT
	Enrico Garbin	Assegnista	DCT
	Massimo Dalla Benetta	Tecnico Laureato	DCT
	Giovanni Guidi	Dottorando	DCT
	Luca Nicolini	Dottorando	DCT
	-	Dottorando	DCT
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	AT-2-1	AT-2-1 Costruzioni in muratura	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task	**Task AT-2-1-3 Costruzioni in muratura :** *L'attività è finalizzata allo studio di tecniche costruttive e criteri progettuali per la valutazione e riduzione del danno nelle tamponature murarie e rivestimenti in muratura (muratura non strutturale) degli edifici in struttura intelaiata e si svolge in coordinamento con la UR-UNIPV. Attività prevista per la UR-UNIPD:* *Implementazione e calibrazione di modelli ad elementi finiti e macromodelli basati su leggi costitutive non lineari per la valutazione del comportamento di pannelli di tamponamento e rivestimento e della loro interazione col telaio; esecuzione di analisi parametriche, anche in relazione al comportamento combinato nel piano/fuori piano.* *Sviluppo di criteri di verifica agli SL, per sistemi di tamponamento e di rivestimento in laterizio tradizionali ed innovativi, e dei relativi elementi di connessione alle strutture retrostanti.* *Individuazione di soluzioni costruttive per le tamponature e per i rivestimenti in laterizio, che tengano conto della presenza di armature (soddisfacimento dello SLU) e del disaccoppiamento dal telaio (soddisfacimento di stati limite sia di esercizio che ultimi).* *Si prevedono prove di laboratorio co-finanziate per la caratterizzazione meccanica completa dei sistemi di tamponamento/rivestimento. Si prevede inoltre l'esecuzione di prove cicliche per la caratterizzazione degli elementi di connessione per soluzioni costruttive che consentono il disaccoppiamento dal telaio. Le prove si svolgeranno presso il Laboratorio Sperimentale per le prove sui Materiali da Costruzione del Dipartimento di Costruzioni e Trasporti (Università degli Studi di Padova).*		
Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task AT-2-1-3	*Report sui risultati della modellazione numerica e sui criteri di verifica*	*24* *Cartaceo*
	Task AT-2-1-3	*Report sui sistemi costruttivi e sui risultati delle prove sperimentali*	*36* *Cartaceo*
	Task AT-2-1-3 *(con UNIPV-c)*	*Linee guida per la progettazione delle tamponature in muratura in edifici soggetti ad azione sismica*	*36* *Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task AT-2-1-3	*1. da Porto F., Guidi G., Garbin E., Modena C. (2010). "In-*	

		plane behavior of clay masonry walls: experimental testing and finite element modeling", ASCE Journal of Structural Engineering, doi:10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0000236 2. *da Porto F., Mosele F., Modena C. (2010). "Experimental Testing of Tall Reinforced Masonry Walls Under Out-Of-Plane Actions", Construction and Building Materials, Elsevier, (accepted)* 3. *da Porto F., Grendene M., Modena C. (2009). "Estimation of load reduction factors for clay masonry walls", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, John Wiley & Sons Ltd, Volume 38, Issue 10, pp 1155-1174, August 2009; DOI: 10.1002/eqe.887* 4. *da Porto F., Garbin E., Modena C. (2007). "Out-of-plane behaviour of infill masonry walls" 10th North American Masonry Conference, S.Louis, Missouri, US, June 3 - 6 2007, pp. 683-694* 5. *da Porto F., Barbiero E., Dalla Benetta M., Modena C. (2007). "Comportamento fuori piano di tamponamenti in muratura di laterizio", Costruire in laterizio, Faenza Ed., Vol. XX, n. 117, Maggio-Giugno 2007, pp. 58-65*

Scheda UR - UNINA

Affiliazione principale	*UR – UNINA-DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel. 081 7683927, Fax. 081 76883332*		
Coordinatore dell'unità	*Bruno Calderoni*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Bruno Calderoni	Prof. Associato	DIST
	Pietro Lenza	Prof. Associato	DIST
	Costantino Giubileo	Dottore di Ricerca	DIST
	Gaetana Pacella	Dottorando	n.a.
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2 *AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	**Linea**	**Task**	
	1	1.4	

Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task

Task 1.4

(i) *Valutazione della capacità, in termini di resistenza e di deformazione, dei pannelli Xlam chiodati, sia con approcci tradizionali che con approccio agli spostamenti.*

(ii) *Sviluppo di analisi lineari e non lineari (statiche e dinamiche) riferite al singolo elemento strutturale (pannello) ed all'intero organismo strutturale (edificio).*

(iii) *Confronto tra i risultati ottenuti con le diverse metodologie nonché tra quelli relativi alle diverse tipologie strutturali studiate dalle altre UR.*

(iv) *Analisi dei dati sperimentali già disponibili per gli edifici reali assunti come casi studio in relazione ai risultati ottenuti nelle fasi precedenti della ricerc*

(v) *Esecuzione di prove sperimentali (anche dinamiche) sui singoli elementi strutturali per la definizione dei meccanismi di collasso tipici e per la validazione delle risultanze teoriche. Le prove saranno svolte presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II.*

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	1.4	*Criteri per la valutazione della resistenza e della deformabilità dei pannelli Xlam chiodati caricati nel piano e fuori dal piano*	*12 – Cartaceo*
	1.4	*Metodologie di verifica degli elementi strutturali (pareti e orizzontamenti) realizzati in Xlam*	*24 – Cartaceo*
	1.4	*Linee guida per la progettazione di edifici in legno relativamente alla tipologia a pannelli Xlam chiodati*	*36 – Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	Task	Citazione
	1.4	1. *Calderoni B., De Matteis G., Giubileo C., Mazzolani F.M, "Flexural and shear behaviour of ancient wooden beams: Experimental and theoretical evaluation"* – "Engineering Structures", 28 (2006), pag. 729-744, Elsevier ltd (ISSN 0141-0296). 2. *Giubileo C., Calderoni B., Mazzolani F.M, De Matteis G., Campioni lignei estratti da travi di castagno antico. Studio sperimentale e caratterizzazione meccanica* – "L'Edilizia", n.143/2006, pag. 46-55, De Lettera Editore sas, Milano. 3. *Calderoni B., De Matteis G., Giubileo C., Mazzolani F.M, "Experimental correlations between destructive and non-descrutive tests on ancient timber elements"* – "Engineering Structures", 32 (2010), pag. 442-448, Elsevier ltd (ISSN 0141-0296).

Scheda UR – UNISS

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNISS-DADU, Università degli Studi di Sassari</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica (DADU), Università degli Studi di Sassari, Palazzo del Pou Salit, Piazza Duomo 6, Alghero, cap 07041, Tel. 079 9720418, Fax. 079 9729420</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Massimo Fragiacomo</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Massimo Fragiacomo</td><td>Professore associato</td><td>DADU</td></tr>
<tr><td>Barbara De Nicolo</td><td>Professore associato</td><td>Dip. Ing. Strutt. Un. di Cagliari</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2
AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">1.4</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 1.4:
L’unità di Sassari si occuperà di implementare un modello numerico in un codice agli elementi finiti tipo Abaqus per l’analisi non lineare di strutture a panneli crosslam. L’unità interagirà strettamente con l’Università di Brescia, che effettuerà le prove sperimental su panelli e connessioni sulle quali il modello numerico sarà calibrato. I compiti dell’Unità di Sassari sono riassunti di seguito:
(1) implementazione di legami isteretici forza-spostamento in molle non lineari per la modellazione dei collegamenti tra i pannelli in crosslam, i pannelli di solaio, e le fondazioni; tali modelli saranno calibrati sui risulatti sperimentali disponibili in letteratura ed ottenuti dall’Unità di Brescia;
(2) modellazione numerica di pannelli singoli ed accoppiati soggetti ad azione sismica, e validazione su prove sperimentali pubblicate in letteratura; studio parametrico volto ad estendere i risultati sperimentali ad altri casi di interesse non provati sperimentalmente;
(3) studio numerico del comportamento globale sismico di edifici multipiano realizzati con pareti controventanti dissipative collegate a diaframmi di piano. Tale studio si avvarrà della modellazione accurata dei singoli componenti dell’edificio e in particolare dei collegamenti tra essi. Il progetto dei casi di studio verrà eseguito in collaborazione con l’Unità di Brescia accordo alle norme in vigore in Italia.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>1.4</td><td>Implementazione di adeguati legami isteretici forza-spostamento per connessioni tra pannelli crosslam in un codice agli elementi finiti.
Analisi numeriche di pannelli crosslam singoli ed accoppiati soggetti a prova ciclica e ad eccitazione sismica.
Analisi numeriche 2D e 3D di edifici in crosslam soggetti all’azione sismica</td><td>12– cartaceo
24– cartaceo
36– cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>1.4</td><td colspan="2">1. Smith, T., Fragiacomo, M., Pampanin, S. and Buchanan, A. (2009). “Construction time and cost estimates for post-tensioned multi-storey timber buildings.” Proceedings of the Institutions of Civil Engineers, Construction Materials, Special Issue on Timber Structures, Vol. 162 No. 4, pp. 141-149.
2. Newcombe, M.P., van Beerschoten, W.A., Carradine, D., Pampanin, S., Buchanan, A.H., Deam, B.L., and Fragiacomo, M. (2009). “In-plane experimental testing of timber-concrete composite floor diaphragms.” New Zealand Society for</td></tr>
</table>

		Earthquake Engineering Conference 2009, Christchurch (New Zealand), April 3-5, Paper No. 19, CD, 8 pp. 3. *Buchanan, A., Deam, B., Fragiacomo, M., Pampanin, S., and Palermo, A. (2008). "Multi-storey prestressed timber buildings in New Zealand." Structural Engineering International, IABSE, Special Edition on Tall Timber Buildings, Vol. 18 No. 2, pp. 166-173.* 4. *Fragiacomo, M., Amadio, C., and Rajgelj, S. (2006). "Evaluation of the structural response under seismic actions using non-linear static methods." Earthquake Engineering & Structural Dynamics, Vol. 35 No. 12, pp. 1511-1531.* 5. *Amadio, C., Fragiacomo, M., and Rajgelj, S. (2003). "The effects of repeated earthquakes ground motions on the non-linear response of SDOF systems." Earthquake Engineering & Structural Dynamics, Vol. 32 No. 2, pp. 291-308.*

UR- UNITN - progetto ReLUIS 2010-2013

Affiliazione principale	*UR – UNITN-DIMS, Università degli Studi di Trento*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale (DIMS), Università degli Studi di Trento, via Mesiano 77, cap, 38100,Trento Tel. 0461 282536, Fax. 0461 282599*		
Coordinatore dell'unità	*Paolo Zanon*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Paolo Zanon	Prof. Ordinario	DIMS
	Maurizio Piazza	Professore	DIMS
	Daniele Zonta	Ricercatore	DIMS
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2 *AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	**Linea**	**Task**	
	1	1.4	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task	Task 1.4 *Valutazione delle prestazioni dei componenti per edifici con strutture di legno: in stretto coordinamento con le altre UR che si occupano delle strutture lignee verranno definite le caratteristiche di resistenza nel piano e fuori piano dei vari elementi strutturali che costituiscono le pareti e solai.* *Comportamento strutturale di varie tipologie edilizie di legno: con riferimento agli esiti sperimentali e alle simulazioni numeriche verranno definite le caratteristiche di deformabilità e di dissipazione delle varie soluzioni strutturali* *Valutazione del comportamento dei collegamenti strutturali. In relazione alla tipologia di struttura si valuterà l'influenza del comportamento dei collegamenti su quello globale in presenza di sollecitazioni cicliche* *Analisi e metodi di calcolo di edifici di legno. Verranno definiti approcci e metodi di calcolo utili per il dimensionamento degli edifici di legno in zona sismica individuando criteri di definizione dei coefficienti di struttura più attendibili* *Linee guida per la progettazione di edifici di legno. Il lavoro di tutte le unita di ricerca sarà raccolto in forma critica in un unico documento*		

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 1.4	*Criteri per la valutazione delle prestazioni dei componenti delle costruzioni di legno*	*12 – Cartaceo*
	Task 1.4	*Criteri per la valutazione delle prestazioni dei collegamenti delle costruzioni di legno*	*24 – Cartaceo*
	Task 1.4	*Linee guida per la progettazione di edifici in legno.*	*36 – Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**
	Task 3.1	1. *C. Loss, M. Piazza, D. Zonta, P. Zanon, "Development of Displacement-Based Design and Assessment Methods", 2007, promosso da: Eurocentre e RELUIS -* 2. *D. Zonta, M. Piazza, P. Zanon, G. Giuliani, "Il Direct Displacement Based Design applicato a portali in legno lamellare" in XII convegno nazionale: l'Ingegneria Sismica in Italia. ANIDIS 2007, Atti di: XII Convegno Nazionale : L'Ingegneria Sismica in Italia 2007, Pisa (I), 10 - 14 giugno, '07.* 3. *D. Zonta, M. Piazza, P. Zanon, G. Giuliani, "An application of Direct Displacement Based Design to Glulam Timber Portal-Frame Structures" in Proceedings of the First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology*

		Zurich: Swiss Federal Institute of Technology, ETH, '06 4. *M. Piazza, P. Zanon, "Analisi preliminari, controlli, interventi sugli elementi lignei nel progetto di conservazione", Il progetto di conservazione: linee metodologiche per le analisi preliminari, l'intervento, il controllo di efficacia, Firenze: Alinea, '01,* 5. *M. Piazza, N. Baldassino, M. Ballerini, P. Zanon, "Caratterizzazione di resistenza e rigidezza degli elementi e dei collegamenti nelle strutture lignee antiche" in S. Di Pasquale (a cura di), Problemi inerenti l'analisi e la conservazione del costruito storico, Firenze: Libreria Alfani editrice, 2001,*

Scheda UR - UNIUD

Affiliazione principale	*UR – UNIUD-DICA, Università degli Studi di Udine*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICA), Università degli Studi di Udine, via delle Scienze 206, cap. 33199, Tel. 0432 558050 , Fax.0432 558052*		
Coordinatore dell'unità	*Alessandra Gubana*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Alessandra Gubana	Professore Associato	DICA
	Manuela Buttazzi	PhD	DICA
	Fabio Zorzini		DICA
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2 *AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	**Linea**	**Task**	**Mesi Uomo UR nel Task**
	1	1.4	24
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task	**Task 1.4:** *1. Analisi dello stato dell'arte sugli edifici in legno in zona sismica, con attenzione a quei manufatti simbolo di quelle culture costruttive ritenute esemplari dell'ottimizzazione dell'uso del legno in relazione alle sollecitazioni sismiche. Anche le strutture in legno realizzate in Abruzzo, dopo il terremoto del 2009, potranno costituire un importante riferimento, considerando la possibilità di contatti diretti con le aziende che le hanno realizzate, alcune delle quali hanno sede prossima all'Unità operativa. Dall'analisi della letteratura tecnica, con attenzione alle strutture a pannelli intelaiati, si giungerà alla definizione ragionata delle tipologie oggetto di studio.* *2. Le analisi della risposta sismica degli edifici a pannelli intelaiati verranno affrontate, con campagne di sperimentazione numerica, secondo gli approcci tradizionali codificati, l'analisi non lineare ed il Displacement Based Design.* *3. Prove sperimentali potranno essere eseguite in Laboratorio, dotato di attrezzature che consentono di applicare forze orizzontali su strutture di dimensioni al vero.* *4. I risultati analitici e sperimentali consentiranno di evidenziare le problematiche più significative, con attenzione ai problemi relativi ai collegamenti tra gli elementi, alla risposta alle sollecitazioni cicliche, alla duttilità in spostamento della struttura.* *5. Linee guida e commentario con esempi costituiranno uno dei prodotti finali della ricerca, considerando anche che la diffusione delle costruzioni interamente in legno in Italia è un fenomeno di grande rilievo, ma recente, e non esiste quella tradizione di sapere progettuale e costruttivo consolidato tipica di altre tipologie costruttive.*		
Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 1.4	*Stato dell'arte delle tipologie costruttive a pannelli intelaiata e dei metodi di calcolo con esempi e confronti*	*12-Cartaceo*
	Task 1.4	*Risultati delle prove sperimentali e delle analisi numeriche*	*24 -Cartaceo*
	Task 1.4	*Linee guida per la progettazione di strutture a pannelli intelaiati con esempi di calcolo*	*36 – Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	1. Task 1.4	*2. Gubana, A. (2008). Cross laminated timber panels to strengthen wood floors.* Proceedings of the International Congress SAHC2008 Structural Analysis of Historic Construction, Bath, 2008, p.949-955. *3. Gubana, A. (2009). Prove sperimentali sul comportamento delle sezioni composte legno-XLam*. Atti del VII Workshop Italiano sulle Strutture Composte,	

		Benevento, ottobre 2008. 4. *Gubana, A. (2008). Comportamento sperimentale a taglio di pannelli in legno a strati incrociati*. Atti del 17° Congresso C.T.E., Roma, novembre, p.1149-1156. 5. *Gattesco, N., Gubana, A. (2006). Performance of Glued-in Joints of Timber Members*. Proceedings of the World Conference of Timber Engineering, Portland, USA, 2006. 6. *Gubana, A. (2003). An Analytical Approach to Design non linear Behaviour Connections of Composite Sections*. International Journal for Restoration of Buildings and Monuments, Vol.9, No.3, 2003, pp.285-384.

Scheda UR - UNIROMA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIROMA-DISG, “La Sapienza” Università degli Studi di Roma</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica (DISG), “La Sapienza” Università degli Studi di Roma, via Eudossiana 18, 00184, Roma, Tel. 06 44585756, Fax. 06 3221449</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Paolo Franchin</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Paolo Emilio Pinto</td><td>Professore Ordinario</td><td>UNROMA-DISG</td></tr>
<tr><td>Paolo Franchin</td><td>Ricercatore</td><td>UNROMA-DISG</td></tr>
<tr><td>Luigi Laura</td><td>Contrattista</td><td>n.a.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>Linea 2.2</td><td colspan="2">2.2.3</td></tr>
<tr><td>Linea 1.1</td><td colspan="2">RS4</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2.1:
L’attività proposta verte su aspetti specialistici dell’analisi delle reti infrastrutturali. Si procederà preliminarmente all’individuazione dei caratteri comuni e delle specificità delle usuali “lifeline”, per poi affrontare due aspetti particolari necessari alla realizzazione di un modello di analisi efficiente per la previsione e la gestione near-real-time dell’emergenza.
Tra i metodi di analisi probabilistica delle prestazioni delle reti vengono considerati in particolare l’analisi per simulazione (Monte Carlo e derivate) e l’analisi di un modello di rete Bayesiana. Il primo metodo è robusto con riferimento alla complessità della rete e alle sue peculiarità ma necessita del ricalcolo della rete quando si vogliono determinare variazioni di affidabilità/prestazioni a seguito di “osservazioni” (rilievo di danni o adeguamento/rinforzo di elementi/sottosistemi) o al fine dei valutare la sensibilità ai parametri (di elementi e sottosistemi). Il secondo metodo ha grandi vantaggi con riferimento a questi aspetti ma presenta al momento limitazioni rilevanti sulle dimensioni della rete trattabile. L’attività pertanto sarà articolata in due temi:
1. Definizione di una metodologia di valutazione della sensibilità ai parametri della rete da utilizzare con metodi di analisi per simulazione MC.
2. Esplorazione di strategie computazionali innovative che permettano di ridurre la complessità algoritmica della valutazione della rete al di sotto di quella esponenziale che caratterizza attualmente i metodi disponibili.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.2.3</td><td>Analisi di reti infrastrutturali: Valutazione della sensibilità ai parametri mediante simulazione Monte Carlo avanzata.</td><td>18 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.2.3</td><td>Analisi di reti infrastrutturli: algoritmi di soluzione di modelli basati sulle reti Bayesiane.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.2.3</td><td colspan="2">1. Franchin P., Lupoi A., Pinto P.E. (2006). On the role of road networks in reducing human losses after earthquakes. Journal of Earthquake Engineering, 10(2): 195-206.
2. Lupoi G, Franchin P, Lupoi A, Pinto PE and Calvi GM (2008) Probabilistic seismic assessment for hospitals and complex-social systems, Rose School Tech.Rep 2008/02, IUSSPress, Pavia, ISBN 978-88-6198-017-4
3. Pinto, P.E., Giannini, R., Franchin, P. (2004) Seismic Reliability Analysis of Structures, IUSSpress, Pavia, Italy</td></tr>
</table>

Scheda UR nuovo progetto ReLUIS 2010-2013

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">URM3</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Università degli Studi Roma Tre –
Dipartimento di Strutture, Via C. Segre 6, Roma
Tel +39 06 57336255
FAX +39 0657336265</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Prof. Renato Giannini</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>RENATO GIANNINI</td><td>Professore ordinario</td><td>DiS</td></tr>
<tr><td>FABRIZIO PAOLACCI</td><td>Ricercatore</td><td>DiS</td></tr>
<tr><td>GIANMARCO DE FELICE</td><td>Professore Associato</td><td>DiS</td></tr>
<tr><td>SILVIA ALESSANDRI</td><td>Assegnista di Ricerca</td><td>DiS</td></tr>
<tr><td>LORENA SGUERRI</td><td>Responsabile Tecnica di Laboratorio</td><td>DiS</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2.2</td><td colspan="2">2.2.3</td></tr>
<tr><td>Obiettivi dell’unità di ricerca</td><td colspan="3">Nell’ultimo ventennio eventi sismici come quello di Kobe (Giappone, 1995), Izmit (regione di Kocaeli, Turchia, 1999) e Tokachi-Oki (Giappone, 2003) hanno evidenziato che i terremoti sono in grado di provocare dei danni di notevole importanza agli impianti industriali, causando nella maggior parte dei casi il rilascio di sostanze pericolose e situazioni di emergenza molto difficili da gestire. Occorre aggiungere che le normative sismiche vigenti, studiate per le costruzioni civili, si pongono come obiettivo, in caso di sisma violento, di proteggere la vita umana evitando il crollo della costruzione, ma non di impedire che questa si danneggi. I requisiti di sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi, degli stati limite di esercizio e di robustezza nei confronti di azioni eccezionali legati alle costruzioni civili [NTC-08], risultano quindi generalmente inadeguati per le strutture degli impianti industriali, per i quali il danneggiamento può comportare conseguenze anche gravi, per esempio il rilascio di sostanze pericolose. Proprio per questo in Italia sono state condotte recentemente diverse ricerche che avevano come tema l’analisi della risposta sismica di componenti dell’industria di processo e lo studio dell’applicabilità di sistemi innovativi per la loro protezione sismica; tra queste l’attività di di Roma Tre è stata particolarmente significativa.
Sulla base di quanto esposto, il presente progetto si pone come obiettivo quello di raggiungere uno stato di conoscenze adeguato alla redazione di una proposta di linee guida per il progetto, la valutazione e l’adeguamento sismico delle principali componenti dell’industria di processo. La ricerca si concentrerà sui seguenti temi:
1. Identificare le più comuni tipologie strutturali presenti nell’industria di processo;
2. Esaminare le criticità di alcune fra le più comuni apparecchiature e sistemi di tubazioni degli impianti di processo, analizzandone il comportamento sismico durante i più recenti e disastrosi eventi sismici;
3. Analizzare le più recenti normative in materia (EC8, API650, ASCE-07, etc..) evidenziandone gli aspetti salienti e le lacune più importanti.
4. Definire le condizioni di stato limite più significative dei componenti strutturali di un impianto industriale e identificare i corrispondenti meccanismi di danno (condizioni di tenuta e di rottura dei giunti delle tubazioni, fenomeni di buckling e uplift nei serbatoi, fenomeni di interazione tetto-mantello nei serbatoi, fenomeni di soft-story negli elementi sopraelevati, etc…);
5. Metodi di analisi e modellazione di componenti tipici dell’industria di processo:
o Serbatoi posti a terra (ancorati e non) e sopraelevati
o Contenitori snelli</td></tr>
</table>

	o Tubazioni o Forni di processo o Strutture di supporto 6. Definizione degli strumenti e dei metodi più idonei per la riduzione del rischio sismico delle principali apparecchiature industriali.
Attività analitiche e sperimentali previste dall'UR all'interno di ciascun task	**Fase 1** Raccolta di tutti i riferimenti bibliografici e normativi che riguardano il comportamento sismico di strutture industriali 1. Raccolta dei contributi sperimentali più significativi presenti in letteratura sul comportamento sismico di componenti industriali 2. Analisi delle più recenti normative sul progetto e la valutazione degli impianti industriali in zona sismica e loro confronto con l'ausilio di casi studio Alla fine di questa prima fase si disporrà di materiale sufficiente per delineare lo stato dell'arte attualmente disponibile in materia di progettazione sismica di impianti industriali
	Fase 2 1. Analisi della risposta sismica di componenti industriali: • *Serbatoi posti a terra e sopraelevati* • *Telai di servizio* • *Tubazioni* • *Forni di processo* • *Slim-vessels* A tale scopo verranno identificati casi studio rappresentativi. 2. Analisi degli stati di danno più comuni in componenti industriali sottoposti a sisma e valutazione della corrispondente capacità in termini di resistenza e/o deformazione. 3. Progettazione di prove sperimentali di presso–flessione di giunti di tubazioni per la determinazione della loro capacità rotazionale e della loro resistenza. Verranno trattati in particolare giunti flangiati, molto frequenti nell'industria di processo, Alla fine di tale fase dovrebbero essere definiti ed esplicitati i punti più importanti da inserire nelle linee guida sul progetto di zona sismica di impianti industriali.
	Fase 3 1. Indagine sperimentale su giunti flangiati. Verranno effettuate prove di pressoflessione per determinare le condizioni di tenuta e le condizioni di collasso del giunto. 2. Uso di tecniche innovative per protezione sismica delle componenti industriali più significative. In particolare si analizzerà: o L'isolamento alla base di serbatoi a terra o sopraelevati o Il controventamento dissipativo di strutture di supporto e di serbatoi sopraelevati o L'accoppiamento dissipativo di strutture adiacenti, come ad esempio colonne di distillazione e telai di servizio. o L'isolamento sismico di tubazioni In questa fase verrà completata la stesura delle linee guida aggiungendo il capitolo riguardante le tecniche di protezione sismica innovative degli impianti industriali

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Fase 1	*Relazione sullo stato delle conoscenza del comportamento di impianti industriali in zona sismica*	*6 – Cartaceo ed elettronico*
	Fase 2	*Relazione sul progetto di prove sperimentali su giunti flangiati*	*12 – Cartaceo ed elettronico*
	Fase 2	*Relazione sui metodi di analisi di componenti industriali in zona sismica, con l'ausilio di casi studio*	*24 – Cartaceo ed elettronico*
	Fase 3	*Relazione sui risultati di prove sperimentali su giunti flangiati*	*32 – Cartaceo ed elettronico*
	Fase 3	*Redazione di linee guida per il progetto e la valutazione sismica di componenti industriali*	*36 – Cartaceo ed elettronico*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Fase 1	*M. De Angelis, R. Giannini, F. Paolacci, L.G. Luccone, S. Di Cave, M. Ciucci, (2008), Analisi del rischio sismico di impianti a rischio di incidente rilevante e applicabilità dei sistemi innovativi di protezione sismica. parte I: definizione del problema. Ingegneria Sismica. 4: 53-70, 2008.*	
	Fase 2	*M. De Angelis, R. Giannini, F. Paolacci, (2009), Experimental investigation on the seismic response of a steel liquid storage tank equipped with floating roof by shaking table tests, Earthquake Engineering & Structural Dynamics, Accepted for publication, Published on-line, DOI: 10.1002/eqe.945*	
	Fase 3	*F.Paolacci, R.Giannini, M. De Angelis, V. Ciampi (2006), "Studio sulla applicabilità dell'isolamento sismico mediante l'utilizzo di isolatori per la protezione sismica di componenti di impianti industriali situati in aree ad elevato rischio Sismico", Istituto Superiore per la prevenzione e la sicurezza sul Lavoro - Progetto di Ricerca B106-DIPIA-04, Maggio, Roma*	

Scheda UR - UNIMOL

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIMOL, Laboratorio di Dinamica Strutturale e Geotecnica StreGa - Università degli Studi del Molise</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Laboratorio di Dinamica Strutturale e Geotecnica StreG”, Dipartimento S.A.V.A., Università degli Studi del Molise, Via Duca degli Abruzzi s.n.c., 86039, Termoli (CB), Tel. 0874 404 883, Fax. 0874 404 952</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Giovanni Fabbrocino</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Giovanni Fabbrocino</td><td>Professore Associato</td><td>StreGa</td></tr>
<tr><td>Salvatore Gerbino</td><td>Professore Associato</td><td>StreGa</td></tr>
<tr><td>Filippo Santucci de Magistris</td><td>Ricercatore confermato</td><td>StreGa</td></tr>
<tr><td>Antonio Di Carluccio</td><td>Ricercatore t.d.d.</td><td>StreGa</td></tr>
<tr><td>Rainieri Carlo</td><td>Assegnista</td><td>StreGa</td></tr>
<tr><td>Giovanni Lanzano</td><td>Assegnista</td><td>StreGa</td></tr>
<tr><td>Carmine Laorenza</td><td>Dottorando</td><td>StreGa</td></tr>
<tr><td>Mariella Mancini</td><td>Dottoranda</td><td>StreGa</td></tr>
<tr><td>Pasquale Franciosa</td><td>Borsista</td><td>StreGa</td></tr>
<tr><td>Arindam Dey</td><td>Borsista</td><td>StreGa</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.2.3 – Att. a</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.2.3 – Att. b</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1.3</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">
AREA TEMATICA 2 : INNOVAZIONI NORMATIVE E TECNOLOGICHE IN INGEGNERIA SISMICA
LINEA 2.2: Valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico di sistemi speciali
Task 2.2.3: Impianti industriali, nucleari e lifelines "

Attività UR a: Valutazione della vulnerabilità strutturale di apparecchiature industriali
L’attività sarà focalizzata essenzialmente sull’analisi di vulnerabilità delle principali apparecchiature di processo e di stoccaggio presenti negli impianti industriali. Il raggiungimento di tale fine ultimo impone il raggiungimento di obiettivi intermedi che possono essere così sintetizzati:
1) Effettuare un significativo studio dello stato dell’arte delle tecniche di progettazione e di analisi (statica e dinamica) delle tipologie strutturali oggetto di studio.
2) Indagare sugli effetti dell’interazione terreno-struttura, dell’interazione tra il contenuto e la struttura stessa, nonché dell’interazione dell’intero sistema terreno-struttura-fluido.
3) Effettuare una stima della vulnerabilità sismica dei componenti industriali precedentemente definiti.
Gli obiettivi sopra indicati saranno raggiunti nell’arco della durata triennale del progetto.

Fase 1
L’attività del primo anno sarà finalizzata al raggiungimento del primo obiettivo. Sarà, cioè, effettuato un attento studio dello stato dell’ arte delle tecniche di progettazione e di analisi delle principali apparecchiature di processo e di stoccaggio presenti negli impianti industriali, con riferimento alle attuali normative sia nazionali che internazionali. La conoscenza dello stato dell’arte delle tecniche di progettazione e di analisi delle strutture non convenzionali presenti negli impianti consentirà la realizzazione di database di classi di strutture omogenee e standardizzate, utile per
</td></tr>
</table>

l'analisi di vulnerabilità. Particolare attenzione, inoltre, sarà rivolta ai serbatoi di forma cilindrica a sviluppo orizzontale (interrate e fuori terra), alle sfere circolari ed alle vasche rettangolari in cemento armato, utilizzate come vasche di decantazione di liquidi pericolosi in impianti di trattamento e smaltimento di acque (solitamente posti a valle di impianti chimici e nucleari). In questa prima fase saranno inoltre analizzati attentamente i dati esistenti in materia di danni post-sisma e gli attuali contributi sperimentali presenti in letteratura tecnica al fine di ottimizzare la definizione delle criticità e quindi degli stati limite delle attrezzature analizzate.

Fase 2

Durante il secondo anno l'attenzione dell'U.R. dell'Università degli Studi del Molise sarà rivolta allo studio dei fenomeni di interazione con l'obiettivo di indagare sull' importante effetto dell'interazione terreno-struttura, dell'interazione tra il contenuto e la struttura stessa, nonché sull'interazione dell' intero sistema terreno-struttura-fluido. Queste problematiche saranno affrontate mediate l'impiego di modelli numerici avanzati, basati su differenti metodi di analisi; ciò porterà ad una chiara identificazione del campo di applicabilità dei vari metodi disponibili. Particolare attenzione sarà rivolta alla modellazione agli elementi finiti. Saranno impiegati codici di calcolo agli elementi finiti di applicazione generale specificatamente sviluppati per la risoluzione di complessi problemi dinamici non lineari propri dei fenomeni reali. Questo consentirà la simulazione delle complesse problematiche che caratterizzano il comportamento dinamico delle strutture in esame, quali fluidodinamica, interazione fluido-struttura, dinamica delle strutture, dinamica dei terreni ed ingegneria geotecnica sismica. L'utilizzo di tali codici di calcolo avanzato richiede un elevato onere computazionale, gestibile mediante l'utilizzo di sistemi di calcolatori assemblati in cluster che consentono di effettuare calcolo numerico in parallelo e quindi di abbattere l'onere computazionale rendendo più gestibili tali tipi di analisi. L' impiego di analisi numeriche avanzate sarà affiancato dallo studio di modelli numerici semplificati, capaci di cogliere le principali caratteristiche della risposta strutturale, con l' obiettivo di comprendere in che misura tali modelli semplificati possano sostituire una modellazione più complessa ed onerosa nell'ambito di analisi di vulnerabilità sismica.

Fase 3

Sulla base degli studi effettuati durante il primo anno e sulla base dei risultati ottenuti, durante il secondo anno, saranno effettuate analisi di vulnerabilità strutturale e geotecnica sui componenti industriali analizzati dalla U.R. dell'Università degli Studi del Molise. L'attività dell'Unità di Ricerca dell'Università degli Studi del Molise si concluderà con la realizzazione di linee guida sulle tipologie e modalità di analisi di questo tipo di strutture. Questa fase renderà pertanto possibili una chiara identificazione del range di applicabilità dei diversi metodi disponibili, completando la manualistica già esistente e la valutazione della reale vulnerabilità di questo tipo di strutture e delle corrispondenti conseguenze di una eventuale mancanza di adeguata resistenza sismica.

Attività UR b1: Valutazione dell'interazione sismica terreno/struttura/fluido per i serbatoi interrati

Le strutture interrate a causa del loro elevato grado di confinamento hanno generalmente mostrato un comportamento soddisfacente durante i terremoti, se paragonato a quello delle strutture in elevazione. Tuttavia, durante terremoti recenti particolarmente distruttivi, sono stati registrati danni ingenti e irreversibili a strutture interrate comprendenti gallerie, tubazione e serbatoi interrati, causandone la temporanea o definitiva sospensione dell'utilizzo. Risulta dunque di estrema importanza garantire il perfetto funzionamento di queste opere e nel caso di serbatoi interrati anche la perfetta tenuta, al fine di scongiurare la fuoriuscita di liquidi.

Lo studio del comportamento dei serbatoi interrati non può prescindere dalla considerazione che tre differenti elementi sono interagenti durante il fenomeno sismico: il terreno, la struttura e il fluido, nonché dall'interazioni con altri elementi strutturali (ad es. collegamenti con le tubazioni di adduzione). Questo elevato grado di complessità necessita un'opportuna modellazione fisica e numerica del problema, al fine di poterne trarre delle utili e semplificate indicazioni progettuali.

Attività UR b2: Vulnerabilità sismica di serbatoi fondati in terreni potenzialmente liquefacibili e sistemi di mitigazione

I serbatoi talvolta costituiscono opere massicce che inducono nel sottosuolo elevati valori delle tensioni. In presenza di terreni incoerenti e poco addensati sotto falda si possono manifestare all'interno del terreno meccanismi di rottura per liquefazione. Questo tipo di rottura può determinare il parziale o totale collasso della struttura a causa degli elevati spostamenti indotti dal fenomeno di rottura. Risulta quindi rilevante effettuare una serie di modellazioni numeriche dinamiche, semplificate e complete, allo scopo di individuare le condizioni che possono indurre l'insorgere di rotture per liquefazione. Alle analisi numeriche si può affiancare un'adeguata modellazione fisica del problema, ottenendo case histories artificiali che descrivono in maniera realistica, seppur semplificata, l'insorgere del fenomeno di liquefazione. I risultati di queste analisi costituiranno un utile riferimento per testare la validità dei metodi semplificati attualmente disponibili in letteratura.

Attività UR b3: Modellazione fisica in centrifuga dell'interazione terreno/struttura

Nell'analisi di un fenomeno fisico, la disponibilità di dati sperimentali è di primaria importanza per validare analisi numeriche e modelli semplificati del fenomeno stesso. Questo aspetto riveste importanza ancora maggiore per lo studio del comportamento sismico delle strutture per i quali non è sempre agevole ottenere misure dinamiche durante i terremoti. Risulterebbe dunque utile ricorrere ad una modellazione fisica del problema, in maniera da ricreare in maniera artificiale l'evento sismico e ottenere una case history di misure dinamiche. La modellazione fisica che frequentemente viene utilizzata in ingegneria geotecnica è la modellazione in scala ridotta in centrifuga. Il modello, opportunamente strumentato, viene sottoposto a una accelerazione di gravità di alcune decine di volte superiore a quella terrestre, allo scopo di riprodurre nel mezzo uno stato tensionale compatibile con quello di un'opera di dimensioni reali. Successivamente al modello viene applicato una storia temporale di spostamenti e si ottengono dagli strumenti i dati sperimentali durante l'evento dinamico. La positiva esperienza maturata su questi aspetti nel precedente progetto Reluis-DPC potrebbe trasferirsi anche al macrotema delle lifelines e dei serbatori interrati. La materiale esecuzione di prove su modello andrebbe subordinata all'accordo con istituzioni in grado di eseguire le prove e al reperimento di adeguate risorse economiche aggiuntive rispetto a quelle ora assegnate all'UR..

AREA TEMATICA 3: TECNOLOGIE PER IL MONITORAGGIO DEL RISCHIO E LA GESTIONE DELLE EMERGENZE

LINEA 3.1: Sviluppo di tecnologie per il monitoraggio e gestione del rischio sismico

Task 3.1.3: Monitoraggio

1. *Completamento dell'installazione del sistema di monitoraggio della Nuova Casa dello Studente presso l'Università del Molise in località Vazzieri (Campobasso);*
2. *Definizione delle strategie di acquisizione dati e relativa implementazione;*
3. *Progettazione di un sistema di monitoraggio per l'edificio principale della Facoltà di Ingegneria dell'Università del Molise in Termoli (CB);*
4. *Installazione del sistema di monitoraggio per l'edificio principale della Facoltà di Ingegneria dell'Università del Molise in Termoli (CB);*
5. *Presentazione dei risultati relativi ai suddetti casi studio.*

L'attività di ricerca è focalizzata sulla gestione di sistemi permanenti di monitoraggio e sulla integrazione con sistemi di early warning, oggetto di studio in collaborazione con l'Unità DIST. I dati sperimentali di base e i risultati delle relative elaborazioni forniranno utili riferimenti per l'ottimizzazione dei sistemi di protezione da impiegare su edifici di interesse rilevante in fase di gestione dell'emergenza sismica.

Prodotti di cui è responsabile l'UR	Task	Descrizione	Mese di consegna e formato
	2.2.3 – Att. a	*Relazione conclusiva sullo stato dell'arte delle tecniche di progettazione e di analisi delle tipologie strutturali analizzate.*	*18– Cartaceo ed elettronico*
	2.2.3 – Att. a	*Relazione conclusiva con individuazione di linee guida per la valutazione della vulnerabilità delle apparecchiature analizzate*	*36 - Cartaceo ed elettronico*
	2.2.3 – Att. b1	*Valutazione dell'interazione sismica terreno/struttura/fluido per i serbatoi interrati*	*36 – Cartaceo*
	2.2.3 – Att. b2	*Vulnerabilità sismica di serbatoi fondati in terreni potenzialmente liquefacibili e sistemi di mitigazione*	*36 – Cartaceo*
	2.2.3 – Att. b3	*Modellazione fisica in centrifuga dell'azione sismica e dell'interazione terreno/struttura*	*36 – Cartaceo*
	3.1.3	*Rapporto descrittivo sull'implementazione del sistema di monitoraggio della Nuova Casa dello Studente presso l'Università del Molise in località Vazzieri (Campobasso); presentazione dei risultati*	*18 Cartaceo ed elettronico*
	3.1.3	*Rapporto descrittivo relativo alla progettazione e implementazione di un sistema di monitoraggio per l'edificio principale della Facoltà di Ingegneria dell'Università del Molise in Termoli (CB);*	*24 Cartaceo ed elettronico*
	3.1.3	*Presentazione dei risultati relativi al monitoraggio dell'edificio principale della Facoltà di Ingegneria dell'Università del Molise in Termoli (CB)*	*36 Cartaceo ed elettronico*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	Task	Citazione
	2.2.3 Att. a	Salzano, E., Agreda, A.G., Di Carluccio, A., Fabbrocino, G., Risk Assessment and Early Warning Systems for Industrial Facilities in Seismic Zones, Resliability Engineering & System Safety, Reliability Engineering & System Safety Volume 94, Issue 10, October 2009, Pages 1577-1584.
		Di Carluccio, A., Iervolino, I, Manfredi, G., Fabbrocino, G., Salzano, E., Quantitative Probabilistic Seismic Risk Analysis of Storage Facilities, CISAP-2, Second International Conference on Safety & Environmental in Process Industry, Napoli, 2006.
		Di Carluccio, A., Fabbrocino, G., Characterization of Industrial Facilities and Components for Seismic Assessment. Strategies for Reduction of the Seismic Risk, 87-98, ISBN 978-88-88102-15-3, 2008.
		Di Carluccio, A., Fabbocino, G., Manfredi, G., FEM Seismic Analysis of Steel Tanks for Oil Storage in Industrial Facilities, 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China 2008.

		Di Carluccio, A., Fabbrocino, G., Salzano, E., Manfredi, G., Analysis of Pressurized Horizontal Vessels Under Seismic Excitation, 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China 2008.
	2.2.3 Att. b	Bilotta E., Lanzano G., Russo G., Santucci de Magistris F., Silvestri F. (2008) An early-stage design procedure for circular tunnel lining under seismic actions. Proc. Word Conference on Earthquake Engineering, Beijing China.
		Lanzano, G., Di Carluccio A., Fabbrocino G., Santucci de Magistris F. (2010) Construction and design of underground steel tanks in seismic areas: an integrated structural and geotechnical approach. 4th International Conference on Steel & Composite Structures. 21 – 23 July 2010. Sydney, Australia
		Salzano, E., Di Carluccio, A., Agreda, A.G., Fabbrocino, G., Manfredi, G., The Interaction of Earthquakes with Process Equipment in the Framework of Risk Assessment, 41st Annual Loss Prevention Symposium, Houston (TX), 2007.
		Santucci de Magistris F. (2006) Liquefaction: a contribution to the Eurocode from the Italian Guideline "Geotechnical Aspects of the Design in Seismic Areas". ISSMGE ETC-12 workshop, NTUA Athens, Greece, pp.127-141.
		Bilotta E., Lanzano G., Russo G., Silvestri F., S.P.G. Madabhushi (2009). Calibration of seismic analyses of shallow tunnels by dynamic centrifuge tests. Proc. XVII ICSMGE. Alexandria, Egypt.
	3.1.3	Fabbrocino G., Laorenza C., Rainieri C. & Santucci De Magistris F. (2008). Seismic monitoring of structural and geotechnical integrated systems, Proceedings of the 2nd Asia Pacific Workshop on Structural Health Monitoring, Melbourne, Australia (peer reviewed).
		Rainieri C., Fabbrocino G. & Cosenza E. (2008). Structural Health monitoring systems as a tool for seismic protection, Proceedings of the XIV World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China.
		Rainieri C., Fabbrocino G. & Cosenza E. (2008). Integrated systems for Structural Health Monitoring, Proceedings of the Fourth European Workshop on Structural Health Monitoring, Cracow, Poland.
		Rainieri C., Fabbrocino G. (2009). Integrated monitoring of civil structures, The 7th International Workshop on Structural Health Monitoring, Stanford, CA, USA.

Scheda UR - UNICH

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNICH-ING, Università degli Studi “G. d’Annunzio”di Chieti - Pescara</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria (DING), Università degli Studi “G. d’Annunzio”di Chieti - Pescara, viale Pindaro 42, 65127, Pescara, Tel. 085 4537261, Fax. 085 4537255</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Ivo Vanzi</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Ivo Vanzi</td><td>Professore Associato</td><td>DING</td></tr>
<tr><td>Samuele Biondi</td><td>Professore Associato</td><td>DING</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2.2</td><td colspan="2">2.2.3</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2.2.3
1. sviluppo della metodologia già esistente per la definizione della sicurezza sismica delle reti elettriche
2. definizione di una metodologia comune alle diverse reti capacitive per la definizione della loro sicurezza sismica
3. stato dell’arte e impostazione della metodologia per la sicurezza sismica degli impianti nucleari

Gli aspetti 1 e 2 costituiscono approfondimenti di ricerche teoriche già iniziate (cfr. citazioni 1-4). L’aspetto 3 costituisce, per questa UR, una nuova applicazione di metodologie già acquisite e consolidate.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.2.3(1)</td><td>Sviluppo metodologia reti elettriche</td><td>12 – Software</td></tr>
<tr><td>Task 2.2.3(2)</td><td>Sviluppo metodologia reti capacitive</td><td>24 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.2.3(3)</td><td>Stato dell’arte impianti nucleari</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.2.3</td><td colspan="2">1. Nuti C; Rasulo A; I. Vanzi. (2010). Seismic safety of network structures and infrastructures, Structure And Infrastructure Engineering, vol. 6, doi 10.1080/15732470802663813
2. Nuti C; Rasulo A; I. Vanzi. (2007). Structural safety evaluation of electric power supply at urban level. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, vol. 36, 245-263 DOI: 10.1002/eqe.622
3. Nuti C; Santini S; I. Vanzi. (2004). Damage, Vulnerability and Retrofitting Strategies for the Molise Hospital System Following the 2002 Molise, Italy, Earthquake., Earthquake Spectra, vol 20, 285-299, doi .10.1193/1.1768541
4. Nuti C; I. Vanzi. (2003). To retrofit or not to retrofit?., Engineering Structures, vol. 25, 701-711, doi 10.1016/S0141-0296(02)00190-6.</td></tr>
</table>

Scheda UR - UNINA

Area Tematica	*AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	
Linea	*2. 2*	
Task	***2.4 Componenti non strutturali***	
Coordinatore del task	*Gaetano Manfredi – Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II*	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNINA-DIST	Gaetano Manfredi

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:

I componenti non strutturali sono tutti quei sistemi ed elementi posti o attaccati ai piani, al tetto e alle pareti degli edifici e delle strutture industriali, che non sono parte integrante del loro sistema strutturale portante. E' stato ampiamente osservato che il danno ai componenti non strutturali può sia rappresentare una minaccia per la vita umana che provocare ingenti perdite economiche, tra le quali l'interruzione di funzionalità dell'edificio. I primi studi sui componenti non strutturali sono recenti ed a tutt'oggi a livello internazionale i ricercatori discutono circa le metodologie fondamentali sia a livello teorico che sperimentale per lo studio della capacità di tali elementi, della loro durabilità e della risposta sotto determinate azioni, in particolare quella sismica. Essi, infatti, sono difficili da analizzare accuratamente ed efficientemente. In particolare è sempre possibile analizzarli concomitantemente all'analisi delle strutture che li supportano, con il risultato di ottenere un sistema combinato primario-secondario con eccessivi gradi di libertà e grandi differenze, tra sistema primario e secondario, per quanto concerne le masse, le rigidezze e le costanti di smorzamento. Tali caratteristiche rendono i metodi convenzionali di analisi generalmente dispendiosi, non accurati e inadeguati. Come per le strutture, la determinazione della domanda (in termini di spostamento di interpiano e di accelerazione di picco dell'implacato) rientra insieme alla capacità in un discorso più ampio di definizione della fragilità degli elementi non strutturali e quindi, in ultimo, di definizione della probabilità di collasso di tali elementi considerando la pericolosità del sito di interesse. Siccome i metodi analitici non sono generalmente applicabili ad alcuni componenti non strutturali, quali per esempio le controsoffittature, e i dati relativi a terremoti passati non sono adatti alla caratterizzazione della fragilità, la tecnica più idonea per ricavare le curve di fragilità per le tali componenti non strutturali è il metodo sperimentale.

Villaverde, R. (1997). Seismic Design of Secondary Structures: State of the art. Journal of Structural Engineering 123(8): pp. 1011-1019.

Chen Y., Soong T. T. (1988). State of the art review: Seismic response of secondary systems. Engineering Stuctures, 10(4): pp. 218-228.

Miranda E., Taghavi S. (2005). Approximate floor acceleration demand in multi story buildings II: Applications. ASCE Journal of Structural Engineering 131(2): pp. 212-20.

Badillo - Almaraz, H., Whittaker, A. S., Reinhorn A. M. and Cimellaro, G. P. (2006). Seismic Fragility of Suspended Ceiling Systems, Technical Report MCEER, February 4, 2006.

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

Lo studio del task ha per oggetto la qualificazione sismica e la valutazione della fragilità di componenti non strutturali, in particolare controsoffitti e partizioni interne in cartongesso, al fine di consentire analisi prestazionali di edifici civili e industriali esistenti e di nuova realizzazione. Nell'ambito di tale studio, si vogliono progettare e testare accorgimenti migliorativi diretti ad innalzare i livelli di performance dei componenti non strutturali indagati.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

Qualificazione sismica di componenti non strutturali, in particolare controsoffitti e partizioni interne in cartongesso, attualmente prodotti: tale qualificazione avverrà principalmente mediante prove su tavola vibrante, ma anche con prove statiche relative alle singole parti di tali componenti.

Tracciamento per via sperimentale di curve di fragilità di controsoffitti e partizioni interne in cartongesso. Al fine di ottenere il raggiungimento da parte di tali sistemi dei livelli prestazionali attesi, è previsto lo sviluppo tecnologico degli stessi. Tale attività sarà estesa mediante analisi numeriche.

Diffusione mediante rapporti tecnico-scientifici delle curve di fragilità dei componenti non strutturali indagati attualmente prodotti e sviluppati durante il progetto, al fine di consentire analisi prestazionali di edifici civili e industriali esistenti e di nuova realizzazione. Sviluppo di linee guida ed indicazioni progettuali da inserire in normativa, per il calcolo, la produzione e massa in opera di controsoffitti e partizioni interne che soddisfino attesi livelli prestazionali.

Attività sperimentale prevista:

L'attività del task sarà prevalentemente sperimentale. Si prevedono prove su tavola vibrante su componenti non strutturali, in particolare controsoffitti e partizioni interne, sottoposti ad entrambe le componenti orizzontali di terremoti; queste sono selezionate in modo da essere compatibili con gli spettri di norma dei componenti non strutturali. Le prove si svolgeranno presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Strutturale dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, dove è in dotazione un sistema di tavole vibranti.

Tale sistema di tavole vibranti consiste di due tavole a pianta quadrata avente lato pari a 3 metri. Ciascuna tavola è dotata di due gradi di libertà nelle due direzioni orizzontali. Il massimo carico di prova è pari a 200 KN per ciascuna tavola, con un intervallo di frequenza compreso tra 0 e 50 Hz, accelerazione di picco pari ad 1g, picco di velocità pari a 1m/s ed un spostamento totale pari a 500mm (±250mm); il sistema idraulico ha sei gruppi di pompe ciascuno dei quali comprende due motori pompe capaci di erogare un massimo di capacità pari a 2500l/min con picco di 3000l/min. Per carichi di prova inferiori a 200KN, sono consentite accelerazioni molto maggiori.

Milestones	**Mese 12**	**Mese 24**	**Mese 36**
	1 Qualificazione sismica dei componenti non strutturali indagati. *2 Sviluppo di prodotti soddisfacenti i livelli prestazionali attesi.*	*3 Tracciamento di curve di fragilità relative a tali prodotti, mediante prove su tavola vibrante e analisi numeriche.*	*4 Sviluppo di linee guida ed indicazioni progettuali per il calcolo, la produzione e messa in opera di componenti non strutturali soddisfacenti attesi livelli prestazionali.*

Prodotti che saranno disponibili a fine progetto	**Deliverable**	**UR responsabile**
	Rapporti scientifici in cui sono riportate le curve di fragilità relative ai componenti non strutturali indagati.	*UNINA-DIST*
	Linee guida ed indicazioni progettuali da inserire in normativa, per il calcolo, la produzione e massa in opera di controsoffitti e partizioni interne che soddisfino attesi livelli prestazionali	*UNINA-DIST*

Scheda UR - POLIMI

Affiliazione principale	*POLIMI, Politecnico di Milano*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIS),Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano, Tel 02 2399 4362, Fax 02 2399 4369*		
Coordinatore dell'unità	*POGGI Carlo*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Bocciarelli Massimiliano	Ricercatore	DIS-POLIMI
	Cattaneo Sara	Ricercatore	DIS-POLIMI
	Carvelli Valter	Prof. Associato	DIS-POLIMI
	Colombi Pierluigi	Prof. Associato	DIS-POLIMI
	Fava Giulia	Assegnista	DIS-POLIMI
	Milani Gabriele	Ricercatore	DIS-POLIMI
	Pisani Marco Andrea	Prof. Ordinario	DIS-POLIMI
	Poggi Carlo	Prof. Ordinario	DIS-POLIMI
	Tedeschi Cristina	Ricercatore	DIS-POLIMI
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	2	2.3.1	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task	**Task 2.3.1** 1. *Definizione della resistenza a carichi ciclici di elementi murari rinforzati con FRP. Verifica dell'affidabilità delle raccomandazioni progettuali contenute nel documento CNR DT200 mediante confronti con risultanze sperimentali.* 2. *Aspetti di durabilità di sistemi di rinforzo con FRP applicati su strutture murarie : resistenza a sollecitazioni meccaniche cicliche ed ambientali (effetti termici, raggi UV, umidità, alcali etc.).* 3. *Studio di modelli numerici per la simulazione di elementi murari rinforzati con FRP.* 4. *Studio di prove in situ atte a certificare la funzionalità delle applicazioni di rinforzi in FRP (prove termografiche, ultrasoniche e semidistruttive).* 5. *Per le prime due attività sono previste prove sperimentali che si svolgeranno presso il Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano. E' prevista una collaborazione con il gruppo di ricerca dell'Università di Bologna.*		
Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese consegna e formato**
	Task 2.3.1	*Criteri di progetto e modelli di simulazione per il rinforzo di strutture murarie con FRP*	*36 – Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 2.3.1	1. Colombi P.,Fava G., Poggi C. Bond Strength of CFRP-concrete elements under freeze-thaw cycles, ***Composite Structures*** (2010) 92:973-983. 2. M.Corradi, C.Tedeschi, L. Binda, A. Borri Experimental evaluation of shear and compression strength of masonry wall before and after reinforcement : Deep repointing, ***Costruction and Building Materials*** (2008) 22:463-472. 3. Milani G., Homogenized limit analysis of FRP-reinforced masonry walls out-of-plane loaded, ***Computational Mechanics*** (2009) 43:617-639. 4. Milani G., Milani E., Tralli A. Approximate limit analysis of full scale FRP-reinforced masonry buildings through a 3D homogenized FE package, Composite Structures , (2010) 92:918-935. 5. Bocciarelli M., Colombi P.,Fava G., Poggi C. , The prediction of debonding strength of tensile steel/CFRP joints using fracture mechanics and stress based criteria, ***Eng. Fracture Mechanics*** (2009) 76:299-313.	

Scheda UR - UNIPG

Affiliazione principale	*UR – UNIPG, Università degli Studi di Perugia*
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA), Università degli Studi di Perugia, via Duranti 93, 06125 Perugia, Tel. 075 585 3895 fax 075 585 3830*
Coordinatore dell'unità	*Antonio Borri*
AT: 2	**Linea: 2** **Task: 2.3.1**

Milestones	DELIVERABLE
Prodotti che saranno disponibili a 24 MESI	**1.** *Report (intermedio) sul comportamento meccanico di pannelli murari sia in pietrame irregolare sia in pietrame listato con elementi laterizi, soggetti a carichi alternati, sia taglianti che ortogonali, rinforzati con tecniche/materiali innovativi.*
	2. *Report (intermedio) riguardante l'utilizzo di diverse tipologie di materiali innovativi: influenza sulla duttilità e sulla resistenza del pannello.*
	3. *Report (intermedio) riguardante la codifica delle tecniche di intervento sperimentate, in funzione delle diverse tipologie di materiale impiegato.*
Prodotti che saranno disponibili a 36 MESI	10. *Report (finale) di prova sul comportamento meccanico di pannelli murari sia in pietrame irregolare sia in pietrame listato con elementi laterizi, soggetti a carichi alternati, sia taglianti che ortogonali, rinforzati con tecniche/materiali innovativi.*
	11. *Report (finale) riguardante l'utilizzo di diverse tipologie di materiali innovativi: influenza sulla duttilità e sulla resistenza del pannello.*
	12. *Report (finale) riguardante la codifica delle tecniche di intervento sperimentate, in funzione delle diverse tipologie di materiale impiegato.*

Scheda UR - UNISANNIO

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNISANNIO-DING, Università degli Studi del Sannio</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi del Sannio, piazza Roma 21, 82100, Benevento, Tel. 0824-305575, Fax. 0824-324256</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Francesca Ceroni</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Francesca Ceroni</td><td>Ricercatore</td><td>Dip. di Ingegneria</td></tr>
<tr><td>Maria Rosaria Pecce</td><td>Prof. Ordinario</td><td>Dip. di Ingegneria</td></tr>
<tr><td>Luigi Di Sarno</td><td>Ricercatore</td><td>Dip. di Ingegneria</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 3.1
1. Valutazione del comportamento di elementi in muratura rinforzati con materiali FRP in regime di carico monotono e ciclico e dell’intero edificio in muratura sotto azioni sismiche mediante modelli analitici e numerici (FEM) in campo lineare e non lineare;
2. Indicazioni per la progettazione e realizzazione dell’efficacia di diverse tecniche per il rinforzo di pareti in muratura con FRP anche in presenza di sistemi di ancoraggio meccanico sotto azioni monotone e cicliche.
I modelli analitici e numerici sviluppati saranno mirati a valutare l’efficacia delle formule predittive presenti nell’attuale versione delle istruzioni CNR DT 200/2004 relativamente al rinforzo di elementi in muratura con materiali FRP e la possibilità di estenderle ad altre tipologie di rinforzo con FRP non presenti nelle suddette istruzioni (ad esempio NSM). Si prevede la realizzazione di prove sperimentali monotone e cicliche su elementi in muratura in piccola scala rinforzati con diverse tecniche e con sistemi di ancoraggio.Lo studio del comportamento dei singoli elementi e la comparazione di risultati numerici con dati sperimentali, raccolti in bibliografia e/o ottenuti da prove condotte direttamente dall’UR, servirà a calibrare i modelli comportamentali da implementare nello studio dell’intero edificio al fine di individuare procedure di approccio allo studio della vulnerabilità sismica di edifici in muratura esistenti da rinforzare con materiali compositi.Alcuni dei risultati numerici verranno quindi confrontati con i risultati sperimentali ottenuti dall’UR Unisannio e dalle altre unità di ricerca che tratteranno lo stesso argomento. Le prove si svolgeranno presso il laboratorio Materiali e Strutture del Dipartimento di Ingegneria dell’Università degli Studi del Sannio. La scelta dei materiali di supporto (pietre naturali, tufo, malte) e di rinforzo (griglie FRP, barre e strip per la tecnica Near Surface) da utilizzare nelle prove sarà realizzata in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria dell’Università di Napoli al fine di uniformare le tipologie di materiali ed i sistemi investigati al variare degli schemi di prova.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>▪ Calibrazione di modelli analitici e numerici per la valutazione della resistenza in elementi in muratura rinforzati con materiali FRP;
▪ Individuazione di procedure per la valutazione della vulnerabilità di edifici in muratura;
▪ Report sui risultati delle prove svolte.</td><td>36 – cartaceo</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	Task	Citazione
	Task 3.1	1. *Pecce M., Ceroni F., Prota A., Manfredi G. (2006): Response Prediction of RC Beams Externally Bonded with Steel Reinforced Polymers, ASCE Journal of Composites for Construction, Vol. 10, No. 3, pp.195-203.* 2. *Ceroni F., Pecce M., Matthys S., Taerwe L. (2008): Bond tests on concrete elements with CFRP and anchorage systems, Composites: Part B, 3, pp. 429–441, Elsevier.* 3. *Ceroni F., Pecce M., Garofano A. (2009): Analisi sismica di un palazzo storico in muratura in Benevento, Atti del XIII Congresso Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Bologna, 28 Giugno-2 Luglio 2009, Italy, CD ROM* 4. *Ceroni F., Prota A. (2009): Case study: Seismic upgrade of a masonry bell tower by GFRP ties, ASCE Journal of Composite for Construction, Vol. 13, No. 3, pp. 188-197.* 5. *Ceroni F., Pecce M, Manfredi G. (2010): Modelling and Seismic Assessment of the Bell Tower of Santa Maria del Carmine: problems and solutions, Journal of Earthquake Engineering, 14: 1, pp. 30-56.*

Scheda UR – UNINA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNINA-DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel. 0817683719, Fax. 0817683719…</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Alessandro Baratta</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Alessandro Baratta</td><td>Professore Ordinario</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Ottavia Corbi</td><td>Professore Associato</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Ileana Corbi</td><td>Ricercatore</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1
Investigazione analitica degli effetti di scala su strutture murarie a tipologia monumentale.
Investigazione analitica degli effetti di scala su strutture murarie a tipologia monumentale consolidate con compositi fibro-rinforzati.
Analisi statica e/o dinamica per la investigazione analitico-numerica e/o sperimentale di strutture murarie ad arco o volta.
Analisi statica e/o dinamica per la investigazione analitico-numerica e/o sperimentale di strutture murarie ad arco o volta consolidate con compositi fibro-rinforzati.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>1. Riflessi normativi dell’effetto di scala sulla vulnerabilità sismica delle costruzioni murarie a tipologia monumentale, consolidate o non con compositi fibro-rinforzati.
2. Metodi di analisi di strutture murarie voltate con o senza rinforzo FRP.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td colspan="2">1. Baratta A.,Corbi O. (2006): Frp composite reinforcements on masonry vaults: effectiveness and reliability, In: A. Mirmiran & A. Nanni Eds. "Composites in Civil Engineering" International Institute for FRP in Constructions, pp. 367-370, Miami, Florida, USA, ISBN: 0-615-13586-2
2. Baratta A., Corbi I. (2006): On the reinforcement of masonry walls by means of FRP provisions, In: A. Mirmiran & A. Nanni Eds. "Composites in Civil Engineering" International Institute for FRP in Constructions, pp. 371-374, Miami, Florida, USA, ISBN: 0-615-13586-2
3. Baratta A., Corbi I., Corbi O. (2007): Laboratory tests and mechanical models for the validation of FRP reinforcement of masonry structures. Proc. ICCEM13, Alexandroupolis, Grecia, Luglio 2007, Paper n. 479, pp. 8.
4. Baratta A., Corbi I.: Interventi di Rinforzo su Pannelli Murari: Confronto Numerico e Sperimentale. In: C. Faella, G. Manfredi, V. Piluso, R. Realfonzo Eds, “Materiali ed Approcci Innovativi per il Progetto in Zona Sismica e la Mitigazione della Vulnerabilità delle Strutture”, pp. 305-312, Polimetrica Int. Sci. Publ.,, Milano, 2007, ISBN: 978-88-7699-065-6.
5. Baratta A., Corbi I., Corbi O. (2008): “Stress Analysis of Masonry Structures: Arches, Walls, and Vaults“. In “Structural Analysis of Historic Constructions: Preserving Safety and Significance”. D’Alaya and E. Fodde Eds. Balkema Book, CRC Press, 2008 Taylor & Francis Group: 321-329.</td></tr>
</table>

Scheda UR - UNIBO

Affiliazione principale	*UR – UNIBO – DICAM, Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali, Viale Risorgimento 2, 40136 BOLOGNA*		
Sede amministrativa	*Dipartimento DICAM, Università di Bologna, Viale Risorgimento 2, 40136 BOLOGNA tel. +39 051 2093237 - fax +39 051 2093253*		
Coordinatore dell'unità	*Andrea Benedetti*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Andrea Benedetti	Professore	DICAM
	Federica Marani	Dottorando	DICAM
	Francesco Mazzai	Dottorando	DICAM
	Luca Pelà	Assegnista	DICAM
	(da definire)	Borsista	DICAM
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	3	3.1	

Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task:

Task 3.1

1. *Selezione dei casi studio di archi, volte e cupole, a partire da una collezione di edifici esistenti in muratura di tipo monumentale.*
2. *Valutazione dei parametri meccanici ed elenco delle possibili forme di rinforzo mediante materiali compositi.*
3. *Stima del coefficiente di sicurezza statico e sismico mediante analisi manuali e numeriche tipiche della pratica professionale.*
4. *Confronto della prestazione dei differenti sistemi di rinforzo.*
5. *predisposizione di modelli in scala sui quali testare le valutazioni preliminari svolte per via numerica.*
6. *analisi delle prove sperimentali mediante modelli numerici non lineari*
7. *Miglioramenti specifici delle differenti tecniche di rinforzo e messa a punto di modelli semplificati di previsione.*
8. *Ripetizione delle valutazioni utilizzando il procedimento messo a punto e redazione delle linee guida.*
9. *Partecipazione alle riunioni per mutuare le modalità di valutazione degli interventi con materiali a matrice inorganica e con dispositivi di ancoraggio.*

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task 3.1**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
		Classificazione dei sistemi di rinforzo per archi, volte e cupole	*36 – Cartaceo*
		Espressioni per il dimensionamento degli interventi e criteri per l'analisi numerica	*18 - Cartaceo*
		Linee guida per la valutazione di strutture curve in muratura rinforzate con materiali compositi	
		Criteri per la modellazione di sistemi di ancoraggio meccanico nel caso di strutture curve.	

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste:	Task	Citazione
	3.1	*1.L. Pelà, A. Aprile, A. Benedetti. (2009). Seismic assessment of masonry arch bridges. ENGINEERING STRUCTURES. vol. 31, pp. 1777 – 1788* *Intervento di restauro conservativo e miglioramento strutturale del teatro Comunale "Ebe Stignani" di Imola. INARCOS. vol. LXIV, 698, pp. 233 - 242* *1.L. Pelà, M. Cervera, A. Benedetti. (2008). An orthotropic Damage Model for the Analysis of Masonry Structures. A cura di SINHA B., TANACAN L. Proceedings of the ISSM 08. Istanbul. November 5-7 2008. (pp. 175 - 182).* *Benedetti A., Steli E. (2008). Analytical models for shear–displacement curves of unreinforced and FRP reinforced masonry panels. CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS. vol. 22, pp. 175 – 185.*

Scheda UR - UNIFI

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIFI-DIPARTIMENTO DI COSTRUZIONI, piazza F. Brunelleschi, 6 – 50121 FIRENZE</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di COSTRUZIONI, Università degli Studi di Firenze, Piazza Brunelleschi 6, 50121, Firenze, Tel. 0552757892, Fax. 055212083</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Silvia Briccoli Bati</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Silvia Briccoli Bati</td><td>Professore ordinario</td><td>Dipartimento di Costruzioni</td></tr>
<tr><td>Giovanna Ranocchiai</td><td>Ricercatore</td><td>Dipartimento di Costruzioni</td></tr>
<tr><td>Mario Fagone</td><td>Ricercatore</td><td>Dipartimento di Costruzioni</td></tr>
<tr><td>Tommaso Rotunno</td><td>Ricercatore</td><td>Dipartimento di Costruzioni</td></tr>
<tr><td>(da definire)</td><td>Professionista</td><td>Dipartimento di Costruzioni</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT 2 – L3</td><td colspan="2">3.1</td></tr>
<tr><td>AT 1 – L1</td><td colspan="2">1.1</td></tr>
<tr><td>AT 2 – L1</td><td colspan="2">1.3</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1
Individuazione dei diversi comportamenti strutturali di sistemi voltati in funzione delle tecniche costruttive messe in atto. Selezione di casi più significativi.

Individuazione di idonee strategie di rinforzo con diversi materiali compositi. Definizione dei tipi di rinforzo più idonei in vista di interventi ottimali dal punto di vista dell’innalzamento della capacità portante, della compatibilità, della riduzione della invasività e dell’economia generale delle operazioni di rinforzo.

Si prevedono prove statiche su modelli in scala di elementi archi, volte a botte, volte a crociera e pannelli in muratura di laterizi e pietra con diverse tipologie di rinforzo; prove su tavola vibrante su modelli elementi strutturali. Le prove si svolgeranno presso il laboratorio del Dipartimento di Costruzioni della Università degli Studi di Firenze

Sviluppo e predisposizione di modelli predittivi del comportamento di strutture voltate rinforzate con diversi materiali compositi.

Task 1.1:
1. Individuazione dei diversi comportamenti strutturali di sistemi voltati utilizzati come orizzontamenti negli edifici dei centri storici e monumentali in funzione delle tecniche costruttive tipiche di ciascuna delle diverse realtà costruttive presenti sul territorio nazionale.

2. Valutazione del rischio sismico e degli interventi di adeguamento del patrimonio edilizio tradizionale.

Task 1.3:
1. Nuove costruzioni voltate in muratura, criteri e regole di progettazione antisismica.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Classificazione dei sistemi di rinforzo per archi, volte e cupole in muratura di mattoni e pietra. Espressioni per il dimensionamento degli interventi di rinforzo. Linee guida per gli interventi</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
</table>

		di rinforzo sulle strutture voltate.	
	Task 1.1	*Classificazione dei sistemi voltati reperibili sul territorio nazionale.*	*36 - Cartaceo*
	Task 1.3	*Linee guida per la progettazione di orizzontamenti costituiti da sistemi voltati.*	*36 - Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 3.1	1. Briccoli Bati S. Rovero L. Rotunno T. Tonietti U., "Experimental study on CFRP-brick bonded joints" International Conference on Mechanics of Composite Materials, Riga, Latvia Giugno 2006 2. Briccoli Bati S., Rovero L.e Tonietti U., "Adhesion Problems Between Frp Reinforcement And Masonry Support In Existing Building Strengthening", 13th International Conference on Experimental Mechanics (ICEM13), Alexandroupolis, Greece, July 1-6, 2007, pp . 3. Briccoli Bati S., Rovero L., Tonietti U., "Adesione fra blocchi in laterizio e rinforzo in CFRP" Materiali ed Approcci Innovativi per il Progetto in Zona Sismica e la Mitigazione della Vulnerabilità delle Strutture, Università degli Studi di Salerno – Consorzio ReLUIS, 12-13 Febbraio 2007, pp.213-220. 4. Briccoli Bati S., Rovero L., "Modelli di arco rinforzati con materiali compositi" Materiali ed Approcci Innovativi per il Progetto in Zona Sismica e la Mitigazione della Vulnerabilità delle Strutture, Università degli Studi di Salerno – Consorzio ReLUIS, 12-13 Febbraio 2007, pp. 271-278. 5. Briccoli Bati S., Rotunno T., Soraci A., "Indagine sperimentale sul comportamento strutturale di archi in muratura rinforzati con SRP e SRG", Atti del Workshop Wondermasonry 2007, Workshop on design for rehabilitation of masonry structures. Pagg. 441-451Edizioni Polistampa ISBN 978-88-596-0535-5 6. Briccoli Bati S., Rovero L., Tonietti U., "Strengthening Masonry Arches with Composite Materials". Journal of Composites for Construction. vol. 11 N.1, 2007 ISSN: 1090-0268, pp 33-41. 7. Briccoli Bati S., Fagone M., "Caratterizzazione della modalità di rottura di elementi in laterizio fibrorinforzati: tests sperimentali e simulazioni numeriche; Materiali e Metodi Innovativi nell'Ingegneria Strutturale, Convegno in onore di Antonio La Tegola Catania 4-6 luglio 2007. Aracne Editrice 2009. Roma pp.363-372 8. Alecci V., Briccoli Bati S., Ranocchiai G., "Study of brickwork columns confined with CFRP composite". Journal of Composites for Construction 2009 9. Briccoli Bati S., Rovero L., "Towards a methodology for estimating strength and collapse mechanism in masonry arches strengthened with Fibre Reinforced Polymer applied on external surfaces Materials and Structures (2008) 41:pp1291-1306. DOI10.1617/s11527-007-9328-8. 10. Briccoli Bati S., Fagone M., "Lunghezza ottimale di ancoraggio per rinforzi in FRP su elementi in laterizio" in Valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di edifici esistenti in cemento armato. Editors E. Cosenza,G. Manfredi, G. Monti Polimetrica International Scientific Publisher. 2008 pp493-500 11. Briccoli Bati S., M. Fagone. (2008). Optimum bonding length for FRP reinforcements in masonry. COMPOSITI.	

		vol. 10, pp. 26-31. 12. Briccoli Bati S., M. Fagone. (2008). Analisi e caratterizzazione meccanica della modalità di rottura di rinforzi in CFRP su elementi in laterizio. XVII Convegno Italiano di Meccanica Computazionale. Alghero. 10-12 settembre. (pp. 1-4). 13. S. Briccoli Bati; T. Rotunno; (2009). Un metodo numerico per il calcolo del carico dicollasso di archi in muratura rinforzati con FRP. Ischia 8-10 Settembre 2009. I 14. V. Alecci, S. Briccoli Bati, G. Ranocchiai (2009). Study of brick masonry columns confined with CFRP composite. JOURNAL OF COMPOSITES FOR CONSTRUCTION, 179 - 187, Vol. 13, n. 3
	Task 1.1	1. Briccoli Bati S., Rapallini M., Tralli A., "Sul comportamento di volte cilindriche fibrorinforzate in presenza di cedimenti delle imposte di segno alterno", Atti del Convegno Nazionale Meccanica delle strutture in muratura rinforzate con FRP – materials: modellazione, sperimentazione, progetto, controllo. Edizioni Libreria CORTINA Padova, 2000, pagg. 65-74. 2. Briccoli Bati S., Rotunno T., "A composite material in glass-fiber and cement-matrix (GFRCM) for masonry reinforcement", Proc. of the Fifth Int. Symposium on Computer Methods in Structural Masonry-5, 18-21 Aprile 2001 Roma. Edited by T. G. Hughes G. N. Pande, C&G Computer&Geotechnics LTDB. 2001, pagg. 181-189. 3. Briccoli Bati S., Rapallini M., Tralli A., "Srengthening of masonry vaulted structures using FRP overlais", ARCH'01 *Proc. Troisième Conférence Internationale sur les Ponts en Arc*, Parigi, 2001, pagg. 289-294.
	Task 1.3	1. Briccoli Bati S., Feletti I., Rapallini M., Ranocchiai G., Rovero L., "Costruzioni voltate in muratura: indagine teorico sperimentale su prototipi di volte a crociera da impiegare nella ricostruzione dei centri antichi vulnerati dai recenti sismi" Libreria Alfani Editrice, Firenze 2002, pp. 41-107.

Scheda UR - UNICAS

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNICAS-DiMSAT, Università degli Studi di Cassino</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Meccanica, Strutture, Ambiente e Territorio (DiMSAT), Università degli Studi di Cassino, via G. Di Biasio 43, 03043, Cassino, Tel. 0776.2993648, Fax. 0776.2993392</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Elio SACCO</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Elio Sacco</td><td>Professore Ordinario</td><td>DiMSAT</td></tr>
<tr><td>Raimondo Luciano</td><td>Professore Ordinario</td><td>DiMSAT</td></tr>
<tr><td>Sonia Marfia</td><td>Professore Associato</td><td>DiMSAT</td></tr>
<tr><td>Maura Imbimbo</td><td>Professore Associato</td><td>DiMSAT</td></tr>
<tr><td>Alessandro Rasulo</td><td>Ricercatore</td><td>DiMSAT</td></tr>
<tr><td>Andrea Caporale</td><td>Ricercatore</td><td>DiMSAT</td></tr>
<tr><td>Ernesto Grande</td><td>Assegnista di Ricerca</td><td>DiMSAT</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.3.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2.3.1
1. Indagine, determinazione e definizione degli aspetti peculiari relativi alle problematiche della modellazione strutturale di costruzioni in muratura rinforzati con materiali innovativi.

2. Sviluppo di modelli per la valutazione del grado di sicurezza di costruzioni murarie rinforzate e non nei confronti delle azioni sismiche.

3. Implementazione in codici calcolo automatico di modelli numerici che simulino il comportamento delle costruzioni in muratura rinforzate con materiali innovativi soggette ad azioni sismiche, valutandone il grado di sicurezza.

La presente proposta di ricerca che ha come obiettivo principale lo sviluppo di codici di calcolo di supporto ai progettisti sia nella fase di verifica sismica degli edifici esistenti in muratura sia nella fase di progettazione di interventi di rinforzo basati sull’utilizzo di materiali innovativi. In particolare, alla luce delle evidenze sperimentali nonché delle indicazioni contenute nei recenti documenti normativi, tra i quali il documento CNR-DT200, tramite il codice di calcolo sviluppato sarà possibile eseguire una modellazione tridimensionale in campo non lineare della struttura volta ad evidenziare sia i meccanismi di collasso nel piano sia i meccanismi di collasso fuori del piano fornendo al progettista informazioni circa le criticità locali della struttura nonché il livello di vulnerabilità sismica globale. Nel codice di calcolo saranno implementate differenti tipologie di rinforzo, ovvero basate sia sui diversi materiali FRP sia sui differenti sistemi di rinforzo attualmente presenti in commercio. In tale ambito, particolare attenzione sarà rivolta alla modellazione del meccanismo di interazione tra rinforzo FRP e supporto in muratura fornendo la possibilità di selezionare sia modelli semplificati, utili in una fase preliminare di progettazione del sistema di rinforzo, sia modelli più accurati in grado di tener conto dell’evoluzione del processo di de-coesione del sistema di rinforzo sulla risposta globale della struttura rinforzata. Tale aspetto rappresenta uno dei punti fondamentali su cui sarà incentrata una parte significativa della presente attività di ricerca.</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 2.3.1	*Modelli e codici di calcolo strutturale per interventi di adeguamento sismico per edifici in muratura*	*36 – Software*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 2.3.1	*E. Sacco A nonlinear homogenization procedure for periodic masonry. European Journal Of Mechanics. A, Solids, Vol. 28; pp. 209-222, 2009.* *S. Marfia, M. Ricamato, E. Sacco, Stress Analysis of Reinforced Masonry Arches. International Journal for Computational Methods in Engineering Science and Mechanics, Vol. 9, pp. 77 - 90, 2008.* *E. Grande, G. Milani, E. Sacco, Modelling and analysis of FRP-strengthened masonry panels. Engineering Structures, Vol. 30, pp. 1842-1860, 2008* *A.Caporale ; R. Luciano ; L. Rosati Limit analysis of masonry arches with externally bonded FRP reinforcements. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Vol. 196, pp. 247-260, 2006.* *A. Benedetti, E. Sacco Il rinforzo delle strutture murarie con FRP. Building and Construction for Engineers L'Edilizia, Vol. 139, pp. 52-61, 2005.*	

Scheda UR - UNINA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNINA-DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel. 081 768 3723, Fax. 081 768 3333,</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Luciano Rosati</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Luciano Rosati</td><td>Professore Ordinario</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Francesco Marmo</td><td>Borsista</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Salvatore Sessa</td><td>Dottore di Ricerca</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1
Sviluppo di tecniche fiber-free per l’analisi non lineare di strutture realizzate con calcestruzzi ad alta resistenza

Modellazione del comportamento non lineare di nuclei in cemento armato ed elaborazione di proposte prenormative di verifica.

Si prevedono prove numeriche per lo sviluppo e la validazione di algoritmi non lineari, con la tecnica fiber-free, per lo studio del comportamento costitutivo di calcestruzzi ad alta resistenza nonché per il proporzionamento e la verifica di nuclei in c.a. in termini di resistenza e duttilità.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Validazione di algoritmi di calcolo</td><td>36 – Software</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td colspan="2">1. Valoroso N., R. Serpieri, L. Rosati, Modelling and analysis of RC shear walls: stress resultants vs layered approach. Atti del XVIII Congresso Nazionale dell'Associazione Italiana di Meccanica Teorica ed Applicata - AIMETA '07 - Brescia, 11-14 settembre 2007.
2. L. Rosati, F. Marmo, R. Serpieri, “Enhanced solution strategies for the ultimate strength analysis of composite steel-concrete sections subject to axial force and biaxial bending”, Comput. Methods Appl. Mech. Engrg., 197, 1033–1055, (2008).
3. Marmo, L. Rosati, S. Sessa. Exact integration of uniaxial elasto-plastic laws for nonlinear structural analysis. Seismic Engineering International Conference commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake (MERCEA'08), 08-11 luglio 2008</td></tr>
</table>

Scheda UR - UNISA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNISA, Università degli Studi di Salerno</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Dipartimento di Ingegneria Civile (DICIV), Universita' degli Studi di Salerno, Via Pknte Don Melillo 1, 84084, Fisciano, Salerno, Tel. 089 964044, Fax: 089 964045</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Fernando Fraternali</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Fernando Fraternali</td><td>Professore Associato</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Luigi Ascione</td><td>Professore Ordinario</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Rossella Del Regno</td><td>Dottorando</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Silvia Concilio</td><td>Dottorando</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1
1. Formulazione di algoritmi numerici per l’analisi in campo elastico di strutture in muratura piane (pareti murarie, strutture miste) rinforzate con elementi in FRP e materiali compositi di tipo innovativo;

2. Formulazione di algoritmi numerici per l’analisi in campo elastico di strutture in muratura curve (volte e cupole) rinforzate con elementi in FRP e materiali compositi di tipo innovativo.

Si prevede l’utilizzo di approcci alle distorsioni (del tipo “eigenfracture”) e di metodi alle tensioni concentrate (del tipo “lumped stress method” e “thrust network approach”) per la verifica di stabilità della struttura muraria rinforzata sotto azioni sismiche e la previsione dei corrispondenti quadri fessurativo e di danneggiamento strutturale. Saranno svolte analisi comparative tra diverse tipologie di rinforzo al fine di valutarne l’affidabilità e la versatilità in campo tecnico. Si prevede l’impiego di metodi di analisi sia statici che dinamici.

Task 3.2:
1. Formulazione di algoritmi numerici per l’analisi allo stato limite ultimo di strutture in muratura piane (pareti murarie, strutture miste) rinforzate con elementi in FRP e materiali compositi di tipo innovativo;

2. Formulazione di algoritmi numerici per l’analisi allo stato limite ultimo di strutture in muratura curve (volte e cupole) rinforzate con elementi in FRP e materiali compositi di tipo innovativo.

Sarà svolto uno studio sull’analisi limite delle strutture murarie rinforzate mediante materiali compositi fibro-rinforzati (FRP) e di tipo innovativo (film in nanotubi di carbonio, compositi inglobanti materiali da riciclo, materiali biocompatibili, ecc.), ricercando stime ottimali del carico di collasso di complessi murari del tipo a volta o a pareti multipiano con aperture. Verranno studiati parallelamente i corrispondenti meccanismi di collasso. Si descriverà il possibile distacco dei rinforzi introducendo opportuni legami d’interfaccia con resistenza finita a trazione ed a taglio. Si valuteranno gli effetti prodotti sulla capacità portante della struttura da fenomeni di distacco all’interfaccia dei rinforzi e dal “ripping” della muratura. Saranno impiegati metodi di approssimazione del comportamento strutturale del tipo a mesh variabile e strategie evolutive per l’ottimizzazione di forma della struttura rinforzata.</td></tr>
<tr><td>Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td colspan="3"><table><tr><th>Task</th><th>Descrizione</th><th>Mese di consegna e formato</th></tr><tr><td>Task 3.1</td><td>Sviluppo di algoritmi e codici di calcolo per l’analisi in campo elastico di strutture in muratura rinforzate</td><td>18 – Cartaceo/Software</td></tr></table></td></tr>
</table>

	Task 3.2	*Sviluppo di algoritmi e codici di calcolo per l'analisi allo stato limite ultimo di strutture in muratura rinforzate*	*36 – Cartaceo/Software*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**
	Task 3.1	1. *SCHMIDT B, FRATERNALI F., ORTIZ M (2009). Eigenfracture: An Eigendeformation Approach to Variational Fracture. MULTISCALE MODELING & SIMULATION, vol. 7 (3); p. 1237-1266, ISSN: 1540-3459, doi: 10.1137/080712568.* 2. *FRATERNALI F., FEO L, ASCIONE L (2009). Fracture Behavior of FRP-Reinforced Masonry Structures. In: Mechanics of masonry structures strengthened with composite materials. Modeling, testing, design, control. Venezia, Italy, April 1-3, 2009, p. 292-299, ISBN/ISSN: ISBN 88-371-1771-X.* 3. *FRATERNALI F. (2007). Free discontinuity finite element models in two-dimensions for in-plane crack problems. THEORETICAL AND APPLIED FRACTURE MECHANICS, vol. 47; p. 274-282, ISSN: 0167-8442, doi: 10.1016/j.tafmec.2007.01.006.* 4. *FRATERNALI F. (2003). UN APPROCCIO NUMERICO ALLE TENSIONI PER I SOLIDI MURARI PIANI. In: AIMETA '03, September 9-12, 2003, Ferrara, Italy, vol. CD-Rom Proceedings.* 5. *FRATERNALI F. (2003). FORMULAZIONE VARIAZIONALE DEL PROBLEMA DI EQUILIBRIO DI SOLIDI ELASTICI NON REAGENTI A TRAZIONE. In: AIAS '03, September 3-6, 2003, Salerno, Italy, vol. CD-ROM Proceedings.*
	Task 3.2	1. *FRATERNALI F., MARINO A, ELSAYED T, DELLA CIOPPA A (in stampa). Structural Shape Optimization via Variational Methods and Evolutionary Algorithms. MECHANICS OF ADVANCED MATERIALS AND STRUCTURES, ISSN: 1537-6494.* 2. *FRATERNALI F., ASCIONE L., FEO L. (2005). LOAD CARRYING CAPACITY OF 2D FRP/STRENGTHENED MASONRY STRUCTURES. COMPOSITES. PART B, ENGINEERING, vol. 36; p. 619-626, ISSN: 1359-8368.* 3. *FRATERNALI F., ASCIONE L, FEO L (2004). LIMIT ANALYSIS OF COMPOSITE REINFORCED MASONRY WALLS. In: G.C. SIH AND G. NOBILE EDS. RRRTEA '04, Restoration, Recycling and Rejuvenation Technology for Engineering and Architecture Application. p. 351-357, , ISBN/ISSN: 88-7999-765-3.*

Scheda UR - UNINA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNINA-DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel. 081-7683811, Fax. 081-7683811</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Andrea Prota</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Gaetano Manfredi</td><td>Professore Ordinario</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Andrea Prota</td><td>Ricercatore</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Marco Di Ludovico</td><td>Ricercatore</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Gian Piero Lignola</td><td>Ricercatore</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td>Task</td><td>Mesi Uomo UR nel Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td>3.1</td><td>7</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1
3.1.B

Consolidamento di strutture in c.a.: efficacia del confinamento per insufficiente sovrapposizione e/o svergolamento di barre longitudinali, interventi locali su nodi non confinati

Si prevedono prove su sottoassemblaggi strutturali rappresentati da nodi trave-pilastro non confinati. I nodi, progettati in maniera da rappresentare la geometria e l’armatura tipica dell’edilizia degli anni 60-70, saranno sottoposti a prove monotone e cicliche volte alla valutazione della capacità di tali zone critiche. Dopo aver sottoposto i nodi a deformazioni cicliche paragonabili a quelle indotte da sismi di forte intensità, si procederà al rinforzo degli stessi mediante materiali compositi. In particolare, si valuterà l’incremento di capacità indotto dall’applicazione di tessuto quadriassiale nella zona di pannello nodale e di tessuto uniassiale alle estremità dei pilastri. I risultati sperimentali sui nodi non rinforzati e rinforzati saranno comparati e interpretati anche mediante il confronto con analisi FEM.
Si prevedono inoltre prove mirate alla valutazione dell’efficacia dei materiali compositi per migliorare l’efficienza di giunzioni caratterizzate da lunghezza di sovrapposizione delle barre longitudinali insufficiente e/o dettagli di ancoraggio non conformi alle attuali prescrizioni sismiche. A tal fine saranno condotte prove sperimentali su sottoassemblaggi colonna-plinto di fondazione in cui i dettagli costruttivi rivestono un ruolo fondamentale nello sviluppo dei meccanismi di resistenza e deformabilità. I provini nella configurazione non rinforzata e rinforzata mediante fasciatura in composito saranno sottoposti a prove con sforzo normale costante tipicamente riscontrabile negli edifici esistenti ed azioni orizzontali monotone e cicliche. I dati sperimentali saranno confrontati con formulazioni previsionali della capacità rotazionale presenti nelle vigenti norme sismiche.
Le prove si svolgeranno presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Strutturale Università degli Studi di Napoli Federico II.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Rapporto sui risultati sperimentali e proposte di formule di progetto per:
a) confinamento finalizzato a sanare insufficiente lunghezza di sovrapposizione;
b) confinamento finalizzato a prevenire lo svergolamento di barre longitudinali;
c) formule per il progetto di interventi locali su nodi non confinati</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
</table>

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	Task	Citazione
	Task 3.1	1. *Prota A., Nanni A., Manfredi G., and Cosenza E. (2004). Selective Upgrade of Underdesigned Reinforced Concrete Beam-Column Joints Using Carbon Fiber Reinforced Polymers.* ACI Structural Journal, *Vol. 101, No. 5, pp. 669-707*. 2. *Di Ludovico M., Prota A., Manfredi G., and Cosenza E. (2008). Seismic Strengthening of an Under-designed RC Structure with FRP.* Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol. 37, pp. 141-162. ISSN: 0098-8847* 3. *Di Ludovico M., Balsamo A., Prota A., and Manfredi G. (2008). Comparative Assessment of Seismic rehabilitation Techniques on a Full Scale 3-Story RC Moment Frame Structure,* Structural Engineering and Mechanics*, Vol. 28,No. 6, pp. 727-747. ISSN: 1225-4568.* 4. *Prota A., Manfredi G., Monti G., Di Ludovico M., and Lignola G.P. (2009). Retrofitting of Existing RC Buildings with FRP.* Proceedings of Eurocode 8 Perspectives from the Italian Standpoint Workshop, pp. 159-169. Paper ID: 13_EC8. ISBN 978-88-89972-16-8 5. *Manfredi G., Verderame G.M., and Lignola G.P. (2008). A F.E.M. Model For The Evaluation Of The Seismic Behavior Of Internal Joints In Reinforced Concrete Frames.* In proceedings “14th World Conference on Earthquake Engineering”. Beijing, Cina,. Paper ID:05-01-0189

Scheda UR - UNIROMA

Affiliazione principale	*UR – UNIROMA1-DISG, Sapienza, Università di Roma*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica (DISG), Sapienza, Università di Roma, via Antonio Gramsci 53, 00197, Roma, Tel. 0649919197, Fax. 0649919192*		
Coordinatore dell'unità	*Giorgio Monti*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Giorgio Monti	P.O.	DISG
	Marc'Antonio Liotta	R.U.	DISG
	Vincenzo Bianco	A.R.	DISG
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	AT-2, Linea 3	Task 3.1	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task	**Task AT-2.3.1:** *Metodi ed equazioni di progetto per l'impiego di FRP pre-tesi per il rinforzo a flessione di elementi in c.a., utilizzabili in maniera agevole nel mondo professionale.* *Il metodo si fonda sul concetto di precompressione, il cui rinforzo post-teso è costituito dagli FRP esternamente adesi.* *Mediante un macchinario è possibile applicare gli FRP per il rinforzo strutturale in maniera che siano sia pre-tesi che esternamente adesi, in maniera da beneficiare sia dello stato tensionale coattivo che della completa congruenza di deformazioni tra cls ed FRP in tutte le sezioni rinforzate dell'elemento.* *La formulazione di una procedura basata su pochi parametri geometrici e meccanici agevole da ripercorrere anche da parte dei professionisti che opereranno sul campo* *Si prevedono 6 prove su elementi in c.a., con diversi livelli di pretensione nel rinforzo in FRP, per validarne l'efficacia in deformabilità e resistenza*		

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task AT-2.3.1	*Metodo di rinforzo strutturale di elementi in c.a. mediante l'uso di FRP pre-tesi.*	*36 – Cartaceo*
	Task AT-2.3.1	*Procedura ed esempio di calcolo con equazioni di progetto di agevole uso professionale.*	*36 – Cartaceo, software*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**
	Task AT-2.3.1	1. LIOTTA M.A., MONTI G (2006). FRP-strengthening in shear: tests and design equations. CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS, vol. 21; p. 799-809, ISSN: 0950-0618 2. MENEGOTTO M, MONTI G, LIOTTA M.A. (2008). Modelling shear mechanisms in FRP-strengthened r/c beams. In: AMCM 2008 - Analytical Models and New Concepts in Concrete and Masonry Structures, AMCM'2008. Lodz, Poland, 9-11 June, LODZ 3. MONTI G, LIOTTA M.A. (2007). Pretension of externally bonded FRP fabrics for flexural reinforcement of RC beams: methods and design equations. In: Asia-Pacific Conference on FRP in Structures (APFIS 2007). Hong Kong, 12-14 Dicembre 4. MONTI G, LIOTTA M.A. (2007). Methods and design equations for flexural reinforcement of RC beams with pre-tensioned externally bonded FRP sheets. In: Workshop Materiali ed Approcci Innovativi per Progetto in Zona Sismica e Mitigazione della Vulnerabilità. Salerno, 12-13 Febbraio 5. BIANCO V, BARROS J.A.O, MONTI G. (2007). Shear Strengthening of RC beams by means of NSM CFRP strips: a proposal for modeling debonding. GUIMARÃES: School Eng. University of Minho

Scheda UR - UNILE

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UNILE - UNIVERSITÁ DEL SALENTO (LECCE)</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria dell’Innovazione (DII), via per Monteroni 73100 Lecce fax. +39 0832 297733</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Maria Antonietta AIELLO</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Maria Antonietta AIELLO</td><td>Prof. Associato</td><td>DII</td></tr>
<tr><td>Francesco MICELLI</td><td>Ricercatore</td><td>DII</td></tr>
<tr><td>Marianovella LEONE</td><td>Ricercatore</td><td>DII</td></tr>
<tr><td>Carla CONTE</td><td>Dottorando</td><td>DII</td></tr>
<tr><td>Pier Silvio MARSEGLIA</td><td>Dottorando</td><td>DII</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td>Task</td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>3.1</td><td></td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1
1. Impiego di materiali compositi fibrosi a matrice polimerica e cementizia per il miglioramento della risposta strutturale di elementi murari dell’edilizia storica e residenziale.

2. Messa a punto di una prova per la misura dell’aderenza tra substrato lapideo e materiali compositi non convenzionali.

Presso il Dipartimento di Ingegneria dell’Innovazione dell’Università del Salento saranno progettate e realizzate prove sperimentali per l’analisi della risposta strutturale di elementi murari soggetti a compressione (colonne) e a sforzo di taglio (pannelli murari) rinforzati con materiali innovativi non convenzionali. In particolare, le prove sperimentali hanno come obiettivo la valutazione dell’influenza del rinforzo considerando sia diverse tipologie di fibre (fibre di basalto, metalliche ecc.) e di matrice (cementizia, cementizia fibrorinforzata ecc.) sia diverse configurazioni (rinforzo continuo, discontinuo, griglia ortogonale, strisce diagonali ecc.) dello stesso. I risultati sperimentali, confrontati con quelli derivanti da prove simili su provini non rinforzati o rinforzati con FRP (Fiber Reinforced Polymer) permetteranno di analizzare l’efficacia del sistema di rinforzo.

L’unità di ricerca si occuperà, inoltre, della valutazione sperimentale dell’aderenza tra muratura e rinforzi non convenzionali considerando, anche in questo caso, fibre di basalto e metalliche e matrice cementizie fibrorinforzate e non. Nella fattispecie, i risultati ottenuti confrontati con quelli derivanti da prove di aderenza tra muratura ed FRP si pongono l’obiettivo di perfezionare le modalità di caratterizzazione del legame di aderenza individuando un’adeguata procedura sperimentale.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Sviluppo di nuovi sistemi di rinforzo per il miglioramento del comportamento locale di elementi in muratura</td><td>cartaceo</td></tr>
<tr><td></td><td>Caratterizzazione del legame di aderenza tra muratura e rinforzi non convenzionali</td><td>cartaceo</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

	Task	Citazione
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	*Task 3.1*	1. *Aiello M.A., Micelli F., Valente L. (2007), "Structural upgrading of masonry columns by using composite reinforcements" ASCE Journal of Composites for Construction, Vol.11, N.6, pp.650-658.* 2. *Aiello M.A., Micelli F., Valente L. (2009), "FRP Confinement of Square Masonry Columns" ASCE Journal of Composites for Construction, Vol.13, N.2, pp.148-158.* 3. *M.A. Aiello, M. Leone, L. Bonfantini, "Influence of the substrate on bond between EBR and concrete" Proceeding of the 4th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering, CICE 2008 - 22-24 July 2008, Zurich, Switzerland. CD-rom* 4. *Cancelli N., Aiello M.A., Casadei P., "Experimental Investigation on Bond Properties of SRP/SRG Masonry System" Proceedings of the 8th International Symposium on Fiber-Reinforced Polymer Reinforcement for Concrete Structures, FRPRCS-8, Patras, Greece, July 16-18, 2007.* 5. *Aiello M.A. and Sciolti M.S.,"Analysis of Bond Performance between FRP Sheets and Calcarenite Stones under Service and Ultimate Conditions" Masonry International, Spring 2008, Vol. 21, No. 1, ISSN 0950-2289, pp.15-28*

Scheda UR - UNICAL

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNICAL, Università della Calabria</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Strutture, Università della Calabria, via Pietro Bucci – cubo 39B, 87036, Rende (CS), Tel. 0984 494047, Fax. 0984 494045</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">prof. Renato S. Olivito</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Renato S. Olivito</td><td>Prof. Ordinario</td><td>Dip. Strutture</td></tr>
<tr><td>Giuseppe Spadea</td><td>Prof. Ordinario</td><td>Dip. Strutture</td></tr>
<tr><td>Luciano Ombres</td><td>Prof. Associato</td><td>Dip. Strutture</td></tr>
<tr><td>Francesca A. Zuccarello</td><td>Assegnista</td><td>Dip. Strutture</td></tr>
<tr><td>Assunta Venneri</td><td>Dottoranda</td><td>Dip. Strutture</td></tr>
<tr><td>Giulia Salatino</td><td>Dottoranda</td><td>Dip. Strutture</td></tr>
<tr><td>Antonio Carrozzini</td><td>Tecnico di Lab.</td><td>Dip. Strutture</td></tr>
<tr><td>Domenico Fuoco</td><td>Tecnico di Lab.</td><td>Dip. Strutture</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1
1. Esecuzione di prove di delaminazione su laterizi rinforzati con fibre naturali (juta, canapa, lino) per la valutazione dell’efficacia del rinforzo eseguito con materiali innovativi;
2. Realizzazione di macroelementi di muratura di laterizi pieni o pietrame e malta cementizia per l’esecuzione di prove di compressione uniassiale, compressione diagonale e taglio, con e senza l’applicazione di strisce di materiale composito in fibre naturali.
3. Modellazione del comportamento meccanico di elementi in muratura rinforzata soggetti a taglio. Valutazione dell’influenza dei sistemi di rinforzo sulla risposta strutturale di murature rinforzate.
Le prove di delaminazione saranno condotte su due mezzi mattoni pieni collegati tra loro solo attraverso due strisce di materiale composito in fibra naturale, incollate mediante malta cementizia e/o resina epossidica alle superfici dei laterizi, e sottoposti a prove di trazione uniassiale. In particolare, l’approccio sperimentale prevede l’utilizzo di una macchina elettromeccanica universale avente capacità di 100 kN, sulla quale verrà agganciato il dispositivo per la trazione dei provini. Sono previste dimensioni delle strisce variabili. Per il monitoraggio delle deformazioni esibite dalle strisce nel corso delle prove si farà ricorso all’uso di estensimetri elettrici applicati direttamente sul tessuto.
Le prove sui pannelli in muratura, infine, serviranno a valutare l’efficacia delle fibre come rinforzo nel campo del consolidamento strutturale. Il programma sperimentale si svolgerà presso il laboratorio del Dipartimento di Strutture dell’Università della Calabria.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR (</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Modalità di applicazione di sistemi non tradizionali su strutture murarie
Modelli per l’analisi di murature rinforzate con sistemi non tradizionali</td><td>36 – Software e cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td colspan="2">1. Olivito RS, Zuccarello FA, Prove di delaminazione su laterizi rinforzati con materiali compositi. Proceedings of the XXXVI Italian National Conference for the Analysis of Structures (AIAS-07), Ischia (NA), Italy, 2007.
2. Olivito RS, Zuccarello FA, Milani E, Tralli A, FRP</td></tr>
</table>

reinforced bricks: delamination tests. Proceedings of the 6th International Conference on Intelligent Processing and Manufacturing of Materials (IPMM 2007), Salerno (NA), Italy, 2007.

3. *Olivito R.S., Venneri A., Zuccarello F.A. (2009). An experimental equipment for delamination tests of FRP reinforced bricks. III Convegno Nazionale Meccanica delle Strutture in Muratura Rinforzate con Compositi (MURICO3), Venezia, Italia, 22-24 Aprile, 2009.*
4. *Olivito R.S., Zuccarello F.A. (2007). Quality control and monitoring of FRP applications to masonry structures. Rivista internazionale "Strain. An International Journal for Experimental Mechanics", Blackwell Publishing, Vol. 45 (4), 2009, pp. 340-348.*
5. *Ombres L. (2009). Prediction of the in-plane shear capacity of masonry walls strengthened with FRP sheets. . III Convegno Nazionale Meccanica delle Strutture in Muratura Rinforzate con Compositi (MURICO3), Venezia, Italia, 22-24 Aprile, 2009.*

Scheda UR - UNISA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNISA-DICIV, Università degli Studi di Salerno</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile (DICIV), Università degli Studi di Salerno, via Ponte don Melillo 15, 84084, Fisciano.</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Luciano Feo</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Luciano Feo</td><td>Professore associato</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Valentino Paolo Berardi</td><td>Ricercatore</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Geminiano Mancusi</td><td>Ricercatore</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Antonella Giordano</td><td>Assegnista di ricerca</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Anna D’Aponte</td><td>Assegnista di ricerca</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Valentina Cerenza</td><td>Dottorando di ricerca</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Saverio Spadea</td><td>Dottorando di ricerca</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Gianfranco Marra</td><td>Dottorando di ricerca</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Lyudmyla Sayenko</td><td>Dottorando di ricerca</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Rosa Penna</td><td>Coll.alla ricerca</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1
1. Studio delle diverse formulazioni teoriche e dei modelli meccanici attualmente disponibili in letteratura.
2. Preparazione e strumentazione dei prototipi di connessioni da sottoporre a prova; messa a punto del sistema di acquisizione dati; caratterizzazione meccanica dei materiali compositi costituenti i prototipi.
3. Esecuzione delle prove sperimentali sui collegamenti bullonati.
4. Formulazione di un approccio di tipo tecnico per il progetto e la verifica di collegamenti bullonati tra componenti strutturali di FRP.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Risultati di prove sperimentali e confronti con modelli numerici.</td><td>18 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Abachi di progetto/verifica dei collegamenti bullonati.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td colspan="2">1- ASCIONE F., FEO L., MACERI F., “An experimental investigation on the bearing failure load of glass fibre/epoxy laminates”. Composites Part B: Engineering, Vol. 40 , pp. 197-205, 2009.
2- ASCIONE F., FEO L., “Stress analysis of FRP composites bolted joints for civil engineering constructions”. Fifteenth Annual International Conference on Composites/Nano Engineering (ICCE-15), Haikou, China, 15-21 luglio 2007, (CD ROM Proceedings).
3- ASCIONE F., FEO L., “An experimental study on the bearing strength of GFRP laminates”, 8th. World Congress on Computational Mechanics (WCCM8), 5th. European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering (ECCOMAS 2008), Venezia, 30 giugno-5 luglio 2008.
4- ASCIONE F., FEO L., “The effects of fibre inclination angle and stacking sequence on the bearing load failure</td></tr>
</table>

of GFRP laminates". Sixteenth Annual International Conference on Composites/Nano Engineering (ICCE-16), Kunming, China, 20-26 luglio 2008, (CD ROM Proceedings).

5- *ASCIONE F., FEO L., MACERI F., "Risultati di un'indagine sperimentale sulla rottura per rifollamento di laminati compositi fibrorinforzati". XXXVII Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana per l'Analisi delle Sollecitazioni (AIAS 2008), Roma, 10-13 settembre 2008, (Atti su CD ROM).*

Scheda UR – UNIROMA2

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIROMA2-DICIV, Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile (DICIV), Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”, Via del Politecnico 1, ROMA, Tel. 06-72597090, Fax. 06-72597042</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Franco Maceri</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Franco Maceri</td><td>Professore Ordinario</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Paolo Bisegna</td><td>Professore Ordinario</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Giuseppe Vairo</td><td>Ricercatore</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Francesco Ascione</td><td>Dottore di Ricerca</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Anissa Allani</td><td>Dottoranda</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Michele Marino</td><td>Dottorando</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Caratterizzazione sperimentale di giunti bullonati tra elementi strutturali in composito al variare delle modalità di giunzione.
Valutazione anche sperimentale delle prestazioni di strutture leggere provvisionali a carattere modulare realizzate con materiali fibrorinforzati, con particolare riferimento al comportamento delle giunzioni.
Proposta di regole specifiche per il dimensionamento ottimo di strutture provvisionali modulari in materiale fibrorinforzato.
Saranno eseguite prove di caratterizzazione di elementi, giunti e moduli strutturali, da svolgersi presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Civile dell’Università di Roma “Tor Vergata”, e modellazioni analitico-numeriche.
Saranno sviluppati approcci analitici semplificati a fini progettuali.
Con attività parallele e sinergiche a quelle precedentemente descritte ed oggetto del presente finanziamento, sarà affrontato il problema delle vibrazioni delle strutture leggere del tipo allo studio e del loro smorzamento ottimo.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Task 3.1</td><td>Valutazione sperimentale ed analitica del comportamento di giunti ed elementi strutturali giuntati in materiale composito.</td><td>18 – cartaceo</td></tr>
<tr><td>Approccio al dimensionamento di strutture provvisionali modulari basate sulla valutazione prestazionale e sulla tecnologia di assemblaggio.</td><td>36 – cartaceo</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>3.1</td><td colspan="2">F. Ascione, L. Feo, F. Maceri, 2009. An experimental investigation on the bearing failure load of glass fiber/epoxy laminates. Composites, part B, 40(3):197-205.
F. Maceri, G. Vairo. Anisotropic thin-walled beam models: A rational deduction from three-dimensional elasticity Journal of Mechanics of Materials and Structures 4(2): 371-394, 2009.
A. Di Cuonzo, F. Laudiero, F. Maceri, F. Minghini, N. Rullini. Design and construction of a temporary structure composed by FRP pultruted profiles. Proc. 4th Int. Conference on FRP Composites in Civil Engineering (CICE 2008), Switerland 2008.
A. Di Cuonzo, F. Laudiero, F. Maceri, F. Minghini. Progetto e costruzione di una struttura temporanea in profili pultrusi. In: CTE (Collegio Tecnici dell'Industrializzazione Edilizia). Roma, Novembre 2008, p. 1049-1058.
Ascione F., Feo L., Maceri F., Primi risultati sperimentali sul comportamento di collegamenti bullonati in strutture composite laminate, Proc. Congresso Nazionale AIAS 2007.</td></tr>
</table>

Scheda UR – UNIFE

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIFE-ENDIF, Università degli Studi di Ferrara</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria (ENDIF), Università degli Studi di Ferrara, via Saragat 1, 44100, Ferrara, Tel. 0532 974800, Fax. 0532 974870</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Ferdinando Laudiero</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Ferdinando Laudiero</td><td>Prof. Ordinario</td><td>ENDIF</td></tr>
<tr><td>Nerio Tullini</td><td>Prof. Associato</td><td>ENDIF</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1
1. Prove statiche e dinamiche per la valutazione sperimentale dei parametri meccanici dei profili in GFRP necessari all’utilizzo del modello di trave di Timoshenko-Reissner (allo scopo di valutare l’influenza degli scorrimenti dovuti a flessione e torsione non uniformi).

2. Influenza del comportamento spaziale dei nodi semirigidi sulla risposta di strutture in GFRP (allo scopo di valutare correttamente l’instabilità fuori dal piano e la risposta dinamica di tali strutture).

3. Valutazione delle curve di stabilità per flessione e presso flessione in funzione della snellezza dei profili mediante modellazione numerica (allo scopo di determinare l’interazione fra instabilità locale e globale nei profili in GFRP inflessi o presso-inflessi).</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Si prevede di fornire i risultati nella forma di pubblicazioni su rivista e di un manuale di consultazione da parte dei progettisti.</td><td>36 – Materiale stampato e su supporto elettronico</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td colspan="2">1. Minghini, N. Tullini, F. Laudiero, Locking-free finite elements for shear deformable orthotropic thin-walled beams. Int. J. Num. Meth. Engng 2007; 72: 808-834.
2. Minghini, N. Tullini, F. Laudiero, Buckling analysis of FRP pultruded frames using locking free finite elements. Thin-Walled Structures 46 (2008), 223-241.
3. Minghini, N. Tullini, F. Laudiero, Vibration analysis with second-order effects of pultruded FRP frames using locking-free elements. Thin-Walled Structures, doi:10.1016/j.tws.2008.07.001, 2008.
4. Minghini, N. Tullini, F. Laudiero, Design for buckling and vibration of glass FRP pultruded footbridges. FOOTBRIDGE 2008, Footbridges for Urban Renewal. Porto. 02/07/08-04/07/08. (pp. 1-8).
5. F. Minghini, N. Tullini, F. Laudiero, Elastic buckling analysis of putruded FRP portal frames having semirigid connections. Engineering Structures, doi:10.1016/ j.engstrut.2008.09.003.</td></tr>
</table>

Scheda UR - POLIMI

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – DIS - Politecnico di Milano</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale - Politecnico di Milano
p.za L. da Vinci, 32 - 20133 Milano; tel. +39 0223994400; fax +390223994220; e-mail marco.diprisco@polimi.it</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Marco di Prisco</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Marco di Prisco</td><td>Ordinario</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Liberato Ferrara</td><td>Ricercatore</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Matteo Colombo</td><td>Ricercatore</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Marco Valente</td><td>Ricercatore</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Anna Magri</td><td>Dottorando</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td>Paolo Martinelli</td><td>Assegnista</td><td>DIS</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1: Valutazione della resistenza a taglio e torsione di elementi piani fessurati rinforzati con compositi cementizi fibrorinforzati ad alte prestazioni con eventuale presenza di rinforzo diffuso ad alta durabilità (textile).
1. Verifica sperimentale della resistenza a taglio e torsione di lastre in calcestruzzo prefessurate rinforzate con FRCC con eventuale presenza di rinforzo diffuso ad alta durabilità (textile)
2. Modellazione numerica basata sulla meccanica della frattura con approccio a fessura diffusa
3. Definizione di modelli semplificati per la determinazione dell’incremento di capacità portante e di duttilità, a partire da resistenza e duttilità accertate, caratterizzanti elementi strutturali con differenti livelli di danneggiamento preventivo
Si prevede l’esecuzione di prove sperimentali su modelli in scala ridotta (30x30 cm) per la messa a punto della tecnologia di maggiore efficacia e della calibrazione dei modelli di calcolo.
1. Prove su modelli in scala reale sulle tecnologie più promettenti individuate nel precedente task
2. Definizione di modalità operative per l’applicazione del rinforzo
3. Modelli progettuali di valutazione dell’incremento di capacità portante con riferimento al preesistente stato di danneggiamento
Con riferimento a tipologie costruttive di larga diffusione si prevede l’esecuzione di analisi numeriche in campo non lineare per quantificare l’efficacia del ripristino sul comportamento degli elementi di controventamento preventivamente danneggiati.
1. Stesura di linee guida per la progettazione e la realizzazione di interventi di rinforzo di travi di collegamento a partire da condizioni di danno preesistente accertate.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1 – attività 1-3</td><td>Valutazione della resistenza a taglio e torsione di elementi piani fessurati rinforzati con compositi cementizi fibrorinforzati ad alte prestazioni con eventuale presenza di rinforzo diffuso ad alta durabilità (textile).</td><td>18 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 3.1 – attività 4-6</td><td>Valutazione della resistenza a taglio di travi di collegamento prefessurate in scala reale rinforzate con compositi cementizi fibrorinforzati ad alte prestazioni con eventuale</td><td>30 – Cartaceo</td></tr>
</table>

		presenza di rinforzo diffuso ad alta durabilità (textile).	
	Task 3.1 – attività 7	*Stesura di linee guida per la progettazione e la realizzazione di interventi di rinforzo di travi di collegamento*	*36 - Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 3.1	1. Colombo, M., di Prisco, M., and Lamperti, M., SFRC D-Regions: size effects in bottle-shaped struts in Fibre Reinforced Concrete: design and applications, Proc. of 7th Rilem Int. Conf. BEFIB 08, ISBN 978-2-35158-064-6, BAGNEUX Rilem Publications S.a.r.l. France, PRO 60, 2008, 387-398. 2. di Prisco; M., Ferrara, L., Meftah, F., Pamin, J., de Borst, R., Mazars, J., Reynouard, J.M., Mixed Mode Fracture in Plain and Reinforced Concrete: Some Results on Benchmark Tests, Int. Journal of Fracture, 103, 2000, 127-148. 3. di Prisco, M., Ferrara, L., HPFRC prestressed thin-web elements: some results on shear resistance, in Fracture mechanics of Concrete structures, R. de Borst, J.Mazars, G. Pijaudier-Cabot, j.G.M. van Mier (Eds.), vol.2, A.A. Balkema Publ., 2001, 895-902. 4. di Prisco, M., Dozio, D., Post-tensioned SFRC beams in Fibre Reinforced Concrete: design and applications, Proc. of 7th Rilem Int. Conf. BEFIB 08, ISBN 978-2-35158-064-6, BAGNEUX Rilem Publications S.a.r.l., France, PRO 60, 2008, 899-910. 5. di Prisco, M. Plizzari, G.A., Vandewalle, L., Fibre reinforced concrete: new design perspectives, Materials and Structures Journal, 2009, 1261-1281.	

Scheda UR - UNIBS

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIBS-DICATA, Università degli Studi di Brescia</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente (DICATA), Università degli Studi di Brescia, via Branze 43, 25123, Brescia, Tel. 030-3711212, Fax. 030-3711312</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Giovanni Plizzari</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Giovanni Plizzari</td><td>Professore Ordinario</td><td>DICATA</td></tr>
<tr><td>Alessandra Marini</td><td>Ricercatore</td><td>DICATA</td></tr>
<tr><td>Fausto Minelli</td><td>Ricercatore</td><td>DICATA</td></tr>
<tr><td>Cristina Zanotti</td><td>Dottoranda</td><td>DICATA</td></tr>
<tr><td>Antonio Conforti</td><td>Dottorando</td><td>DICATA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1
1. La ricerca ha lo scopo di definire le modalità di rinforzo di solai esistenti, garantendone il comportamento a diaframma attraverso l’applicazione di un sottile strato di calcestruzzo fibrorinforzato (2-3 cm) in modo da non aumentare in modo significativo il peso della struttura e le altezze utili.
2. Si prevede l’esecuzione di prove sperimentali su modelli con dimensione di circa 1x1 metri sottoposti a carichi ciclici. Le prove si svolgeranno presso il laboratorio del Dipartimento DICATA dell’Università degli Studi di Brescia. I risultati sperimentali verranno utilizzati per tarare modelli numerici che caratterizzino il comportamento a taglio di lastre sottili in FRC. Al fine di valorizzare al meglio le risorse post-fessurazione del FRC, le analisi numeriche sono svolte nell’ambito della meccanica della frattura non lineare. Si cercherà comunque di definire alcuni modelli semplici per la determinazione della resistenza a taglio di lastre sottili in FRC.
3. Si intende valutare numericamente la resistenza a taglio (nel piano) di lastre sottili in calcestruzzo fibrorinforzato applicate su impalcati esistenti lignei o in calcestruzzo armato alleggerito con blocchi di laterizio. Ciò al fine di garantire il comportamento a diaframma.
E’ prevista la stesura di linee guida per la progettazione e la realizzazione di interventi di rinforzo di solai di edifici esistenti con FRC.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Valutazione della resistenza a taglio di lastre sottili in calcestruzzo fibrorinforzato.
Valutazione della resistenza a taglio di impalcati esistenti rinforzati con sottili lastre di FRC per garantirne il comportamento a diaframma.
Stesura di linee guida per la progettazione e la realizzazione di interventi di rinforzo di solai con FRC</td><td>12 – Cartaceo
24 – Cartaceo
36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td colspan="2">1. Cadoni, A., Meda, A., Plizzari, G. (2009). Tensile behaviour of FRC under high strain-rate. Materials and Structures. Vol.42, N.9, pp. 1283-1294.
2. Marini, A., Plizzari, G., Zanotti, C. (2009). Seismic</td></tr>
</table>

enhancement of existing buildings by means of Fiber Reinforced Concrete diaphragms. In Proceedings of the ACT & SEI Conf. on Improving the Seismic Performance of Existing Buildings and Other Structures, San Francisco (CA), December 9-11 2009. To be published in the Journal of Civil Engineering and Architecture (ISSN1934-7359), David Publishing Company, Chicago, IL, USA.

3. *Zanotti, C., Marini, A., Plizzari , G. (2009). Nonlinear FE analysis of fibre reinforced concrete floor diaphragms undergoing seismic actions. In Proceedings of the International Conference on Protection of Historical Buildings (PROHITECH 09), Rome, 21-24 June.*
4. *Marini, A., Zanotti, C., Plizzari, G. (2008). Seismic strengthening of existing structures by means of fibre reinforced concrete floor diaphragms. In Proceedings of the Seventh International RILEM Symposioum on Fibre Reinforced Concrete, Chennai, 17-19 September.*
5. *Minelli, F., Plizzari, G. (2008). Shear Design of FRC members with little or no conventional shear reinforcement. In: Tailor made concrete structures-New solutions for our society. Amsterdam, 19-22 Maggio, LONDRA: Taylor & Francis Group (CRC Press), p. 605-610.*

Scheda UR – UNIROMA2

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIROMA 2-Dip.Ing. Civile, Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile, Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”, via del Politecnico 1, 00133 Roma, Tel. 06-72597090, Fax. 06-20419336</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Antonio Grimaldi</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Antonio Grimaldi</td><td>Prof. Ordinario</td><td>Dip. Ing. Civile</td></tr>
<tr><td>Alberto Meda</td><td>Prof. Associato</td><td>Dip. Ing. Civile</td></tr>
<tr><td>Zila Rinaldi</td><td>Ricercatore</td><td>Dip. Ing. Civile</td></tr>
<tr><td>Francesca Nerilli</td><td>Dottoranda</td><td>Dip. Ing. Civile</td></tr>
<tr><td>Donato Abruzzese</td><td>Prof. Associato</td><td>Dip. Ing. Civile</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.3.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2.3.1
1. Caratterizzazione di materiali innovativi fibrorinforzati ottimali per il rinforzo e riparazione di strutture in c.a. esistenti …
2. Valutazione delle caratteristiche di resistenza, rigidezza e duttilità di elementi trave, pilastro e pareti rinforzate, e comportamento globale della struttura a seguito dell’intervento.
3. Definizione di regole specifiche per la progettazione di interventi di adeguamento o miglioramento con tali materiali …
Si prevedono prove di caratterizzazione del materiale, da svolgersi presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Civile dell’Università di Roma “Tor Vergata”, e modellazioni analitico-numeriche.
Si prevedono, infine approcci analitici semplificati e procedure per la progettazione.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.1</td><td>Linee guida per la caratterizzazione del calcestruzzo fibrorinforzato per l’adeguamento di strutture in c.a.</td><td>12 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.1</td><td>Modellazione degli elementi rinforzati</td><td>24- Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.1</td><td>Modellazione globale e regole progettuali.</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.1</td><td colspan="2">1.A. Grimaldi., Z. Rinaldi: Influence of high performance fiber reinforced concrete on the ductility of beam elements” Int. Workshop on High Performance Fiber Reinforced Cementitious Composites in Structural Applications, 23-26 May 2005, Honolulu, Hawaii, USA. Pp. 433-441.
2. A. Grimaldi, Z. Rinaldi, F. Iori: “Experimental evaluation of the influence of fibers content on the tensile behaviour of concrete” Proc. 2nd fib Congress, Naples, 5-8 June 2006.
3 G. Martinola, A. Meda, G.A. Plizzari, Z. Rinaldi. Strengthening of R/C beams with high performance fiber reinforced cementitious composites. HPFRCC 5 - High Performance Fiber Reinforced Cement Composites. Mainz (Germany). 10-13 July 2007.
4. A. Meda, G.A. Plizzari, Z. Rinaldi, G. Martinola. Strengthening of R/C existing columns with high performance</td></tr>
</table>

fiber reinforced concrete jacket. *ICCRRR 08 International Conference on Concrete Repair, Rehabilitation, and Retrofitting.* Cape Town (South Africa). 24-28 November 2008.
5. A. Marini, A. Meda. Retrofitting of r/c shear walls by means of high performance jackets. *Engineering Structures*. Vol. 31 N. 12, pp. 3059-3064. 2009.

Scheda UR -UNIBG

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">Università degli Studi di Bergamo</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Progettazione e Tecnologie, facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Bergamo, viale Marconi 5, 24044, Dalmine (BG), Tel. 035-2052327, Fax. 035-2052 077</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Paolo Riva</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Riva Paolo</td><td>Professore Ordinario</td><td>Università degli Studi di Bergamo</td></tr>
<tr><td>Beschi Consuelo</td><td>Dottoranda</td><td>Università degli Studi di Brescia</td></tr>
<tr><td>Mostosi Serena</td><td>Assegnista</td><td>Università degli Studi di Bergamo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1
1. Dopo una prima fase volta all’ individuazione di uno o due tipologie di calcestruzzi ad elevatissime prestazioni, fibrorinforzati, compatibili per l'applicazione su strutture in c.a. esistenti, il programma di ricerca prevede la verifica dell’efficacia di questa tecnica nel rinforzo di strutture esistenti mediante la realizzazione di prove su elementi in scala reale. Questa fase permetterà, inoltre, di definire procedure tecnologiche per l'applicazione dei calcestruzzi ad alte prestazioni su strutture reali. In questo contesto si prevede di effettuare prove in scala reale su nodi pilastro-fondazione e nodi trave-colonna soggetti sia a carichi statici che a carichi ciclici. Per ogni tipo di elemento si intende effettuare almeno una prova su campione non rinforzato, una prova su campione rinforzato e una prova su campione danneggiato e successivamente riparato. Le prove si svolgeranno presso il laboratorio Prove e Materiali dell’Università degli studi di Bergamo.
2. I risultati sperimentali verranno utilizzati per tarare modelli numerici sulla base dell’individuazione di opportuni legami, che caratterizzino il comportamento di elementi strutturali in c.a. sui quali sia applicato questo tipo di rinforzo.
3. L’obbiettivo è, infine, quello di mettere a punto tecniche di intervento su edifici esistenti in c.a. in grado di avere un impatto estetico minimo e al contempo elevata efficacia e tecniche di rinforzo su strutture in c.a. danneggiate ad esempio a seguito di un evento sismico, proponendo delle linee guida per indirizzare i progettisti nell’applicazione di tali tecniche di rinforzo.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Analisi comportamento nodi pilastro-fondazione con applicazione di rinforzo
Analisi comportamento nodi trave-pilastro con applicazione di rinforzo
Proposta di linee guida ed esempi progettuali per l’applicazione di tecniche di rinforzo su nodi in c.a.</td><td>12 – Cartaceo
24 – Cartaceo
36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td colspan="2">A. Meda, F. Minelli, G. A. Plizzari, P. Riva. (2005) ‘Shear behaviour of steel fiber reinforced concrete beams,’ Materials and Structures, Vol. No. 38 (April 2005), pp. 343-351.</td></tr>
</table>

		Minelli F., Cominoli L., Meda A., Plizzari G.A., Riva P. (2005): "Full-scale tests on HPSFRC prestressed roof elements subjected to longitudinal flexure", International Workshop on High Performance Fiber Reinforced Cementitious Composites in Structural Applications, Li V.C. e Fisher G. Eds., Honolulu (USA), 23-26 Maggio 2005 (su CD ROM). *C. Beschi, S. Maringoni, A. Meda, P. Riva, F. Simonelli, "Utilizzo di Incamiciature in Calcestruzzo ad Alte Prestazioni per il Rinforzo di Pilastri in un Intervento di Adeguamento Sismico",* Atti del 17° Congresso C.T.E., Roma, 5-8 Novembre 2 008 *C. Beschi, A. Meda, P. Riva, "Rinforzo di pilastri con incamiciature ad elevate prestazioni",* XIII Convegno ANIDIS, Bologna, 28/06-2/07/2009. *C. Beschi, A. Meda, P. Riva, "High Performance Fiber Reinforced Concrete Jacketing in a Seismic Retrofitting Application",* ATC & SEI conference on Improving the Seismic Performance of Existing Buildings and Other Structures, San Francisco 2009.

Scheda UR - UNIPR

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIPR-DICATeA, Università degli Studi di Parma</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile, dell’Ambiente, del Territorio e Architettura (DICATeA), Università degli Studi di Parma, viale G.P. Usberti 181/A, 43100 Parma, Tel. 0521-905922, fax 0521-905924, e-mail: gianni.royer@unipr.it</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Gianni Royer-Carfagni</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Gianni Royer-Carfagni</td><td>Professore Ordinario</td><td>DICATeA</td></tr>
<tr><td>Ivo Iori</td><td>Professore Ordinario</td><td>DICATeA</td></tr>
<tr><td>Daniele Ferretti</td><td>Professore Associato</td><td>DICATeA</td></tr>
<tr><td>Beatrice Belletti</td><td>Ricercatore</td><td>DICATeA</td></tr>
<tr><td>Francesco Freddi</td><td>Ricercatore</td><td>DICATeA</td></tr>
<tr><td>Marco Rossi</td><td>Dottorando</td><td>Università di Pisa</td></tr>
<tr><td>Massimiliano Poli</td><td>Dottorando</td><td>Universita’ di Firenze</td></tr>
<tr><td>Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1
1. Definizione di criteri generali per l’isolamento sismico di elementi in vetro.
2. Valutazione del comportamento post-rottura di pannelli laminati con intercalari di nuova generazione.
3. Comportamento di pannelli in vetro rinforzato con placche in FRP.
La fragilità intrinseca rende il vetro particolarmente vulnerabile alle azioni sismiche. Per sopperire a queste carenze intrinseche ci sono due alternative. i) I pannelli in vetro (di solito particolarmente costosi) possono essere protetti isolandoli sismicamente dalla struttura alla quale sono connessi, garantendo loro la possibilità di movimento rigido nel piano e fuori piano (tale capacità viene di solito chiamata clearance). ii) Si può migliorare il comportamento post-rottura degli elementi, evitandone così il collasso catastrofico, mediante composizione con intercalari ad alte prestazioni o mediante rinforzi con placche in FRP.

Per quanto riguarda il punto 1, si prevedono simulazioni numeriche su strutture paradigmatiche per la definizione dei criteri di verifica in termini di: a) forze agenti ortogonalmente al piano del vetro; b) spostamenti richiesti al sistema per assecondare i drift nel piano e fuori dal piano. In riferimento ai punti 2 e 3, mediante prove sperimentali e modellazione numerica, verrà studiato il comportamento pre-rottura e post-rottura di pannelli in vetro laminati con intercalari siliconici di nuova generazione, oppure rinforzati con placche in FRP.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Definizione di criteri generali per l’isolamento sismico di elementi in vetro (definizione della clearance)</td><td>12 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Valutazione del comportamento post-rottura di pannelli laminati con intercalari di nuova generazione.</td><td>24 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Comportamento di pannelli in vetro rinforzato con placche in FRP</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td>Regole pratiche per la progettazione, esecuzione e controllo di vetrate in zona sismica</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
</table>

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	Task	Citazione
	Task 3.1	1. *Royer-Carfagni, G., Silvestri, M., Fail-safe point fixing of structural glass. New advances.* Engineering Structures*, 31, pp. 1661.1676, 2009.* 2. *Royer-Carfagni, G., Silvestri, M., A proposal for an arch footbridge in Venice made of structural glass masonry.* Engineering Structures*, 29(11), pp. 3015-3025, 2007.* 3. *Royer-Carfagni, G., Silvestri, M., An innovative point-fixing device for architectural grazing. From concept to realization.* Glass Technology International*, 20(4), pp. 84-88, 2009.* 4. *Royer-Carfagni, G., Silvestri, M., Towards an Italian code for structural glass,* Proceedings XXXIV A.T.I.V. International conference*, Parma (I), July 9-10, 2009.* 5. *Freddi, F., Royer-Carfagni, G., Silvestri, M., Fail-safe design of façades with a new point fixing device. Experimental and numerical analysis of the post-glass-breakage performance.* Proceedings of the Glass Performance Days*, Tampere (Fi), June 12-15, 2009.*

Scheda UR 24 Progetto RELUIS 2010-2013

Area Tematica	*AT-2 Innovazioni normative e tecnologiche in ingegneria sismica*	
Linea	*3. Innovazione tecnologica in ingegneria sismica*	
Task	***3.1 Sviluppo ed analisi di nuovi materiali per l'adeguamento sismico***	
Coordinatori del task	**Luigi Ascione e Andrea Prota**	
Unità di ricerca partecipanti	**ID UR**	**Responsabile UR**
	UNIGE-DICAT	Luigi Gambarotta
		Antonio Brencich
		Andrea Cavicchi
		Andrea Bacigalupo

Stato delle conoscenze all'inizio del progetto e bibliografia essenziale:
L'UR Genova intende contribuire con attività riguardanti la tematica del

Consolidamento di ponti ad arco in muratura mediante materiali innovativi

che possono essere collocate nella

- *Linea A – Consolidamento di strutture murarie;*

Si riporta di seguito la bibliografia che di riferimento relativamente a precedenti attività di componenti dell'UR:

Bacigalupo A., Gambarotta L., Micro-polar and Second Order Homogenization of Periodic Masonry, Materials Science Forum, Vols. 638-642, pp 2561-2566, © (2010) Trans Tech Publications, Switzerland, doi:10.4028/www.scientific.net/MSF.638-642.2561, ISSN 0255-5476, 2010.

Brencich A., Corradi C., Gambarotta L., Eccentrically loaded brickwork: theoretical and experimental results, Engineering Structures, ***30,*** *3629-3643, 2008.*

Cavicchi A., Gambarotta L., Lower bound limit analysis of masonry bridges including arch-fill interaction, Engineering Structures, ***29****, 3002-3014, 2007.*

Cavicchi A., Gambarotta L., Two-dimensional Finite Element Upper Bound Limit Analysis of Masonry Bridges, Computers and Structures, ***84****, 2316-2328, 2006.*

Cavicchi A., Gambarotta L., Collapse analysis of masonry bridges taking into account arch-fill interaction, Engineering Structures, ***27****, 605-615, 2005.*

Brencich A., Gambarotta L., Mechanical response of solid clay brickwork under eccentric loading. Part I: Unreinforced Masonry, Materials and Structures, ***38****, 257-266, 2005.*

Brencich A., Gambarotta L., Mechanical response of solid clay brickwork under eccentric loading. Part II: CFRP Reinforced Masonry, Materials and Structures, ***38****, 267-273, 2005.*

Cavicchi A., Gambarotta L., Load carrying capacity of masonry bridges: Numerical evaluation of the influence of fill and Spandrels, Proc. 1st Int. Symp. Computational Geomechanics COMGEO I, Pietruszczak S., Pande G.N., Tamagnini C., Wan R. Eds., Juan -les- Pins, France, 29 April -1 May, pp. 842-849, ISBN: 976-960-98750-0-4, 2009. Invited lecture.

Gambarotta L., Bacigalupo A., Modelling of deformation and damage of heterogeneous-engineering structures: Masonry Mechanics, Selected Topics of Contemporary Solid Mechanics, Institute of Fundamental Technological Research of the Polish Academy of Sciences, Kotulski Z., Kowalczyk P., Sosnowski W. Eds., 138-139, ISSN 0208-5658, ISBN 978-83-89687-35-7. 2008. General lecture.

Bacigalupo A., Gambarotta L., Cosserat homogenization of elastic periodic blocky masonry, 8th World Congress on Computational Mechanics (Venice), Schrefler B. Perego U. Eds., 2 pagg, ISBN 9788496736559, CIMNE, 2008.

Cavicchi A., Gambarotta L. , Finite element limit analysis of arch-fill interaction in arch bridges, paper 156, p. 42, Abstracts 9th US National Congress on Computational Mechanics, S. Francisco, July 22-26, 2007.

Gambarotta L. , Computational issues in modeling existing masonry structures, paper 1671, p. 34, Abstracts 9th US National Congress on Computational Mechanics, S. Francisco, July 22-26, 2007, ***invited lecture****.*

Brencich A., Corradi C., Gambarotta L. , Eccentric loading of solid brickwork: experimental and theoretical approaches, Proc. X NAMC 10th North American Masonry Conference, paper 157. ISBN 1-929081-28-6. Outstanding Paper Award. 2007.

Brencich A., Gambarotta L., Sterpi E., Load carrying capacity of masonry arches with stochastic

compressive strength, Proc. X NAMC 10th North American Masonry Conference, paper 159. ISBN 1-929081-28-6. 2007.
Brencich A., Corradi C., Gambarotta L.,, Experimental and theoretical analysis of eccentrically loaded brickwork, Proc. Arch '07 5th Int. Conf. on Arch Bridges, Madeira, 13-16 Settembre 2007, 365-372, ISBN 978-972-8692-31-5. 2007.
Brencich A., Gambarotta L., Sterpi E., Stochastic distribution of compressive strength: effects on the load carrying capacity of masonry arches, Proc. Arch '07 5th Int. Conf. on Arch Bridges, Madeira, 13-16 Settembre 2007, 641-648, ISBN 978-972-8692-31-5. 2007.
Cavicchi A., Gambarotta L., Load carrying capacity of masonry arch bridges: numerical evaluation of the influence of fill and spandrels, Proc. Arch '07 5th Int. Conf. on Arch Bridges, Madeira, 13-16 Settembre 2007, 609-616, ISBN 978-972-8692-31-5. 2007.
Brencich A., Corradi C., Gambarotta L., Strength of eccentrically compressed brickwork pillars: a theoretical and experimental analysis, Proc. 7th Int. Mas. Conf., Londra, 30 ottobre – 1 novembre 2006. ISSN 0950 9615.
Brencich A., Cavicchi A., Gambarotta L., Load carrying capacity and collapse mechanisms of masonry arch bridges, Bridge Maintenance, Safety, Management and Cost, Watanabe,Frangopolol& Utsunomya Eds., p. 375, 10pp., Taylor and Francis, London, 2004, ISBN 9058096807.
Cavicchi A., Gambarotta L., Upper bound limit analysis of multispan mansory bridges including arch-fill interaction, Arch'04 Bridges IV Conference, Novembre 2004, Barcellona, pp.302-311, ISBN 8495999-63-3, 2004.
Cavicchi A., Gambarotta L. , Limit analysis of multispan masonry bridges including arch-fill intercaction, Computer methods in Structural Masonry 6, pp. 9-14, Ed. T.G. Hughes & G.N. Pande, Computers & Geotechincs Ltd, Swansea, 2004, ISBN 0-9510380-3-6.
Bacigalupo A, Gambarotta L. (2009). La costruzione in muratura come processo continuo di crescita strutturale. In: Atti Wondermasonry2 Workshop on Design for Rehabilitation of Masonry Structures. Lacco Ameno, 11-12 Ottobre 2007, FIRENZE: Edizioni Polistampa, p. 73-82, ISBN/ISSN: ISBN 978-88-596-0535-5.
Brencich A., Corradi C., Gambarotta L. (2009). Compressive strength of solid clay brickwork: theoretical and experimental approaches. In: Atti Wondermasonry2 Workshop on Design for Rehabilitation of Masonry Structures. Lacco Ameno, 11-12 Ottobre 2007, FIRENZE: Edizioni Polistampa, p. 219-231, ISBN/ISSN: ISBN 978-88-596-0535-5.
Cavicchi A., Gambarotta L. (2009). Capacità portante di ponti in muratura multiarcata: modellazione dell'interazione arco-riempimento. In: Atti Wondermasonry2 Workshop on Design for Rehabilitation of Masonry Structures. Lacco Ameno, 11-12 Ottobre 2007, FIRENZE: Edizioni Polistampa, p. 87-98, ISBN/ISSN: ISBN 978-88-596-0535-5

Stato delle conoscenze attese a fine progetto e obiettivi:

La presente sezione è stata compilata con riferimento all'articolazione in cinque Linee delle attività di ricerca previste nell'ambito del Task 3.1.

CONSOLIDAMENTO DI STRUTTURE MURARIE

- **Archi, volte e cupole**

- ***Unità di ricerca coinvolte: UNINA-UR1, UNIBO-UR2, UNIFI, UNIGE***

Valutazione dei parametri meccanici ed elenco delle possibili forme di rinforzo mediante materiali compositi. Investigazione analitica degli effetti di scala su strutture murarie a tipologia monumentale.

Individuazione di tecniche di rinforzo di ponti ad arcata singola e multi arcata mediante materiali compositi e valutazione dell'efficacia mediante modelli di simulazione numerica di meccanismi di collasso locale e globale.

L'obiettivo principale è la stima del coefficiente di sicurezza statico e sismico mediante analisi manuali e numeriche tipiche della pratica professionale.

Descrizione del lavoro e suddivisione in attività:

CONSOLIDAMENTO DI STRUTTURE MURARIE

Archi, volte e cupole

1. *Investigazione analitica degli effetti di scala su strutture murarie a tipologia monumentale.*
2. *Investigazione analitica degli effetti di scala su strutture murarie a tipologia monumentale consolidate con compositi fibro-rinforzati.*
3. *Analisi statica e/o dinamica di strutture murarie ad arco o volta.*
4. *Analisi statica e/o dinamica di strutture murarie ad arco o volta consolidate con compositi fibro-rinforzati.*
5. *Selezione dei casi studio di archi, volte e cupole, a partire da una rassegna di edifici esistenti in muratura di tipo monumentale.*
6. *Valutazione dei parametri meccanici ed individuazione di possibili forme di rinforzo mediante materiali compositi.*
7. *Stima del coefficiente di sicurezza statico e sismico mediante analisi tipiche della pratica professionale. Confronto della prestazione dei differenti sistemi di rinforzo. Predisposizione di modelli in scala sui quali testare le valutazioni preliminari svolte per via numerica.*
8. *Analisi delle prove sperimentali mediante modelli numerici non lineari.*
9. *Miglioramenti specifici delle differenti tecniche di rinforzo e messa a punto di modelli semplificati di previsione.*
10. *Individuazione dei diversi comportamenti strutturali di sistemi voltati in funzione delle tecniche costruttive messe in atto. Selezione di casi più significativi.*
11. *Individuazione di idonee strategie di rinforzo con diversi materiali compositi. Definizione dei tipi di rinforzo più idonei in vista di interventi ottimali dal punto di vista dell'innalzamento della capacità portante, della compatibilità, della riduzione della invasività e dell'economia generale delle operazioni di rinforzo.*
12. *Sviluppo e predisposizione di modelli predittivi del comportamento di strutture voltate rinforzate con diversi materiali compositi.*
13. *Analisi dei meccanismi locali e globali di collasso di ponti in muratura anche a seguito di eventi sismici e individuazione delle rispettive tecniche di simulazione strutturale.*
14. *Individuazione di tecniche innovative per il consolidamento di ponti in muratura atte a mitigare gli effetti dell'azione sismica e valutazione dell'efficacia in relazione alle tipologie di ponti ed ai materiali da costruzione.*
15. *Valutazione dell'influenza della resistenza a compressione della muratura sui meccanismi di collasso di ponti ad arco a seguito dell'inibizione di meccanismi associati alla non resistenza a trazione.*

Scheda UR - UNIBAS

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIBAS-DiSGG, Università degli Studi della Basilicata</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Strutture, Geotecnica e Geologia applicata (DiSGG), Università degli Studi della Basilicata, V.le dell’Ateneo Lucano 10, 85100, Potenza, Tel. 0971,205052, Fax. 0971 205070</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Felice Carlo Ponzo</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Felice Carlo Ponzo</td><td>Prof. Ass.</td><td rowspan="10">DiSGG</td></tr>
<tr><td>Gianluca Auletta</td><td>Borsista</td></tr>
<tr><td>Rocco Ditommaso</td><td>Borsista</td></tr>
<tr><td>Antonio Di Cesare</td><td>Assegnista</td></tr>
<tr><td>Antonio Lanzo</td><td>Prof. Associato</td></tr>
<tr><td>Michelangelo Laterza</td><td>Ricercatore</td></tr>
<tr><td>Donatello Cardone</td><td>Ricercatore</td></tr>
<tr><td>Antonello Mossucca</td><td>Borsista</td></tr>
<tr><td>Salvatore Sofia</td><td>Dottorando</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1.3</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">
AREA TEMATICA 3: TECNOLOGIE PER IL MONITORAGGIO DEL RISCHIO E LA GESTIONE DELLE EMERGENZE
LINEA 3.1: Sviluppo di tecnologie per il monitoraggio e gestione del rischio sismico
Task 3.1.3: Monitoraggio
1. Perfezionamento di un metodo speditivo di primo livello per la determinazione del danno subito dagli edifici durante gli eventi sismici, sviluppato nell’ambito del progetto RELUIS 1, mediante effettuazione di test su tavola vibrante di modelli in scala e messa a punto di modelli numerici rappresentativi delle principali tipologie esistenti sul territorio nazionale;
2. Messa a punto di tecniche innovative per l’estrazione automatica dei parametri dinamici degli edifici durante la fase di strong-motion, basate su metodi interferometrici ed analisi tempo-frequenza;
3. Implementazione della procedura proposta in un pacchetto software finalizzato alla valutazione automatica del danneggiamento subito dall’edificio monitorato;
4. Integrazione di tecniche di monitoraggio e/o identificazione dinamica con sistemi di controllo di dispositivi di protezione passiva o semiattiva (magnetoreologici - TMD) e con sistemi di early warning;
5. Realizzazione prototipo del sistema di monitoraggio e applicazione su modello in calcestruzzo armato in scala 1:1,5.
Le prove sperimentali sui modelli in acciaio in scala 1:15 e sul modello in calcestruzzo armato in scala 1:1.5 saranno effettuare presso il laboratorio prove materiali e strutture dell’Università della Basilicata.

AREA TEMATICA 2: INNOVAZIONI NORMATIVE E TECNOLOGICHE IN INGEGNERIA SISMICA
LINEA 3: Innovazione tecnologica in ingegneria sismica
Task 2 Sviluppo ed analisi di nuove tecnologie per l’adeguamento sismico
Sub task 1. Isolamento
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">1. Studio numerico del comportamento sismico di edifici isolati simicamente con sovrastruttura a comportamento inelastico;
2. Applicazione dell’isolamento sismico, in chiave di miglioramento/adeguamento sismico, ad uno o più casi studio e valutazione dell’efficacia dell’intervento attraverso analisi dinamiche non lineari;
3. Individuazione ed analisi di aspetti problematici e critici per l’applicazione dell’isolamento in chiave di adeguamento/miglioramento sismico di edifici esistenti;
4. Studio numerico del comportamento critico e post-critico di isolatori elastomerici armati con valutazione dell’influenza dei diversi parametri progettuali;
Contributo alla redazione di linee guida specifiche per l’applicazione dell’isolamento in chiave di miglioramento/adeguamento sismico di edifici esistenti.</td></tr>
<tr><td rowspan="13">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Task 3.1.3</td><td>Rapporto descrittivo sull’implementazione di un metodo per l’estrazione automatica dei parametri dinamici degli edifici basato su analisi interferometriche e tempo-frequenza: applicazioni numeriche e sperimentali</td><td>12
Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Rapporto descrittivo dei risultati dei test numerici e sperimentali su modelli in scala per la verifica dell’efficacia del metodo speditivo di valutazione del danno</td><td>24
Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Progettazione ed installazione del sistema di monitoraggio semplificato e per il controllo di dispositivi semi-attivi sul modello in c.a in scala 1:1.5.</td><td>24
Hardware+Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Rapporto sui risultati dei test sperimentali del sistema congiunto monitoraggio/controllo sul modello in scala 1:1.5 in c.a.</td><td>36
Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Implementazione della procedura per la valutazione speditiva del danno in un software corredato da un manuale d’uso</td><td>36
Software + Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Sub Task 2.3.2.</td><td>Sintesi dei risultati (sotto forma di abachi, formule e tabelle) dell’analisi parametrica relativa allo studio dell’applicabilità ed efficacia dell’isolamento sismico per il miglioramento sismico di edifici esistenti</td><td>24 – cartaceo</td></tr>
<tr><td>Esempio applicativo dell’isolamento in chiave di miglioramento sismico di un caso studio reale</td><td>30 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Contributo alla redazione di linee guida per la applicazione dell’isolamento ai fini del miglioramento/adeguamento sismico di edifici esistenti</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Codice per l’analisi critica e post-critica di isolatori elastomerici armati</td><td>36 – Software</td></tr>
<tr><td>Studio di sintesi relativo alle problematiche connesse</td><td>24 - Cartaceo</td></tr>
</table>

		all'applicazione della dissipazione di energia ad edifici intelaiati esistenti	
		Sintesi dei risultati relativi agli studi numerici e sperimentali finalizzati alla verifica dei metodi progettuali proposti	*30 - Cartaceo*
		Contributo alla redazione di linee guida per la applicazione della dissipazione di energia ai fini del miglioramento/adeguamento sismico di edifici esistenti	*36 - cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 3.1.3	1) Ponzo F.C., Auletta G., Ditommaso R., Mossucca A. (2009). Un Metodo Speditivo per il Monitoraggio di Edifici Strategici in Zona Sismica. Atti del XIII Convegno ANIDIS – Bologna 28/06/09-02/07/09. 2) M. Picozzi, R. Ditommaso, S. Parolai, M. Mucciarelli, C. Milkereit, M. Sobiesiak, D. Di Giacomo, M.R. Gallipoli, M. Pilz, M. Vona and J. Zschau (2010). Real time monitoring of structures in task-force missions: the example of the Mw = 6.3 Central Italy Earthquake, April 6, 2009. Natural Hazards, Volume 52, Number 2 / February, 2010. DOI 10.1007/s11069-009-9481-1. 3) Ditommaso, R., Gallipoli, M. R., Mucciarelli, M., Ponzo, F. C. (2009). Effect of a single vibrating building on free-field ground motion: numerical and experimental evidences. Bulletin of Earthquake Engineering. DOI: 10.1007/s10518-009-9134-5. 4) Ditommaso, R., Parolai, S., Mucciarelli, M., Eggert, S., Sobiesiak, M. and Zschau, J. (2009). Monitoring the response and the back-radiated energy of a building subjected to ambient vibration and impulsive action: the Falkenhof Tower (Potsdam, Germany). Bulletin of Earthquake Engineering. DOI: 10.1007/s10518-009-9151-4.	
	Task 2.3.2	[1] M. Dolce, D. Cardone, F. Ponzo & A. Di Cesare, *"Progetto di edifici con isolamento sismico"*, IUSS Press, Pavia, 2004. [2] M. Dolce, D. Cardone & F.C. Ponzo, "*Shaking-table tests on reinforced concrete frames with different isolation systems*", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 36/5, pp. 573-596, 2007, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, West Sussex, UK. [3] D. Cardone, M. Dolce & G. Palermo, *"Direct Displacement-Based Design of Buildings with Different Seismic Isolation Systems"*, Journal of Earthquake Engineering, Vol. 14, issue 2, pp. 163-191, 2010, Taylor & Francis, Ltd, London, UK [4] F. Braga, M. Faggella, R. Gigliotti, M. Laterza. (2005). "Nonlinear dynamic response of HDRB or Hybrid HDRB-Friction Sliders base isolation systems". Bulletin of Earthquake Engineering, Kluwer Academic Publishers B.V., vol.3/2005-n.3, pp. 333-353. ISSN 1570-761X. [5] A.D. Lanzo, "Nonlinear analysis of elastic high-shear deformable plane frames by a mixed FEM path-following approach", International Journal of Solids and Structures, Vol. 46, 7-8, pp 1764-1771, 2009. [6] Dolce M., Cardone D., Ponzo F.C., Valente C. (2005). Shaking Table Tests On Reinforced Concrete Frames Without And With Passive Control Systems. Earthquake Engineering & Structural Dynamics. vol. 34, pp. 1687-1717 ISSN: 0098-8847.	

[7] Cardone D., Coelho E, Dolce M., Ponzo F.C. (2004). Experimental Behaviour of R/C Frames Retrofitted with Dissipating and Re-centring Braces. Journal of Earthquake Engineering. vol. 8, pp. 361-396 ISSN: 1363-2469.

[8] Braga. F., Crewe A., D'Anzi P., Dolce M., Ponzo F.C. (2002), Experimental and Numerical Behaviour of R/C Building Frames Upgraded with Energy Dissipating Braces. European Earthquake Engineering 1/2002.

[9] Ponzo F.C., Di Cesare a., Arleo G., Totaro P., (2010) "Protezione sismica di edifici esistenti con controventi dissipativi di tipo isteretico: aspetti progettuali ed esecutivi". Progettazione sismica, Juss Press Pavia, (Accettato).

[10] Ponzo F.C., Dolce M, Vigoriti G, Arleo G, Di Cesare A. (2007). Progettazione di controventi dissipativi a comportamento dipendente dagli spostamenti. XII Convegno L'ingegneria Sismica in Italia. Pisa, 10-14 Giugno.

Scheda UR - IUAV-b

Affiliazione principale	*UR IUAV, Università IUAV di Venezia*	
Sede amministrativa	*Dipartimento Iuav per la ricerca*	
Coordinatore dell'unità	Prof.Ing.Arch.Salvatore Russo	
Personale dell'unità	Giosue'	Boscato
	Davide	Rocchi
	Elena	Sperotto
Attività analitiche e sperimentali previste per l'UR all'interno di ciascun task:	"Prime valutazioni sull'attendibilita' del monitoraggio da vibrazione ambientale quale procedura integrativa di identificazione dinamica di beni culturali colpiti da sisma". - Calibrazione della lettura derivata da sonde accelerometriche - Analisi critica dei modelli di verifica sismica dei beni culturali integrata da dati sperimentali di monitoraggio dinamico	
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**
		G. Boscato, L. Marchetti, D. Rocchi, S. Russo, E. Sperotto,"Primi esiti del monitoraggio della chiesa di santa maria del suffragio all'Aquila", Sicurezza e conservazione nel recupero dei beni culturali colpiti dal sisma, strategie e tecniche di ricostruzione ad un anno dal terremoto abruzzese, Volume degli atti del convegno, Venezia 8 – 9 aprile 2010.

Scheda UR UNINA-DIST_DL

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNINA-DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel. 081.7683336, Fax. 081.7683332</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Antonello De Luca</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Antonello De Luca</td><td>Professore Ordinario</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Mele Elena</td><td>Professore Associato</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Giuseppe Brandonisio</td><td></td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Giuseppe Lucibello</td><td>Dottorando</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td>Maurizio Toreno</td><td>Dottorando</td><td>DIST</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">AT1-1.1a.3.h</td></tr>
<tr><td>2.3</td><td colspan="2">AT2-2.3.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT1-1.1a.3.h:
In riferimento allo studio degli edifici storici monumentali in muratura, con particolare attenzione alle chiese, saranno sviluppati metodi e procedure di analisi strutturale che saranno poi testati mediante applicazioni su casi studio reali quali, ad esempio, gli edifici di culto danneggiati dal terremoto che ha colpito l’Aquilano nell’ Aprile del 2009.
Saranno investigate le potenzialità e le metodologie di impiego di:
• Analisi Lineare: mirata ad una identificazione delle caratteristiche dinamiche delle strutture e ad ottenere una ripartizione (in condizioni “non fessurate”) dell’azione sismica tra le parti strutturali (macroelementi)
• Analisi Non Lineare: finalizzata all’individuazione delle risorse plastiche della struttura soggetta a carichi orizzontali
• Analisi Limite: impiegata come strumento di analisi relativamente semplice e veloce, indipendentemente, od anche per la verifica dell’attendibilità dei risultati dell’Analisi Non Lineare che, a causa della complessità delle metodologie di calcolo, non risulterebbero altrimenti controllabili

Task AT2-2.3.2:
Sulla base degli studi condotti dall’unità di ricerca negli ultimi anni l’attività di ricerca, attraverso analisi di tipo numerico e sperimentale, sarà mirata principalmente al consolidamento delle conoscenze già acquisite sui metodi di isolamento “tradizionali” ed alla individuazione delle potenzialità di quelle che sono invece le tecnologie più innovative nel campo.
In particolare i temi trattati saranno:
• Studio delle potenzialità e delle metodologie di applicazione delle tecniche di isolamento per l’adeguamento di edifici e ponti esistenti
• Criteri di verifica e sperimentazione su dispositivi in gomma e dispositivi del tipo Friction Pendulum</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>AT1-1.1a.3.h</td><td>Definizione metodologie di analisi per gli edifici storici in muratura ed elaborazione linee guida di intervento destinate ai tecnici ed alle aziende</td><td>Cartaceo
(M36)</td></tr>
</table>

		operanti nel settore.	
	AT2-2.3.2	*Redazione di manuali contenenti indicazioni progettuali per l'applicazione delle tecnologie di isolamento per l'adeguamento di ponti ed edifici*	*Cartaceo* *(M36)*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR	**Task**	**Citazione**	
	AT1-1.1a.3.h	A. De Luca, E. Mele, G. Brandonisio, R. de Lucia, R. Santaniello (2007). Geometrical and mechanical characteristics of a sample of masonry church buildings. Studies on Historical Heritage - 17-21 September 2007 Antalya (Turkey) A. De Luca, E. Mele, A. Giordano, R. De Lucia (2008). Effects of vertical loads on horizontal capacity of masonry arches trough limit analysis. Prohitec 2008 A. De Luca, A. Giordano, E. Mele, A. Romano (2007). A simple formula for predicting the horizontal capacity of masonry portal frames. Engineering Structures	
	AT2-2.3.2	G. Cuomo; A. De Luca; E. Mele (2008). Design aspects in seismic isolation: application to retrofit churches. International Journal Of Architectural Heritage pp.247- 273 Vol.2, A. De luca;E. Mele; J. Molina; G. Verzelletti; A. Pinto (2001). Base isolation for retrofitting historic buildings: evaluation of seismic performance through experimental investigation. Earthquake Engineering & Structural Dynamics pp.1125- 1145 Vol.30 A. De Luca, E. Mele, G. Cuomo (2007). New trends and needs in design of base isolated buildings. pp.1- 12 4th International Conference on The Conceptual Approach to Structural Design - 27-29 June 2007 Venezia	

Scheda UR - UNIPARTH

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIPARTH-DiT, Università degli Studi di Napoli “Parthenope”</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento per le Tecnologie, Università degli Studi di Napoli “Parthenope”, Centro Direzionale, isola C7/4, 80143, Napoli, Tel. 081 547 6733, Fax.081 547 6777.</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Antonio Occhiuzzi</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Antonio Occhiuzzi</td><td>Professore Associato</td><td>DiT</td></tr>
<tr><td>Nicola Caterino</td><td>Ricercatore</td><td>DiT</td></tr>
<tr><td>Giuseppe Maddaloni</td><td>Ricercatore</td><td>DiT</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2.3</td><td colspan="2">2.3.2</td></tr>
<tr><td>3.1</td><td colspan="2">3.1.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task 2.3.2:
I sistemi di controllo semi-attivo, allo stato attuale delle conoscenze, comportano una relativamente elevata complessità esecutiva che mal si accoppia alla bassa probabilità del verificarsi di eventi che ne attivino il funzionamento nel corso della vita della costruzione. Sebbene detta complessità appare allo stato una forte limitazione nell’effetiva adozione di tali sistemi alle costruzioni civili, tali sistemi possono però risultare interessanti per strutture comunque già dotate di sistemi di monitoraggio sismico e/o di early warning. Sussiste quindi l’esigenza di studiarne dal punto di vista applicativo gli aspetti connessi alla loro integrazione, attività da condurre trasversalmente e congiuntamente con l’AT-3 Linea 1 (Sviluppo di tecnologie per il monitoraggio e la gestione del rischio sismico) del presente progetto.
In particolare, l’attività di ricerca prevista, sia teorica che sperimentale, è finalizzata alla esatta individuazione della sensoristica e dell’elettronica necessaria per sistemi di controllo semi-attivo, di monitoraggio e di early warning sismico e nella verifica del possibile utilizzo multiplo delle componenti che appartengono alla intersezione dei tre tipi di sistemi anzidetti. A partire dal prototipo jet-pacs del progetto Reluis 1, i risultati dello studio saranno effettivamente applicati ad un modello strutturale in scala 1:1,5 per evidenziare la fattibilità e l’efficacia delle soluzioni proposte, nell’ottica di una ottimizzazione delle prestazioni e dei costi, e per misurare i vantaggi ottenibili in termini di robustezza rispetto alla protezione con sistemi puramente passivi.

Task 3.1.2
Il principale obiettivo della presente attività di ricerca è lo studio delle potenzialità dei sistemi di controllo strutturale basati sulla conoscenza di alcuni parametri descrittori di un evento sismico che siano resi disponibili in sito da un sistema di Early Warning (SEWS) alcuni secondi prima che effettivamente si verifichi l’evento.
In particolare, la risposta strutturale può venire sensibilmente ridotta mediante l’utilizzo di sistemi di dissipazione concentrata di energia: tuttavia, la corrispondente efficacia è fortemente influenzata da una corretta relazione progettuale tra caratteristiche del moto sismico ed entità della dissipazione localizzata. Le attuali attività di ricerca sui SEWS riguardano la possibilità di stimare in anticipo l’accelerazione di picco al suolo (PGA) e/o lo spettro di risposta. Contestualmente, si sono resi recentemente disponibili dispositivi intelligenti capaci di modificare le proprietà di dissipazione energetica in tempi rapidissimi ed in base ad un controllo di natura elettrica. Pertanto, risulta teoricamente possibile utilizzare i dispositivi di dissipazione energetica intelligente in combinazione con le informazioni trasmesse da SEWS, ottenendo un dimensionamento ottimale del sistema di dissipazione localizzato qualunque sia il moto sismico in arrivo su un organismo strutturale senza dover affrontare gli oneri e le complessità legate a sistemi di controllo strutturale attivi o semi-attivi.
L’attività di ricerca prevista, pertanto, si propone di confrontare l’efficacia ed i costi stimabili per i sistemi dissipativi intelligenti rispetto alle corrispondenti caratteristiche dei sistemi puramente passivi.</td></tr>
</table>

Prodotti di cui è responsabile l'UR	Task	Descrizione	Mese di consegna e formato
	Task 2.3.2	*Documento relativo alle possibilità di integrazione fra i sistemi semi-attivi, di monitoraggio ed early warning*	*36 - Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	Task	Citazione
	Task 2.3.2	1. A. Occhiuzzi, Additional viscous dampers for civil structures: analysis of design methods based on modal damping ratios, Engineering Structures, vol. 31, n. 5, 1093-1101, 2009. 2. A. Occhiuzzi, Control algorithms for semi-active structural systems: do they really matter?, Advances in Science and Technology, vol. 56, 182-187, 2008. 3. A. Occhiuzzi, N. Caterino, Comparative evaluation of phenomenological models for MR dampers, A. K. Belyaev and D.A. Indeitsev (eds), proc. 4th European Conference on Structural Control, San Petersburg, Russia, 2008, vol. 1, 157-166. 4. A. Occhiuzzi, M. Spizzuoco, N. Caterino, Experimental verification of semi-active magneto-rheological dampers for earthquake structural control, proc. 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, 2008. 5. A. Occhiuzzi, M. Spizzuoco, Experimental analysis of a semi-actively controlled steel building, Structural Engineering and Mechanics, vol. 19, n. 6, 2005.
	Task 3.1.2	1. A. Occhiuzzi, N. Caterino, G. Maddaloni, Exploitation of seismic early warning networks for structural control, A. K. Belyaev and D.A. Indeitsev (eds), proc. 4th European Conference on Structural Control, San Petersburg, Russia, 2008, vol. 2, 292-299. 2. A. Occhiuzzi, N. Caterino, G. Maddaloni, Structural control strategies for seismic early warning systems, proc. 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, 2008. 3. A. Occhiuzzi, I. Iervolino, G. Manfredi, Feedforward control algorithms for seismic early warning systems, proc. of the 4th World Conference on Structural Control and Monitoring, San Diego, USA, 2006. 4. A. Occhiuzzi, V. Grasso, G. Manfredi, Early warning systems from a structural control perspective, in Flesch R., Irschik H. and Krommer M. (eds) "Proc. of the 3rd European Conference on Structural Control", vol. 2, S5 63-66, TU, Wien, Austria, 2004, ISBN 3-901167-90-0. 5. V. F. Grasso, I. Iervolino, A. Occhiuzzi, G. Manfredi, Critical issues of seismic early warning systems for structural control, 9th International Conference on Structural Safety and Reliability (ICOSSAR), Rome, Italy, 2005.

Scheda UR - UNIPG

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIPG-DICA, Università degli Studi di Perugia</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale (DICA), Università degli Studi di Perugia, via G. Duranti 93, 06125, Perugia, Tel. 075-5853616, Fax. 075-5853830</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Marco Mezzi</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Marco Mezzi</td><td>Professore Associato</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Fabrizio Comodini</td><td>Assegnista di Ricerca</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Enrico Tomassoli</td><td>Dottorando / Borsista</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Paolo Tognaccini</td><td>Tecnico Laureato</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2.3</td><td colspan="2">2.3.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2.3.2 Sviluppo ed analisi di nuove tecnologie per l'adeguamento sismico
1. <u>Adeguamento e miglioramento sismico delle costruzioni esistenti tramite isolamento sismico</u>: Studio di metodologie operative standard per l'inserimento di sistemi di isolamento alla base di edifici esistenti. Individuazione di tipologie ricorrenti per le quali verranno sviluppate le filiere operative necessarie per l'inserimento dei dispositivi con particolare focalizzazione sugli aspetti costruttivi di ciascuna fase: accesso alla sottostruttura, lavorazioni preliminari, esecuzione del distacco, esecuzione degli alloggiamenti, installazione, lavorazioni successive, soluzione di continuità. Sviluppo di metodologie semplificate per la definizione delle soglie di isolamento ottimali, in funzione della tipologia di dispositivi impiegabili e dei meccanismi di collasso della sovrastruttura. Valutazioni di compatibilità economica.
2. <u>Sviluppo di nuovi dispositivi di isolamento, anche a basso costo:</u> Studio di dispositivi a basso costo da inserire nell'ambito delle unioni di sistemi costruttivi prefabbricati. Gli aspetti economici e costruttivi dovranno essere parimenti considerati. I sistemi di protezione potranno essere basati su dispositivi isolatori a scorrimento o dissipatori plastici di concezione semplice in modo da contenerne i costi, da evitare le complicazioni costruttive, da poter essere adattati alle linee produttive preesistenti, da essere economicamente compatibili. Obiettivi della applicazione dei sistemi di protezione ai sistemi prefabbricati sono: compatibilità in zona sismica di sistemi costruttivi non ottimali, aumento della capacità sismica di sistemi sismo-resistenti, riduzione del costo costruttivo degli elementi per compensare il costo dei dispositivi.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td>Metodologie operative standard per l'isolamento di tipologie ricorrenti.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td>Schemi di dispositivi a basso costo da utilizzare nelle unioni di sistemi costruttivi prefabbricati.</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td colspan="2">1. M.Mezzi, R.de Nunno, A.Marimpietri "Ipotesi per l'Isolamento Sismico di Due Complessi Monumentali di Perugia: la Fontana Maggiore e la Chiesa di San Bevignate". Intern. Meet. on Base Isolation and Passive ... Assisi, Giugno 1989.</td></tr>
</table>

		2. *M. Mezzi "Enhancing the Seismic Performance of Existing "Pilotis" Configurations" IABSE 2006 Symposium. Budapest, Hungary, September 2006* 3. *M. Mezzi "Motion vs. Firmitas: New Visions in Seismic Design" 4th Int. Spec. Conf. on The Conceptual Approach to Structural Design. Venice. June 2007* 4. *M.Mezzi, F.Comodini, "Comparative Economic Assessment of R/C Buildings with Innovative Seismic Protection Systems" 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, October, 2008.* 5. *M.Mezzi, V.Mariani "Innovative Use of the Stone in Seismic Resistant Architecture" 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, October, 2008*

Scheda UR - UNICAL

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNICAL-DMI, Università della Calabria</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Modellistica per l’Ingegneria (DMI), Università della Calabria, Cubo 39c, 87036 Rende (Cosenza), Tel. 0984-49-4076 / -6908, Fax.0984-494043</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Alfonso VULCANO - Fabio MAZZA
Tel. 0984-49-4022 / -6908
E-mail: vulcano@unical.it / fabio.mazza@unical.it</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Alfonso VULCANO</td><td>Ordinario</td><td>DMI</td></tr>
<tr><td>Fabio MAZZA</td><td>Ricercatore</td><td>DMI</td></tr>
<tr><td>Rosamaria IACCINO</td><td>Dottore di ricerca</td><td>DMI</td></tr>
<tr><td>Eugenio OTRANTO</td><td>Dottore di ricerca</td><td>DMI</td></tr>
<tr><td>Giovanna SPITALERI</td><td>Dottore di ricerca</td><td>DMI</td></tr>
<tr><td>Ida CHIURCO</td><td>Ingegnere</td><td>DMI</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2.3</td><td colspan="2">2.3.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2.3.2:
L’obiettivo principale della presente ricerca è lo sviluppo di una procedura di progetto di tipo prestazionale per l’adeguamento antisismico di edifici a struttura intelaiata in c.a. mediante l’inserimento di isolatori alla base ovvero di controventi dissipativi.
In particolare, per un determinato livello d’intensità sismica di progetto, si vuole conseguire un livello di danneggiamento ritenuto accettabile per le parti strutturali o per quelle considerate non strutturali (tramezzature ed impianti).
L’intervento sull’esistente presenta la peculiarità che la struttura ha caratteristiche predefinite, in genere non in senso ottimale rispetto alla tecnica di controllo passivo che si vuole adottare. Inoltre, in molti casi la stessa struttura presenta limitate capacità deformative in campo plastico e l’utilizzo delle tecniche anzidette investe aspetti che richiedono approfondimenti.
Infatti, l’inserimento di isolatori, oltre a comportare una distribuzione delle forze orizzontali diversa rispetto a quella adottata per il progetto della struttura originaria, può diventare particolarmente critico se la sovrastruttura subisce deformazioni plastiche.
D’altra parte, nel caso si inseriscano controventi dissipativi nella struttura in elevazione, devono essere individuati i criteri da seguire nella loro distribuzione, anche per evitare che nei pilastri vengano attinti elevati sforzi di compressione (che, nel caso di pilastri in c.a., possono indurre rottura fragile) o addirittura sforzi di trazione.

Verranno sviluppati i seguenti aspetti:
- formulazione della procedura di progetto per diverse tipologie di isolatori;
- formulazione della procedura di progetto per diverse tipologie di dissipatori;
- calibrazione di un opportuno coefficiente riduttivo del fattore di smorzamento viscoso equivalente, in funzione della tipologia adottata per gli isolatori o per i dissipatori;
- validazione della procedura di progetto mediante estese indagini parametriche in regime dinamico non lineare;
- applicazione a casi reali di edilizia privata o pubblica (per es., scuole), valutando l’efficacia delle diverse soluzioni progettuali adottate mediante confronto tra le prestazioni della struttura originaria e quelle delle strutture adeguate con isolamento alla base o con controventi dissipativi.</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	2.3.2	*Procedura di progetto di tipo prestazionale per l'adeguamento antisismico di edifici a struttura intelaiata in c.a. mediante isolamento alla base o controventi dissipativi*	*36 – Manuale con esempi applicativi.*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	2.3.2	1. *Mazza F., Vulcano A. (2008). Displacement-based design of dissipative braces at a given performance level of a framed building.* Procs. 14th World Conference on Earthquake Engineering, October 12-17, Beijing, China, paper n. 14-53. 2. *Mazza F., Vulcano A. (2008). Effects of horizontal and vertical near-fault ground motions on the nonlinear dynamic response of rc buildings with different base-isolation system.* Procs. 14th World Conference on Earthquake Engineering, October 12-17, Beijing, China, paper n. 11-30. 3. *Ponzo F. C., Di Cesare A., Nigro D., Moroni C., Auletta G., Vulcano A., Mazza F., Dolce M., Marnetto R. (2009). JET-PACS Project: comparison between experimental and numerical results on a steel frame equipped with hysteretic damped braces.* Atti del XIII Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", ANIDIS2009, Bologna, SM06_02. 4. *Mazza F., Vulcano A. (2009). Nonlinear response of base-isolated rc framed buildings with isolation and supplemental damping at the base subjected to near-fault earthquakes.* Journal of Earthquake Engineering, 13(5): 690-715. 5. *Mazza F., Vulcano A. (2010). Nonlinear dynamic response of rc framed structures subjected to near-fault earthquakes.* Bulletin of Earthquake Engineering (in press).	

Scheda UR – UNIUD

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIUD-DICA, Università degli Studi di Udine</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICA), Università degli Studi di Udine, via delle Scienze 208, 33100, Udine, Tel.: 0432-558050, Fax: 0432-558052</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Stefano Sorace</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Stefano Sorace</td><td>Professore associato</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Gloria Terenzi</td><td>Ricercatore</td><td>Università degli Studi di Firenze -DICEA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2.3</td><td colspan="2">2.3.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.2:
1. Studio di sistemi d’isolamento a pendolo con superficie multipla di scorrimento ai fini dell’applicazione agli edifici esistenti, quale estensione di attività di analisi recentemente avviate in riferimento alle nuove costruzioni. Definizione di criteri di ottimizzazione delle prestazioni in funzione di diversi coefficienti di attrito delle superfici interessate, e determinazione di abachi e tabelle di pronto uso per i progettisti. Tali attività s’inquadrano tra quelle previste al punto 1 del programma generale del Task 2.3.2.

2. Definizione di due o tre prototipi di isolatori a pendolo multi-superficie, e svolgimento di prove di caratterizzazione presso il laboratorio di una delle sedi partecipanti alla Linea 2.3. Verifica di alcune delle soluzioni individuate al punto 1 tramite i risultati sperimentali ottenuti. Tali attività costituiscono il completamento degli studi di cui al punto precedente, inquadrandosi altresì anche tra quelle previste al punto 2 del programma generale del Task 2.3.2.

3. Sviluppo di metodi di progetto ulteriormente semplificati, rispetto a quelli già concepiti e messi a punti in precedenti ricerche, riguardo ai sistemi di dissipazione basati sull’impiego dei dispositivi fluido-viscosi ricentranti ad elevata non linearità. Contributo alla redazione delle linee guida di progetto incluse tra i prodotti della nuova ricerca. Tali attività s’inquadrano tra quelle previste al punto 4 del programma generale del Task 2.3.2.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td>Rapporto tecnico relativo alle attività sperimentali di cui al punto 2.</td><td>24 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td>Rapporto tecnico di sintesi relativo alle attività analitiche e di definizione di criteri progettuali di cui ai punti 1 e 3.</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td colspan="2">1. Molina, F. J., Sorace, S., Terenzi, G., Magonette, G., Viaccoz, B. (2004). Seismic tests on reinforced concrete and steel frames retrofitted with dissipative braces. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Wiley & Sons, Ltd, 33(11): 1373-1394.
2. Sorace, S., Terenzi, G. (2008). Seismic protection of frame structures by fluid viscous damped braces. Journal of Structural Engineering, ASCE, 134 (1): 45-55.</td></tr>
</table>

		3. Sorace, S., Terenzi, G., Magonette, G, Molina, F. J. (2008). Experimental investigation on a base isolation system incorporating steel-Teflon sliders and pressurized fluid viscous spring-dampers. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, Wiley & Sons, Ltd, *37(2), 225-242.* 4. Sorace S., Terenzi G. (2008). Analysis and demonstrative application of a base isolation/supplemental damping technology. Earthquake Spectra, EERI, *24(3), 775-793*. *5.* Sorace, S., Terenzi, G. (2009). *Fluid viscous damper-based seismic retrofit strategies of steel structures: general concepts and design applications*. Advanced Steel Construction, HKISC, *5(3), 322-329*.

Scheda UR - UNISA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNISA, Università degli Studi di Salerno</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile, Via Ponte Don Melillo, 84084 Fisciano, SA
Tel. 089/964109 – 089/964110 Fax. 089/964109</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Bruno Palazzo</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Bruno Palazzo</td><td>Prof. Ordinario</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Petti Luigi</td><td>Ricercatore</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>De Iuliis Massimiliano</td><td>Assegnista</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Marino Ivana</td><td>Assegnista</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td>Castaldo Paolo</td><td>Dottorando</td><td>DICIV</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.3.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2.3.2
1. Sperimentazione di strategie innovative per l’adeguamento ed il miglioramento sismico delle costruzioni sia di nuova realizzazione che esistenti tramite isolamento sismico;
2. Definizione di nuove metodologie e sistemi di controllo semi-attivi sulla base di informazioni rese disponibili da sistemi early warning;
3. Analisi di criteri ottimali di progetto per la mitigazione della risposta sismica mediante dissipazione passiva.
Sono previste sperimentazioni numeriche finalizzate a valutare l’efficacia e la robustezza di strategie innovative per l’isolamento sismico delle costruzioni sia di nuova realizzazione che esistenti. Tra le nuove strategie saranno anche considerate quelle che implementano tecniche di controllo semi-attivo capaci di avvalersi delle informazioni rese disponibili da sistemi di monitoraggio e/o early warning</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td>Criteri di progetto di sistemi innovativi per la protezione sismica di edifici di nuova realizzazione ovvero esistenti mediante l’isolamento alla base e/o la dissipazione supplementare di energia</td><td>36 – Cartaceo, Manuali</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td colspan="2">1. Palazzo B., Petti L., De Iuliis M. “Torsional seismic response control of asymmetric-plan by using viscous dampers”, In: Seismic Engineering for Concrete Structures. Italian Perspective, M.A. CHIORINO AND A. NANNI EDS., pp. 95-104, 2006, Vol. 1, ISBN: 8887030-99-5
2. Petti L., De Iuliis M., Palazzo B. “Semi-active control of structures by using early warning seismic network information”, Proceedings of the 4th ECSC Conference – European Conference on Structural Control, September 8-12, 2008, San Petersburg, Russia
3. Petti L., De Iuliis M. "Robust design of a Single Tuned Mass Damper for controlling torsional response of asymmetric-plan systems", Journal of Earthquake Engineering, 13(1), 2009, pp. 108-128.
4. Petti L., De Iuliis M. “Torsional Seismic Response Control Of Asymmetric-Plan Systems By Using Viscous Dampers”, Engineering Structures 30 (2008), pp. 3377-3388
5. Petti L., Giannattasio G., De Iuliis M., Palazzo B. “Small scale experimental testing to verify the effectiveness of the base isolation and tuned mass dampers combined control strategy” –Smart Structures and Systems Vol. 6, n°1, 2010, pp 57-7 2.</td></tr>
</table>

Scheda UR - UNICAM

Affiliazione principale	*UR – UNICAM-SAD, Università degli Studi di Camerino*		
Sede amministrativa	*Scuola di Architettura e Design(SAD)- Università di Camerino, Sede dell'Annunziata, Viale della Rimembranza, 63100 Ascoli Piceno. Tel 0736-249640, Fax 0736-249672*		
Coordinatore dell'unità	*Andrea Dall'Asta*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Andrea Dall'Asta	Professore	SAD
	Graziano Leoni	Professore	SAD
	Alessandro Zona	Ricercatore	SAD
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	2.3	2.3.2	

Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task

Task 2.3.2:

Manuale per la progettazione di sistemi dissipativi: edifici esistenti in c.a. con dispositivi elasto-plastici ad instabilità impedita (BRB) ed elastomerici (HDR)

Obiettivi: L'attività dell'unità è orientata a fornire indicazioni operative per l'adeguamento/miglioramento di edifici esistenti in c.a. a bassa duttilità mediante sistemi dissipativi con BRB e dispositivi elastomerici (HDR). Verranno fornite indicazioni sui seguenti aspetti specifici: criteri preliminari di dimensionamento, affidabilità di metodi semplificati di analisi (fattore di struttura, smorzamento equivalente) indicazioni relative a problemi costruttivi tipici (dettagli costruttivi, interazione con elementi non strutturali, posizionamento all'interno del telaio esistente)

Attività

Ricognizione di esperienze realizzative ed analisi critica di soluzioni alternative per l'inserimento di controventi dissipativi (BRB e HDR)

Individuazione di casi studio reali per i quali siano disponibili rilievi adeguati. Definizione degli obiettivi di progetto ed individuazione di soluzioni ottimali da utilizzare come riferimento per le attività successive. Valutazione della robustezza delle soluzioni e della sensibilità della risposta nei confronti delle incertezze.

Criteri per la progettazione preliminare. Valutazione dei risultati forniti da criteri di progetto presenti in letteratura e confronto con le prestazioni fornite dalle soluzioni di riferimento.

Metodi di analisi. Definizione di metodi di analisi lineari basati su un fattore di riduzione che tenga conto della ripartizione di azioni tra telaio fragile e controvento elasto-plastico nel caso di controventi BRB e basati su un coefficiente di smorzamento complessivo nel caso di dispositivi elastomerici.

Studio delle problematiche costruttive relative ai casi studio ed elaborazione di soluzioni ottimali a livello esecutivo

Sintesi dei risultati e dei casi applicativi da riportare nel manuale e redazione delle parti di competenza dell'unità.

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 2.3.2	*Manuale di progettazione/istruzioni normative*	*36 - Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 2.3.2	*1. Ragni L., Dezi L., Dall'Asta A., Leoni G. (2009) HDR devices for the seismic protection of frame structures: experimental*	

		results and numerical simulations, Earthquake Engineering and Structural dynamics, 38(10), 1199-1217 2. *Dall'Asta A., Ragni L., Tubaldi E., Freddi F. (2009) Design methods for existing r.c. frames equipped with elasto-plastic or viscoelastic dissipative braces - Atti dell'A.N.I.D.I.S. 2009 – Bologna 28 giugno-2 luglio* 3. *Dall'Asta A., Ragni L (2008) Dynamic systems with high damping rubber: non-linear behaviour and linear approximation - Earthquake Engineering and Structural dynamics, 37(13), 1551-1566* 4. *Dall'Asta A., Ragni L., Zona A. (2008) A design method for steel frames equipped with buckling restrained braces – Proceedings of 14th world conference on Earthquake Engineering – Beijing, 12-17 October* 5. *Dall'Asta A., Ragni L (2006) Experimental tests and analytical model of high damping rubber dissipating devices – Engineering Structures, 30(12), 3610-3618*

Scheda UR - POLIBA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – POLIBA-DICA, Politecnico di Bari</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA), Politecnico di Bari, via Orabona 4, 70125, Bari, Tel. 080-5963724, Fax. 080-5963719</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Dora Foti</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Dora Foti</td><td>Professore Associato</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Francesco Paparella</td><td>Tecnico di laboratorio</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Mariella Diaferio</td><td>Ricercatore Universitario</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Michele Mongelli</td><td>Dottorando</td><td>DICA</td></tr>
<tr><td>Riccardo Nobile</td><td>Ricercatore Universitario</td><td>DII</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2.3</td><td colspan="2">2.3.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2.3.2
1. Dissipatori a taglio con pannelli in alluminio, in acciaio dolce e in SMA (austenite e/o martensite).
2. Isolatori di base a ricircolo di cilindri o sfere di acciaio su elementi in gomma e acciaio, a basso costo, per edifici leggeri mono o bi-piano, case uni e bi-familiari, costruzioni rurali.
3. Definizione di regole e criteri di progettazione di sistemi protetti con dissipatori isteretici a taglio (v. pto. 1).

I dispositivi proposti ai pti. 1 e 2 saranno realizzati dall TEC s.rl.. e si prevedono prove di caratterizzazione dei suddetti dispositivi.
Il comportamento dei dissipatori previsti al pto. 1 sarà confrontato con il comportamento degli stessi esaminato e ottimizzato nel precedente progetto ReLuis Linea 7. Si auspica la possibilità di eseguire prove su tavola vibrante sul telaio Jet-pacs del progetto ReLuis, per poter confrontare il comportamento dei nuovi e maggiormente ottimizzati dissipatori con quelli precedentemente testati.
Si prevedono prove su tavola vibrante di un telaio in acciaio monopiano e monocampata, protetto con gli isolatori a rotolamento (v. pto. 2). Tali isolatori, per la loro semplicità e il basso costo, sono intesi per una diffusione nei paesi in via di sviluppo.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td>Prototipo di dissipatore di energia isteretico a taglio; prototipo di isolatore a rotolamento; indicazioni per le linee guida di progettazione di sistemi dissipativi isteretici a taglio</td><td>36 – per i prototipi in scala da definire; per le indicazioni progettuali cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td colspan="2">1. D. FOTI, J.M. KELLY: “Experimental analysis of a model isolated at the base with Rubber-Layer Roller Bearings (RLRB)”, European Earthquake Engineering, Bologna, Italy, n.2/96, pp. 3-13, ISSN: 0394-5103.
2. D. FOTI, J.M. KELLY: “ Experimental study of a reduced scale model seismically base isolated with rubber-layer roller bearings (RLRB)”, Seismic Engineering Monographs, Centro Internacional de Metodos</td></tr>
</table>

		Numericos en Ingenieria, Barcelona, Spain, Monograph IS-18, 1996, ISBN: 84-87867-82-0. 3. *M. DIAFERIO, D. FOTI, R. NOBILE: "Hysteretic Dissipators in Aluminium and Steel: Optimal Design and Preliminary Characterization Tests", International Journal of Advanced Structural Engineering, Vol. 1, n. 1, July 2009, p. 77-92.* 4. *M. DIAFERIO, D. FOTI, R. NOBILE,: "Aluminium-Steel Energy Dissipators for Passive Protection of Structures", Atti della "14th World Conference on Earthquake Engineering (14WCEE)", Pechino, 12-17 Ottobre 2008.*

Scheda UR - POLIMI

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">POLIMI, Politecnico di Milano</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIS),Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano, Tel 02 2399 4362, Fax 02 2399 4369</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">POGGI Carlo</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Quaglini Virginio</td><td>Ricercatore</td><td>DIS-POLIMI</td></tr>
<tr><td>Dubini Paolo</td><td>Assegnista</td><td>DIS-POLIMI</td></tr>
<tr><td>Ferroni Daniela</td><td>Dottorando</td><td>DIS-POLIMI</td></tr>
<tr><td>Poggi Carlo</td><td>Prof. Ordinario</td><td>DIS-POLIMI</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2.3</td><td colspan="2">2.3.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1
1. Caratterizzazione delle proprietà di attrito ed usura di materiali per cuscinetti a scorrimento della tecnica nota e costruzione di un database di proprietà.
2. Sviluppo di materiali compositi con caratteristiche di attrito controllato e resistenza ai carichi, alla usura e alle temperature elevate.
3. Caratterizzazione dei materiali sviluppati nella attività 2 in condizioni di esercizio rappresentative dell’impiego in isolatori sotto eccitazione sismica.
4. Prove su prototipi di isolatori a scorrimento incorporanti i nuovi materiali sviluppati atti a validarne la idoneità all’impiego. Le condizioni di prova verranno ricavate dalla norme tecniche sui dispositivi di isolamento sismico EN 15129 e norme AASHTO.
Per le prime tre attività sono previste prove sperimentali che si svolgeranno presso il Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano. Per la quarta attività è prevista una collaborazione con il laboratorio dell’EUCENTRE di Pavia.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td>Sviluppo e validazione di materiali ad attrito controllato per isolatori a scorrimento</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td colspan="2">1. Quaglini V., Dubini P., Ferroni D., Poggi C., Influence of counterface roughness on friction properties of engineering plastics for bearing applications Materials and Design, Materials and Design (2009) 30:1650-1658.
2. Quaglini V., Poggi C., Manzoni G., Marioni A., Sperimentazione su isolatori a pendolo scorrevole e materiali componenti. In: Tecnologie per l'isolamento ed il controllo di strutture ed infrastrutture (a cura di De Luca A., Serino G.), Polistampa, 2009.
3. Quaglini V., Poggi C., Manzoni G., Marioni A., Sperimentazione su isolatori a pendolo scorrevole e materiali componenti. In: Atti XIII Convegno ANIDIS (2009), su CD-ROM.</td></tr>
</table>

Scheda UR – UNIAQ-CERFIS

Affiliazione principale	*UR – UNIVAQ-CERFIS, CEntro di Ricerca e Formazione in Ingegneria Sismica - Università degli Studi dell'Aquila*		
Sede amministrativa	*CEntro di Ricerca e Formazione in Ingegneria Sismica* *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI L'AQUILA* *Nucleo Industriale di Bazzano - Località Monticchio - 67100 L'AQUILA* *Tel. : 0862-434503-05, Fax: +39 0862 434548 email:flavio.grimaldi@univaq.it*		
Coordinatore dell'unità	*Prof. Vincenzo Gattulli*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Vincenzo Gattulli	Professore Associato	DISAT
	Marco Lepidi	Assegnista di Ricerca	DISAT
	Francesco Potenza	Borsista INFN	INFN
	Alfredo Ceci	Dottorando	DISAT
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	2.3	2.3.2	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task	**Task 2.3.2** 1. *Metodi e criteri di ottima allocazione delle risorse nell'utilizzo di sistemi di protezione sismica (pareti di taglio, controventi dissipativi, isolamento alla base) per l'adeguamento sismico di strutture esistenti nel territorio dell'Aquila.* 2. *Metodi di progetto per il dimensionamento e l'ottima disposizione di dissipatori viscosi lineari, viscosi non lineari, ad attrito, elastoplastici.* 3. *Metodi di progetto delle grandezze caratteristiche di dissipatori magnetoreologici (f_{max}, f_{min}, drift, sensibilità all'intensità di corrente, sensibilità alla differenza di potenziale). Algoritmi di controllo non collocati di tipo discontinuo (ON-OFF), di tipo continuo.* 4. *Metodologie di attivazione di sistemi semi-attivi attraverso ricezione di segnali da reti di monitoraggio strutturale wireless od earthquake early-warning.* 5. *I temi suddetti saranno ampiamente trattati attraverso una serie di casi studio, quali l'adeguamento sismico degli edifici della Facoltà di ingegneria, dell'ospedale San Salvatore, di una serie di palazzi storici al centro dell'Aquila (Direzione Generale della Carispaq, palazzo Camponeschi, palazzo Carli).*		
Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 2.3.2	L'unità partecipa ai sottotemi 4 e 5: Linee guida progettazione dei sistemi dissipativi di tipo passivo; integrazione sistemi di controllo semi-attivo, di monitoraggio ed early warning.	*36 – Manuale linee guida*
Pubblicazioni rilevanti	**Task**	**Citazione**	

del personale UR in relazione alle attività previste	*Task 2.3.2*	1. Ceci A. M., Contento A., Fanale L., Galeota D., Gattulli V., Lepidi M.,Potenza F. (2010). *Structural performance of the historic and modern buildings of the University of L'Aquila during the seismic events of April 2009.* Engineering Structures vol 32(7), pp.1899-1924. 2. Gattulli V., Lepidi M., Potenza F. (2009). *Seismic protection of frame structures via semi-active control: modelling and implementation issues*. Earthquake Engineering and Engineering Vibrations vol 8(4), pp.627-645. 3. Lepidi M., Gattulli V., Foti D. (2009). *Bell-swinging resonances and their cancellation identified by dynamical testing in a modern bell tower*. Engineering Structures vol 31(7), pp.1486-1500. 4. Gattulli V., Lepidi M., Potenza F. (2010). *Design of damper viscous properties for semi-active control of asymmetric structures*. IUTAM Symposium on Nonlinear Stochastic Dynamics and Control, Springer-Verlag, IUTAM Book series. 5. Ceci A., Fanale L., Galeota D., Gattulli V., Lepidi M., Potenza F. (2010). *Seismic retrofitting of recently-built Engineering Faculty edifices at L'Aquila*. Conference on Sustainable Development Strategies for Constructions in Europe and China Roma, Italy, 19-20 April.

Scheda UR - UNINA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNINA-DIST_Se, Università degli Studi di Napoli Federico II</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel. 081-7683182, Fax. 081-7683406</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Giorgio Serino</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Giorgio Serino</td><td>Professore Ordinario</td><td rowspan="5">DIST</td></tr>
<tr><td>Mariacristina Spizzuoco</td><td>Tecnico Laureato</td></tr>
<tr><td>Concetta Onorii</td><td>Assegnista</td></tr>
<tr><td>Julián Londoño</td><td>Dottore di ricerca</td></tr>
<tr><td>Andrea Calabrese</td><td>Dottorando</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2.3</td><td colspan="2">2.3.2</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2.3.2 Sviluppo ed analisi di nuove tecnologie per l'adeguamento sismico
1. <u>Adeguamento e miglioramento sismico delle costruzioni esistenti tramite isolamento sismico</u>: Sviluppo di procedure operative finalizzate all’individuazione delle soluzioni standard più adatte (isolatori in gomma, o del tipo “friction pendulum”, o di tipo “wire rope”, oppure quelli ad attrito che sono realizzati mediante semplici piastre in acciaio) per realizzare l’isolamento sismico di diverse tipologie strutturali (edifici, strutture leggere), e definizione delle specifiche relative al montaggio dei dispositivi di isolamento.
2. <u>Sviluppo di nuovi dispositivi di isolamento, anche a basso costo:</u> Definizione della geometria e dei materiali ottimali per la realizzazione di isolatori in gomma riciclata armati con fibre/tessuti in materiale composito, tali da soddisfare i requisiti di basso costo, basso peso e maggiore flessibilità nelle applicazioni all’edilizia residenziale comune; caratterizzazione teorica e sperimentale di prototipi degli isolatori su definiti.
3. <u>Pile da ponte con isolamento sismico:</u> Studio di metodologie operative capaci di definire il sistema di isolamento più adatto (dispositivi in gomma, o ad attrito) da adottare nel caso degli impalcati da ponte; realizzazione di prove sperimentali su un modello di impalcato isolato presso UNIBAS.
4. <u>Manuale con linee guida per la progettazione dei sistemi dissipativi di tipo passivo:</u> Contributo allo sviluppo, organizzazione e stesura di linee guida semplici e robuste per la progettazione di dispositivi di dissipazione con diversi meccanismi di funzionamento.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.2</td><td>Procedure applicative per l'isolamento sismico di edifici e strutture leggere.</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 3.2</td><td>Prototipo del nuovo dispositivo di isolamento a basso costo.</td><td>24 - Prototipo</td></tr>
<tr><td>Task 3.2</td><td>Rapporto tecnico relativo all’attività sperimentale sul nuovo dispositivo a basso costo.</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 3.2</td><td>Metodologie operative per l'isolamento sismico di impalcati da ponte.</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
</table>

	Task 3.2	*Manuale con linee guida per la progettazione dei sistemi dissipativi di tipo passivo.*	*36 - Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 3.2	1. *Serino, M.Spizzuoco, M.R.Marsico, S.Chandrasekaran "The monitoring system of an isolated religious building in Italy: a recent acquisition of the Italian "OSS"". Proc. of Fourth European Conference on Structural Control, St.Petersburg, Russia, pp. 737-744, ISBN: 978-5-904045-10-4, 2008*. 2. *C.Onorii, G.Serino. "Analytical modeling and experimental validation of a recycled rubber material". 5th European Conference on Constitutive Models for Rubber, Parigi, Francia, Settembre, 2007*. 3. *Serino, J.M.Londoño, M.Spizzuoco "Application of nonlinear devices for seismic protection of buildings: experimental testing and real-time substructuring simulation". Atti del XIII Congresso Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Bologna, Italia, 2009*. 4. *N.Caterino, M.Spizzuoco, A.Occhiuzzi "Caratterizzazione sperimentale di dissipatori magnetoreologici semi-attivi". Atti del XIII Congresso Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Bologna, Italia, 2009*. 5. *G.Serino, M.Spizzuoco, M.R.Marsico "The "Our Lady of Tears Shrine" in Syracuse as recent application of structural isolation and health monitoring". Structure and Infrastructure Engineering, DOI: 10.1080/15732470903068763, 2009*.	

Scheda UR - AMRA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">AMRA Scarl, Napoli</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">AMRA Scarl, via Nuova Agnano 11, 80122, Napoli, Tel 081-76825, Fax 081-7685144</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Paolo Gasparini</td></tr>
<tr><td rowspan="12">Personale dell’unità TASK 3.1.1</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Paolo Gasparini</td><td>Presidente AMRA</td><td>DSF-UNINA</td></tr>
<tr><td>Giovanni Iannaccone</td><td>Ricercatore Capo</td><td>INGV</td></tr>
<tr><td>Aldo Zollo</td><td>Professore Ordinario</td><td>DSF-UNINA</td></tr>
<tr><td>Antonio Emolo</td><td>Ricercatore</td><td>DSF-UNINA</td></tr>
<tr><td>Gaetano Festa</td><td>Ricercatore</td><td>DSF-UNINA</td></tr>
<tr><td>Martino Di Crosta</td><td>Contrattista</td><td>AMRA</td></tr>
<tr><td>Luca Elia</td><td>Contrattista</td><td>AMRA</td></tr>
<tr><td>Claudio Martino</td><td>Contrattista</td><td>AMRA</td></tr>
<tr><td>Sonia Sorrentino</td><td>Contrattista</td><td>AMRA</td></tr>
<tr><td>Tony Alfredo Stabile</td><td>Contrattista</td><td>AMRA</td></tr>
<tr><td>Maurizio Vassallo</td><td>Contrattista</td><td>AMRA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3.1</td><td colspan="2">3.1.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">
Task 3.1.1
1. Coordinamento della Linea 1. Stesura dei rapporti scientifici della linea e presentazione dei risultati.
2. Analisi costi/benefici e progettazione esecutiva di sistemi mobili di EWS, con incluse possibilità di interazione con sistemi monitoraggio
I sistemi di early-warning sismico sono finalizzati alla rapida stima ed alla notifica automatica del potenziale danneggiamento prodotto da un evento sismico in corso, mediante l’ analisi e trasmissione in tempo-reale dei segnali acquisiti da una rete densa dislocata nell’area sorgente o in prossimità del sito target da proteggere.
Il presente progetto propone lo studio e la progettazione di un sistema di Early Warning mobile da installare ed utilizzare nel corso di crisi sismiche pre- (foreshocks) e post-evento (aftershock) e che possa essere di supporto alla Protezione Civile per il monitoraggio dell’attività in corso e la gestione dell’emergenza.
Il progetto si articola nelle seguenti fasi/attività:
• Analisi dei requisiti di un sistema mobile per l’ Early Warning sismico
o Lo studio comprenderà una panoramica dei sistemi funzionanti ed in via di sviluppo a livello mondiale. Sulla base delle esigenze specifiche e degli obiettivi operativi del sistema saranno analizzate le differenti soluzioni tecnologiche e metodologiche.
• Definizione dell’architettura e della componentistica del sistema con le specifiche tecniche dell’hardware
o Il sistema di EW si fonda su di una infrastruttura avanzata di monitoraggio composta da sensori accelerometrici,acquisitori digitali, impianti di trasmissione dati ed hubs per l’analisi e diffusione dei dati. Saranno studiate le varie ipotesi di configurazione del sistema mobile, che rispondono ai requisiti di portabilità, modularità e robustezza. Per ciascuno dei componenti verranno analizzate e proposte le specifiche tecniche consone all’utilizzo nel sistema integrato.
• Metodologie di analisi dei segnali ed algoritmica per la notifica in tempo reale dell’allerta sismica
o Saranno analizzate le diverse metodologie disponibili dalla ricerca di questo gruppo ed altri in Giappone e Taiwan e sarà proposto una metodologia di analisi e stima dei parametri significativi in tempo reali come desumibili dallo studio off-line di dati strong-motio dei data-base italiani, giapponesi e di Taiwan. Le soluzioni algoritmiche
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">saranno sviluppate in una piattaforma integrata (del tipo PRESTo, Probabilistic and Evolutionary Early Warnng System) e sperimentate off-line.
• Simulazione numerica del sistema e prove sperimentali
o La performance del sistema sarà studiata mediante applicazioni softwares off-line e simulazioni numeriche basate su dati reali e sintetici e prove sperimentali in laboratorio.</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Prodotti di cui è responsabile l'UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 3.1.1</td><td>Rapporti annuali della Linea 1</td><td>12,24,36 mesi elettronico</td></tr>
<tr><td>Task 3.1.1</td><td>Analisi della stato dell'arte. Individuazioni requisiti fondamentali del sistema</td><td>6 mesi Rapporto cartaceo/elettronico</td></tr>
<tr><td>Task 3.1.1</td><td>Definizione componentistica del sistema (hardware)</td><td>12 mesi Rapporto</td></tr>
<tr><td>Task 3.1.1</td><td>Metodologia analisi dei segnali per l'allerta</td><td>18 mesi Rapporto cartaceo/elettronico</td></tr>
<tr><td>Task 3.1.1</td><td>Simulazioni numeriche e prove sperimentali</td><td>24 mesi Rapporto cartaceo elettronico</td></tr>
<tr><td>Task 3.1.1</td><td>Risultati sulla Fattibilità del sistema</td><td>36 mesi Rapporto final cartaceo/elettronico</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Task 3.1.1</td><td colspan="2">1. Zollo, M. Lancieri and S.Nielsen, Earthquake Magnitude Estimation From Peak Amplitudes of Very Early Seismic Signals on Strong Motion Records (2006), Geophys.Res.Lett., Vol. 33, No. 23, L23312, doi:10.1029/2006GL027795
2. Zollo et. al., (2009). The Earthquake Early Warning System in Southern Italy, Encyclopedia of Complexity and System Science- Springer Verlag, 5, 2395-2421, doi 10.1007/978-0-387-30440-3
3. Iannaccone et al., (2009). A prototype system for earthquake early-warning and alert management in southern Italy, Bull. Earth. Eng.,doi: 10.1007/s10518-009-9131-8
4. Allen R.M. ,Gasparini P., Kamigaichi O, and M. Bose (2009), The Status of Earthquake Early Warning around the World: An Introductory Overview , Seismological Research Letters Volume 80, Number 5, 662-693
5. Satriano et al, (2010). A review of earthquake early warning: worldwide systems and methodologies, SDEE , 2010, in press
6. Gasparini P., 2009. Structural Health Monitoring and Early Warning. In: The State of Earthquake Engineering Research in Italy: the ReLUIS-DPC 2005 – 2008 Project. Ed: G.Manfredi, M.Dolce, ReLUIS-DPC, pp.379-409.</td></tr>
</table>

Scheda UR - AMRA

Affiliazione principale	*AMRA Scarl, Napoli*		
Sede amministrativa	*AMRA Scarl, via Nuova Agnano 11, 80122, Napoli, Tel 081-76825, Fax 081-7685144*		
Coordinatore dell'unità	*Iunio Iervolino*		
Personale dell'unità TASK 3.1.1	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Iunio Iervolino	Ricercatore	UNINA - DIST
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	3.1	3.1.2	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task	**Task 3.1.2** *Ci sono alcune limitazione della real-time seismology che rendono le stime early-warning di ground motion estremamente incerte. La modellazione della correlazione spaziale delle misure per la stima dei parametri di sorgente e soprattutto delle misure di intensità, sembra una opportunità per ridurre le incertezze e migliorare le condizioni in cui la decisione di allarme è presa. L'attività in questo ambito si svolgerà secondo 3 direttrici principali:* 1. *Inclusione, nella stima dell'intensità del ground motion ad un dato sito, della misura dell'intensità letta ad un altro sito, più vicino alla sorgente, dove il terremoto è già arrivato. Ciò è possibile, almeno in principio, grazie alla modellazione spaziale dell'intensità come campo gaussiano multivariato.* 2. *Inclusione, nella stima dell'intensità del ground motion ad un dato sito, di un parametro letto nella parte iniziale del segnale a un altro sito e correlato con la misura finale dell'intensità per quello stesso sito. Ciò richiede che siano disponibili misure di correlazione tra parametri letti nella parte iniziale del segnale e misure d'intensità finali del ground motion.* 3. *Aggiungere nella stima on-site della distruttività di un terremoto con informazioni lette da una rete sismica lontano dal sito (es. informazioni sulla magnitudo e localizzazione del terremoto). Ciò richiede che questi parametri siano informativi, rispetto alla misura locale del moto sismico, per la misura d'intensità finale.*		

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 3.1.2	*Report sulla possibilità di includere modellazione di tipo random fields nelle previsioniu di early waring.*	*36 - Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**		
	Task 3.1.2	1. *Iervolino I., Convertito V., Giorgio M., Manfredi G., Zollo A. Real time risk analysis for hybrid earthquake early warning systems.* Journal of Earthquake Engineering, *10(6): 867–885, December 2006.* 2. *Iervolino I., Giorgio M., Manfredi G. Expected loss-based alarm threshold set for earthquake early warning systems.* Earthquake Engineering and Structural Dynamics *2007; 36:1151–1168, DOI: 10.1002/eqe.675* 3. *Convertito V., Iervolino I., Manfredi G., Zollo A. (2008). Prediction of response spectra via real-time earthquake measurements.* Soil Dyn Earthquake Eng, *28:492–505.* 4. *Iervolino I., Giorgio M., Galasso G., Manfredi G. (2009). Uncertainty in early warning predictions of engineering ground motion parameters: what really matters?* Geophysical research letters, *36, L00B06, doi:10.1029/2008GL036644, 2009.* **5.** *Esposito S., Iervolino I., Manfredi G. (2010) PGA Semi-Empirical Correlation Models Based on European Data. Proc. of 14th European Conference on Earthquake Engineering, Ohrid, Republic of Macedonia.*	

Scheda UR - UNIMOL

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIMOL, Università degli Studi del Molise</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Laboratorio di Dinamica Strutturale e Geotecnica “StreGa”, Dipartimento S.A.V.A., Università degli Studi del Molise, Via Duca degli Abruzzi s.n.c., 86039, Termoli (CB), Tel. 0874 404 883, Fax. 0874 404 952</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Giovanni Fabbrocino</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Giovanni Fabbrocino</td><td>Prof. Ass.</td><td>StreGa</td></tr>
<tr><td>Filippo Santucci de Magistris</td><td>Ricercatore</td><td>StreGa</td></tr>
<tr><td>Carmine Laorenza</td><td>Dottorando di ricerca</td><td>StreGa</td></tr>
<tr><td>Carlo Rainieri</td><td>Assegnista</td><td>StreGa</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">3.1.3</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">AREA TEMATICA 3: TECNOLOGIE PER IL MONITORAGGIO DEL RISCHIO E LA GESTIONE DELLE EMERGENZE
LINEA 3.1: Sviluppo di tecnologie per il monitoraggio e gestione del rischio sismico
Task 3.1.3: Monitoraggio
1. Completamento dell’installazione del sistema di monitoraggio della Nuova Casa dello Studente presso l’Università del Molise in località Vazzieri (Campobasso);
2. Definizione delle strategie di acquisizione dati e relativa implementazione;
3. Progettazione di un sistema di monitoraggio per l’edificio principale della Facoltà di Ingegneria dell’Università del Molise in Termoli (CB);
4. Installazione del sistema di monitoraggio per l’edificio principale della Facoltà di Ingegneria dell’Università del Molise in Termoli (CB);
5. Presentazione dei risultati relativi ai suddetti casi studio.
L’attività di ricerca è focalizzata sulla gestione di sistemi permanenti di monitoraggio e sulla integrazione con sistemi di early warning, oggetto di studio in collaborazione con l’Unità DIST. I dati sperimentali di base e i risultati delle relative elaborazioni forniranno utili riferimenti per l’ottimizzazione dei sistemi di protezione da impiegare su edifici di interesse rilevante in fase di gestione dell’emergenza sismica.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Task 3.1.3</td><td>Rapporto descrittivo sull’implementazione del sistema di monitoraggio della Nuova Casa dello Studente presso l’Università del Molise in località Vazzieri (Campobasso); presentazione dei risultati</td><td>18
Cartaceo ed elettronico</td></tr>
<tr><td>Rapporto descrittivo relativo alla progettazione e implementazione di un sistema di monitoraggio per l’edificio principale della Facoltà di Ingegneria dell’Università del Molise in Termoli (CB);</td><td>24
Cartaceo ed elettronico</td></tr>
<tr><td>Presentazione dei risultati relativi al monitoraggio dell’edificio principale della Facoltà di Ingegneria</td><td>36
Cartaceo ed elettronico</td></tr>
</table>

		dell'Università del Molise in Termoli (CB)	
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 3.1.3	1) Fabbrocino G., Laorenza C., Rainieri C. & Santucci De Magistris F. (2008). Seismic monitoring of structural and geotechnical integrated systems, *Proceedings of the 2nd Asia Pacific Workshop on Structural Health Monitoring*, Melbourne, Australia (peer reviewed). 2) Rainieri C., Fabbrocino G. & Cosenza E. (2008). Structural Health monitoring systems as a tool for seismic protection, *Proceedings of the XIV World Conference on Earthquake Engineering*, Beijing, China. 3) Rainieri C., Fabbrocino G. & Cosenza E. (2008). Integrated systems for Structural Health Monitoring, *Proceedings of the Fourth European Workshop on Structural Health Monitoring*, Cracow, Poland. 4) Rainieri C., Fabbrocino G. (2009). Integrated monitoring of civil structures, *The 7th International Workshop on Structural Health Monitoring*, Stanford, CA, USA.	

Scheda UR - UNIAQ

Affiliazione principale	*UR – UNIVAQ-CERFIS, CEntro di Ricerca e Formazione in Ingegneria Sismica - Università degli Studi dell'Aquila*		
Sede amministrativa	*CEntro di Ricerca e Formazione in Ingegneria Sismica* *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI L'AQUILA* *Nucleo Industriale di Bazzano - Località Monticchio - 67100 L'AQUILA* *Tel. : 0862-434503-05, Fax: +39 0862 434548 email:flavio.grimaldi@univaq.it*		
Coordinatore dell'unità	*Francesco Benedettini*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Francesco Benedettini	Professore Ordinario	DISAT Università dell'Aquila
	Rocco Alaggio	Ricercatore Confermato	DISAT Università dell'Aquila
	Daniele Zulli	Assegnista di Ricerca	DISAT Università dell'Aquila
	Francesco Eusani	Dottorando	DISAT Università dell'Aquila
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	**Mesi Uomo UR nel Task**
	3.1	3.1.3	20
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task	Attività sperimentale: caratterizzazione dinamica di strutture reali (strutture monumentali, edifici, ponti e viadotti, strutture speciali) con tecniche Output Only. Attività analitico-numerica: formulazione di modelli coerenti agli ef dei sistemi strutturali analizzati sperimentalmente, model updating basato su misure dinamiche, analisi predittive per diverse tipologie di eccitazione (sisma, vento, urti, …).		
	Studio di fattibilità e possibili implementazioni di sistemi di monitoraggio dinamico permanente a larga scala su sistemi di monumenti, su classi di edifici, su sistemi infrastrutturali. Studio della capacità di layout "ridotti" di fornire, in tempo reale, informazioni significative sufficienti nell'ambito di programmi di Structural Health Monitoring.		
	Possibile ulteriore attività di ricerca: utilizzo di sensoristica gps in sistemi di monitoraggio statico e dinamico (antenne 100 Hz in implementazioni dotate di sistemi locali di augmentation).		
Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 3.1	*Definizione, per selezionati casi di studio, dei layout strumentali minimi capaci di consentire una buona osservabilità del comportamento dinamico.*	*36 – cartaceo, informatizzato*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 3.1	1. *Benedettini, F., Alaggio, R., Fusco, F. (2004). Repeated Modal Testing on the Bridges of a Local Public Territorial Authority for Structural Identification and Condition Assessment,* Proceedings of the 5th International Conference on Quality, Reliability and Maintenance, QRM- 2004, Oxford, England, UK. 2. *Parloo E., Cauberghe B., Benedettini, F., Alaggio R., Guillame P. (2005). Sensitivity-based operational mode shape normalization: application to a bridge,* Mechanical Systems and Signal Processing (MSSP), 19 (3), 43-55, 2005. 3. *Benedettini, F., Alaggio, R., Caiazzo, F., Gentile, C. (2005), Correlating the dynamic behavior of a cable-*	

stayed bridge from ambient vibration testing and f.e. models, proceedings of the EVACES Conference – Experimental Vibration Analysis of Civil Engineering Structures, Bordeaux.

4. *Benedettini, F., Zulli, D., Vasta, M. (2006). Analysis of the nonlinear response of a cantilever beam and of the Duffing-Rayleigh oscillator under combined deterministic and random excitation by multiple time scale method,* Nonlinear Dynamics, 46 (4), 375-385.
5. *Benedettini, F., Zulli, D., Alaggio, R. (2009). Frequency-avoiding in arch bridges: a possible structural health monitoring approach", Atti del XIX Convegno Nazionale AIMETA, Ancona.*

Scheda UR - POLITO

Affiliazione principale	*UR – POLITO-DISTR, Politecnico di Torino*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica (DISTR), Politecnico di Torino,C.so Duca degli Abruzzi 24, 10129, Torino, Tel. 0115644819, Fax. 0115644899*		
Coordinatore dell'unità	*Alessandro De Stefano*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Alessandro De Stefano	Prof. Ord.	DISTR
	Rosario Ceravolo	Prof. Ass.	DISTR
	Gianluca Ruocci	Assegnista	DISTR
	Antonino Quattrone	Dottorando	DISTR
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	3	3.1.3	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task	**AREA TEMATICA 3: TECNOLOGIE PER IL MONITORAGGIO DEL RISCHIO E LA GESTIONE DELLE EMERGENZE** **LINEA 3.1: Sviluppo di tecnologie per il monitoraggio e gestione del rischio sismico** **Task 3.1.3: Monitoraggio** 1. *Sviluppo e valutazione della robustezza di un metodo di identificazione dinamica lineare nel dominio tempo – frequenza;* 2. *Esecuzione di prove sperimentali su un modello di ponte ad arco in muratura in scala 1:2 da effettuare presso il Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica del Politecnico di Torino;* 3. *Implementazione di una procedura di ottimizzazione per la stima istantanea dello smorzamento finalizzata allo studio della dipendenza dall'ampiezza;* 4. *validazione delle tecniche di identificazione dinamica e di metodi diagnostici basati sulle misure derivate dal monitoraggio strutturale.*		

	Task	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
Prodotti di cui è responsabile l'UR	*Task 3.1.3*	*Rapporto descrittivo dei risultati dei test numerici e sperimentali sul modello in scala di ponte ad arco in muratura*	*12* *Cartaceo*
		Rapporto descrittivo sull'implementazione di un metodo di identificazione dinamica lineare: applicazioni numeriche e sperimentali	*18* *Cartaceo*
		Rapporto descrittivo sull'implementazione di una procedura per la stima istantanea dello smorzamento e validazione sulla base di un caso studio.	*24* *Cartaceo*
		Rapporto sui risultati ottenuti dall'utilizzo delle tecniche di identificazione e monitoraggio diagnostico applicate ai casi studio reali.	*24* *Cartaceo*
		Definizione delle linee guida utili allo sviluppo di un sistema di	*36* *Cartaceo*

		monitoraggio diagnostico per la salvaguardia dei ponti storici da eventi estremi.	
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 3.1.3	1) *BONATO P., CERAVOLO R., DE STEFANO A., MOLINARI F., (2000). Cross-time frequency techniques for the identification of masonry buildings. Mechanical systems and signal processing, 14(1), 91-109.* 2) *DE STEFANO A., MATTA E., QUATTRONE A. (2009). Improvement of Time-Frequency domain identification through PCA, in: Proceedings IOMAC09 - 3rd Int. Modal Analysis Conf., Ancona, Italy, May 2009.* 3) *CERAVOLO R. (2004). Use of instantaneous estimators for the evaluation of structural damping. Journal of Sound and Vibration, 274, 385-401.* 4) *QUATTRONE A., RUOCCI A., CERAVOLO R., WORDEN K., DE STEFANO A. (2010). Non-linearity detection in a masonry arch bridge model subject to artificial settlements. In: Proceedings EWSHM2010 – European Workshop on SHM., Sorrento, Italy, June 2010.*	

Scheda UR – UNINA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNINA, Università degli Studi di Napoli Federico II</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale - DIST
via Claudio 21
80125 Napoli
Tel: +39 081 7683927
Fax: +39 081 7683332</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Ing. Andrea Prota</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Ing. Andrea Prota</td><td>Ricercatore</td><td rowspan="6">DIST</td></tr>
<tr><td>Ing. Gian Piero Lignola</td><td>Ricercatore</td></tr>
<tr><td>Dottorando</td><td>Dottorando</td></tr>
<tr><td>Ingegnere Strutturista</td><td>Contrattista</td></tr>
<tr><td>Ingegnere Informatico</td><td>Contrattista</td></tr>
<tr><td>Ing. Giuseppe Campanella</td><td>Tecnico Laureato</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3.2
Servizi per la gestione delle emergenze e rapid response</td><td colspan="2">3.2.1
Org. e gestione della rete terr. di supporto al Dip. Prot. Civ.</td></tr>
<tr><td>3.2
Servizi per la gestione delle emergenze e rapid response</td><td colspan="2">3.2.2
Org. e gestione dei sistemi di supporto tecnico alla comunità professionale</td></tr>
<tr><td>3.2
Servizi per la gestione delle emergenze e rapid response</td><td colspan="2">3.2.3
Org. Di banche dati di attività sperimentali svolte da RELUIS</td></tr>
<tr><td>Obiettivi dell’unità di ricerca</td><td colspan="3">UniNa ha partecipato in modo significativo alle attività che ReLUIS ha svolto a l’Aquila e nei comuni del cratere sismico a supporto della Protezione Civile Nazionale. In particolare, ricercatori, dottorandi e contrattisti di UniNa sono stati impegnati nel coordinamento e nello svolgimento delle verifiche di agibilità di strutture strategiche e pubbliche ed attività produttive. Tale esperienza ha consentito da un lato di acquisire un completo background sulle procedure emergenziali della Protezione Civile e, dall’altro, ha fornito una serie di spunti per ulteriori affinamenti e miglioramenti delle stesse da proporre all’attenzione del Dipartimento di Protezione Civile.
L’attività 3.2.1 rappresenterà l’occasione con cui UniNa, in collaborazione con Pavia, Potenza e Trento, interagirà con il Dipartimento della Protezione Civile (DPC) e svilupperà proposte condivise relative alla Gestione Ante-Emergenza (ad esempio, supporto alle Regioni ed agli enti locali in casi di sciame sismico che crea allarme nelle popolazioni ovvero allarmi relativi alla presunta vulnerabilità strutturale di specifiche strutture) ed alla Gestione Post-Emergenza (con l’obiettivo di proceduralizzare quanto già sperimentato con successo durante l’emergenza aquilana).
In relazione ad entrambe queste fasi, UniNA prenderà parte all’attività 3.2.2, coordinata dal gruppo di Potenza, al fine di attivare canali formativi di interesse per Ordini Professionali ed Enti locali; ciò consentirà sia di mettere a disposizione dei tecnici interessati dei percorsi standard ReLUIS relativi a specifici aspetti dell’ingegneria sismica sia di formare, su scala regionale, squadre di tecnici riconosciuti che possano coadiuvare il DPC durante le verifiche post-evento a tappeto.</td></tr>
</table>

	Infine, UniNa prenderà parte all'attività 3.2.3, coordinata da Pavia e Trento, svolgendo anche da collegamento sul tema della messa in rete delle risorse sperimentali con i grandi laboratori europei di ingegneria sismica che partecipano al progetto Series, finanziato dalla comunità europea. Il contributo che UniNa intende dare su tale argomento è duplice: da un lato, finalizzato ad arricchire la formazione dei professionisti mediante l'osservazione di meccanismi e fenomeni osservabili da prove dinamiche su tavola vibrante; dall'altro, indirizzato a contribuire alla definizione del format del database e di un'ontologia standard che consenta di condividere dati alfanumerici e video con le altre grandi infrastrutture nazionali ed internazionali.		
Attività analitiche e sperimentali previste da UNITN all'interno di ciascu Task	**Task 3.2.1** 1. Analisi delle criticità emerse nella gestione del post-sisma di l'Aquila con particolare riferimento alle verifiche a tappeto di strutture in aggregato 2. Elaborazione di una proposta di procedura per l'attività di supporto al DPC da parte di ReLUIS durante la gestione di emergenze post-sisma 3. Analisi bibliografica e normativa finalizzata alla proposta di criteri di supporto a decisioni in merito all'utilizzabilità di strutture sismicamente vulnerabili		
	Task 3.2.2 1. Collaborazione con Enti locali e Ordini Professionali per individuare le priorità di canali formativi sull'ingegneria sismica e sulla normativa vigente 2. Svolgimento di eventi pilota per la messa a punto di moduli formativi 3. Messa a punto di Manuali e Linee Guida sulla vulnerabilità di strutture esistenti e sulle tecniche avanzate di miglioramento/adeguamento sismico		
	Task 3.2.3 1. Definizione del format del database, dei protocolli di scambio dati e degli standard di sicurezza 2. Raccolta e messa in rete di dati alfanumerici e video di prove sperimentali 3. Messa a punto di protocolli per l'analisi in remoto di dati di prove sperimentali già eseguite e per la diffusione in tempo reale via Internet di prove sperimentali (dati di input e di output, immagini e video)		
Prodotti di cui è responsabile UNINA	**Task 3.2.1**	*Documento di analisi delle criticità delle procedure ante e post evento sismico e di proposte di modifica mediante supporto di ReLUIS al DPC.*	*12 – Cartaceo ed elettronico*
	Task 3.2.2	*Proposte di canali formativi relativi a nuove strutture ed a strutture esistenti.*	*24 - Cartaceo ed elettronico*
	Task 3.2.3	*Database condiviso di dati sperimentali tra i Laboratori RELUIS. Report sulle proposte di database format e di protocolli di accesso e caricamento dati all'interno del database ReLUIS, compatibile con quelli sviluppati a livello europeo con Series.*	*36 - Elettronico e cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Task 3.2.1	*1.* M. Dolce, G. Di Pasquale, V. Albanese, D. Benetti, F. Bramerini, S. Coppari, A. Corina, G. De Rosa, A. De Sortis, P. Emili, R. Ferlito, L. Filippi, F. Giordano, A.	

		Goretti, T. Lo Presti, A. Lucantoni, M. Mercuri, C. Moroni, N. Orlandi, G. Paoli, F. Papa, A. Pizza, F. Procida, M. Rinaldelli, S. Sergio, M. Severino, E. Speranza, A. Veschi, E. Zambonelli, G. Manfredi, M. Di Ludovico, G. Palermo, A. Prota, G. Verderame, L. Corazza, G. Cifani, A. Mannella, A. Martinelli, (2009). Rilievi speditivi: sopralluoghi per l'agibilità sismica, Progettazione sismica, n. 3. 2. M. Di Ludovico, G. Di Pasquale, M. Dolce, G. Manfredi, C. Moroni, A. Prota, (2009). Comportamento delle scuole dopo il sisma de L'Aquila, Progettazione sismica, n. 3.
	Task 3.2.2	***1.*** A.A.V.V., (2010). Linee Guida per il Rilievo, l'Analisi ed il Progetto di Interventi di Riparazione e Consolidamento Sismico di Edifici in Muratura in Aggregato, Manuale DPC-ReLUIS. ***2.*** A.A.V.V., (2010). Linee Guida su Modalità di indagine sulle strutture e sui terreni per i progetti di riparazione/miglioramento/ricostruzione di edifici inagibili, Manuale DPC-ReLUIS. *3.* A.A.V.V., (2009). Linee Guida per per la Riparazione e il Rafforzamento di Elementi Strutturali, Tamponatue e Partizioni, Manuale DPC-ReLUIS.
	Task 3.2.3	*1.* Cosenza, E., Di Sarno, L., Fiorillo, A., Maddaloni, G., Manfredi, G., Prota, A., (2008). Use of SCC for Upgrade of Existing Structures: the Case Study of the Reaction Mass of the Department of Structural Engineering in Naples, Proceedings of the 8th International Symposium on Utilization of High-Strength and High-Performance Concrete – 8th HSC-HPC, October 27-29, 2008 – Tokyo – Japan, pp. 575-580. *2.* Cosenza E., Fabbrocino G., Maddaloni G., Manfredi G., Prota A. (2006). Infrastrutture sperimentali per la ricerca sismica: il sistema di tavole vibranti asincrone dell'Università di Napoli Federico II. Convegno Nazionale di Sperimentazione su Materiali e Strutture, 6-7 dicembre 2006, Venezia.

Scheda UR nuovo progetto ReLUIS 2010-2013

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIPV, Università degli Studi di PAVIA</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Meccanica Strutturale - DMS
via Ferrata 1
27100 Pavia (Italy)
Tel: +39 0382 985450
Fax: +39 0382 273135</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Prof. Alberto Pavese</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Alberto Pavese</td><td>Professore Associato</td><td rowspan="7">DMS</td></tr>
<tr><td>Simone Peloso</td><td>Dottore di ricerca</td></tr>
<tr><td>Simone Girello</td><td>Ingegnere, tecnico di laboratorio</td></tr>
<tr><td>Chiara Casarotti</td><td>Dottore di ricerca</td></tr>
<tr><td>Alessandro Zanardi</td><td>Ingegnere</td></tr>
<tr><td>Silvia Lissia</td><td>Ingegnere</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3.2
Servizi per la gestione delle emergenze e rapid response</td><td colspan="2">3.2.1
Org. e gestione della rete terr. di supporto al Dip. Prot. Civ.</td></tr>
<tr><td>3.2
Servizi per la gestione delle emergenze e rapid response</td><td colspan="2">3.2.2
Org. e gestione dei sistemi di supporto tecnico alla comunità professionale</td></tr>
<tr><td>3.2
Servizi per la gestione delle emergenze e rapid response</td><td colspan="2">3.2.3
Org. Di banche dati di attività sperimentali svolte da RELUIS</td></tr>
<tr><td>Obiettivi dell’unità di ricerca</td><td colspan="3">L'unità di ricerca UNIPV svolge da diversi anni delle attività finalizzate allo sviluppo di tecnologie e strumenti da impiegare nelle fasi pre e post sisma con lo scopo di potenziare gli aspetti di prepardness and prevention sui quali si focalizza l'azione delle protezione civile Nazionale ed Europea.
L'obiettivo principale nell'ambito della ricerca proposta è quello da un lato di cooperare con le altre unità coinvolte allo sviluppo di un sistema di valutazione con elevate potenzialità soprattutto nell'ambito delle strutture cosiddette sensibile che possa essere utilizzato nelle fasi pre emergenza per azioni di indagine conoscitiva e nelle fase post sisma per rapid response. Dall'altro lato l'obiettivo è quello di sviluppare degli strumenti necessari al rafforzamento delle capacità di catalogazione e scambio delle informazioni allo scopo di incrementare i casi studio di riferimento da un lato e l'interazione tra unità operative dall'altro.</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste da UNITN all’interno di ciascu Task</td><td colspan="3">Task 3.2.1
1. sviluppo di tecnologie per l'acquisizione dei dati territoriali basate sull'utilizzo di schede informatizzate e di protocolli sperimentali organizzati su differenti livelli di accuratezza.
2. Sviluppo di protocolli di indagine per la valutazione pre e post sisma
3. sviluppo di una struttura mobile per la raccolta dei dati con capacità di esecuzione di protocolli sperimentali e di supporto per la catalogazione e la trasmissione dei dati a postazioni remote tramite tecnologie avanzate (satellitare, wimax, ecc.).
Task 3.2.2
1. attività didattica e formativa finalizzata alla formazione di tecnici esperti nella valutazione e nella prevenzione da utilizzare in condizioni di emergenza post sisma.
2. Messa a punto di materiale didattico, comprese Linee Guida e manuali gia’ disponibili e offerta di corsi alla comunita’ professionale.
Le attività di tale Task porranno sempre particolare attenzione alle Norme Tecniche per le Costruzioni in Zona Sismica del 2008 con particolare riferimento alle Costruzioni in calcestruzzo e muratura.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">Task 3.2.3
1. Messa a punto con UNITN e UNINA di un database condiviso di dati sperimentali, accessibile e mantenuto anche dopo la fine del progetto grazie alla sua particolare concezione, che coinvolge direttamente ogni singolo Laboratorio RELUIS..
2. Prototipo di telepartecipazione e telepresenza in modo da allargare la partecipazione ai corsi professionali e alla comunità didattica.
3. Collocazione del database e delle relative capabilities nel sito RELUIS http://www.reluis.it/</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile UNIPV</td><td>Task 3.2.1</td><td>Report sullo sviluppo del sistema di indagine e rilevamento.
Manuale di utilizzo</td><td>12 – Cartaceo ed elettronico</td></tr>
<tr><td>Task 3.2.2</td><td>Materiale didattico con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 e offerta di corsi alla comunita’ professionale.</td><td>24 - Cartaceo ed elettronico</td></tr>
<tr><td>Task 3.2.3</td><td>Database condiviso di dati sperimentali, prototipo di telepartecipazione e telepresenza operante tra i Laboratori RELUIS.
Report sullo stato di certificazione dei Laboratori RELUIS secondo le EN 17025.</td><td>36 - Elettronico e cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 3.2.1</td><td colspan="2">1. Casarotti, C., Peloso, S., Lunghi, F.,” NEARB-OPCM3274: System Identification of a Torsionally Coupled Building” 2009. Proc. ANIDIS 2009, Pisa, Italy, June 28- July, 2009
2. Peloso S. and Pavese A., “FRP Seismic Retrofit for Insufficient Lap-Splice: Large Scale Testing of Rectangular Hollow Section Bridge Piers”, COMPDYN 2009, Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering, Rhodes, Greece, 22–24 June 2009
3. C. Casarotti, A. Pavese, [2009], “Experimental parameter calibration, uncertainties propagation and parameter sensitivity of a phenomenological model for elastomeric bearings”, Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering (COMPDYN 2009), paper #229, Rhodes, Greece, 22–24 June 2009</td></tr>
<tr><td>Task 3.2.2</td><td colspan="2">1. C. Casarotti, A. Pavese, S. Peloso [2009], “Seismic Response of the San Salvatore Hospital of Coppito (L’Aquila) during the 6th April 2009 earthquake”, Progettazione Sismica, issue 3, Special Abruzzo, Italian (163-176) and English (159-172)</td></tr>
<tr><td>Task 3.2.3</td><td colspan="2">1. Pavese, A., F. Germagnoli, M. Klann, Fast damage and vulnerability assessment of buildings in post-earthquake emergencies using a coordinated assessors mobile network”, 2008, Proc. of Mobile Response 2008 International Symposium on Mobile Information Technology for Emergency Response, Bonn-Aachen
2. Casarotti C., Lunghi F., Dacarro F., Penna A., Rota M., Pavese A., Peloso S. “Mobile Unit for Fast Experimental Post-Earthquake Vulnerability Assessment” 2009. Proc. ANIDIS 2009, Pisa, Italy, June 28- July, 2009</td></tr>
</table>

Scheda UR - UNITN

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNITN, Università degli Studi di Trento</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale - DIMS
via Mesiano 77
38100 Trento (Italy)
Tel: +39 0461 282503
Fax: +39 0461 282599</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Prof. Oreste S. Bursi</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Prof. Oreste S. Bursi</td><td>Professore ordinario</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td>Ing. Ph.D Alessio Bonelli</td><td>Dottore di ricerca</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td>Dottorando</td><td>Dottorando</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td>Dott. Gabriele Zanon</td><td>Dottorando</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td>Dott. Paul Maistrelli</td><td>Tecnico informatico di laboratorio</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td>Ing. Ph.D Marco Molinari</td><td>Responsabile di laboratorio</td><td>DIMS</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>3.2
Servizi per la gestione delle emergenze e rapid response</td><td colspan="2">3.2.1
Org. e gestione della rete terr. di supporto al Dip. Prot. Civ.</td></tr>
<tr><td>3.2
Servizi per la gestione delle emergenze e rapid response</td><td colspan="2">3.2.2
Org. e gestione dei sistemi di supporto tecnico alla comunità professionale</td></tr>
<tr><td>3.2
Servizi per la gestione delle emergenze e rapid response</td><td colspan="2">3.2.3
Org. Di banche dati di attività sperimentali svolte da RELUIS</td></tr>
<tr><td>Obiettivi dell’unità di ricerca</td><td colspan="3">UNITN sta maturando una buona esperienza grazie a progetti europei finanziati da RFCS che sono relativi alla progettazione al sisma seguito da incendio di strutture civili composte di acciaio e calcestruzzo (PRECIOUS) e di strutture industriali di tipo non edificio (INDUSE) soggette a sisma. Con riferimento alla Gestione Ante-Emergenza del Task 3.2.1, UNITN può intervenire nell’esame di due casi specifici relativi alle strutture civili e industriali per la valutazione e affinamento di metodi e procedure.
UNITN ha già in essere un accordo con gli Ordini degli Ingg. di Bolzano, Trento e Verona. Ne sta per formalizzare un altro con la Protezione Civile di Trento. Con riferimento al lifelong learning UNITN ha accordi con ACAI e Promozione Acciaio. Con riferimento al Task 3.2.2, UNITN può interagire proficumente con gli Ordini Professionali e la Protezione Civile sia per la definizione di standard formativi che per la diffusione di Linee Guida e Manuali.
UNITN sta gia’ interagendo con UniNA e UniPV al fine di creare un database condiviso sia a servizio dei propri laboratori che della comunità scientifica e professionale dell’ingegneria sismica. Lungo questa direzione UNITN può operare proficuamente per il Task 3.2.3.</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste da UNITN all’interno di ciascu Task</td><td colspan="3">Task 3.2.1
1. Raccolta di riferimenti bibliografici e normativi per ciò che concerne strutture civili composte di acciaio e calcestruzzo e strutture industriali di tipo non edificio soggette a sisma e a incendio.
2. Studio analitico di un edificio composto acciaio-cls e analisi sperimentale di una struttura industriale di tipo non edificio esistente con riferimento alle azioni sismiche e di incendio.
3. Utilizzare tali esperienze analitiche e di valutazione di strutture esistenti al fine di migliorare metodi e procedure per la gestione ante-emergenza.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">Si porrà l'accento sulle lacune presenti nelle attuali normative italiane ed europee con riferimento a tali classi di strutture e sui tipi di danni che le azioni eccezionali quali sisma e fuoco possono provocare.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">Task 3.2.2
1. Revisione degli accordi con gli Ordini degli Ingg. di Bolzano, Trento e Verona e con la Protezione Civile di Trento in funzione della gestione delle emergenze.

2. Con riferimento al lifelong learning UNITN intende ridefinire i corsi con ACAI e Promozione Acciaio in modo che gli obiettivi e gli standard formativi con riferimento a corsi che riguardino le strutture di acciaio e composte acciaio calcestruzzo e le strutture di tipo non impianto siano uniformi a livello nazionale.

3. Messa a punto di materiale didattico, comprese Linee Guida e manuali gia' disponibili e offerta di corsi alla comunita' professionale.

Le attività di tale Task porranno sempre particolare attenzione alle Norme Tecniche per le Costruzioni in Zona Sismica del 2008 con particolare riferimento alle Costruzioni in acciaio, composte-acciaio calcestruzzo e agli impianti industriali.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">Task 3.2.3
1. Messa a punto con UNIPV e UNINA di un database condiviso di dati sperimentali, accessibile e mantenuto anche dopo la fine del progetto grazie alla sua particolare concezione, che coinvolge direttamente ogni singolo Laboratorio RELUIS. Inoltre in tale database sarà contenuti il materiale sviluppato al Task 3.2.2 e vi sarà la possibilita' di avere motori di ricerca che utilizzino il materiale delle ispezioni post-sisma prodotto durante il terremoto de L'Aquila.

2. Prototipo di telepartecipazione e telepresenza in modo da allargare la partecipazione ai corsi professionali e alla comunità didattica.

3. Collocazione del database e delle relative capabilities nel sito RELUIS http://www.reluis.it/

È ovvio che la messa a disposizione della comunità professionale e scientifica di dati sperimentali esistenti o nuovi, comporta necessariamente che tutto cio' che sarà prodotto dai Laboratori RELUIS dovrà essere eseguito conformemente a standard internazionali ovvero alla Norma ISO/IEC 17025 "Criteri generali per la competenza dei laboratori ad eseguire prove e/o tarature delle apparecchiature"</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile UNITN</td><td>Task 3.2.1</td><td>Report sullo studio analitico di un edificio composto acciaio-cls e sull'analisi sperimentale di una struttura industriale di tipo non edificio esistente con riferimento alle azioni sismiche e di incendio</td><td>12 – Cartaceo ed elettronico</td></tr>
<tr><td>Task 3.2.2</td><td>Materiale didattico con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 e offerta di corsi alla comunita' professionale.</td><td>24 - Cartaceo ed elettronico</td></tr>
<tr><td>Task 3.2.3</td><td>Database condiviso di dati sperimentali, prototipo di telepartecipazione e telepresenza operante tra i Laboratori RELUIS. Report sullo stato di certificazione dei Laboratori RELUIS secondo le EN 17025.</td><td>36 - Elettronico e cartaceo</td></tr>
</table>

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	Task	Citazione
	Task 3.2.1	1. Gracia J., Bayo E., Ferrario F., BURSI O.S., Braconi A., Salvatore W., "The seismic performance of a semi-rigid composite joint with a double-sided extended end-plate. Part I: Experimental research", (in print) Engineering Structures , 2009 2. BURSI, O. S., et. al.,"Prefabricated Composite Beam-to-Column Filled Tube or Partially Reinforced-Concrete Encased Column Connections for Severe Seismic and Fire Loadings", Final Report, PRECIOUS Project, Contr. No: RFS-CR-03034, Research Fund for Coal and Steel , 2008 3. KARAMANOS S., et. al.," Structural safety of industrial steel tanks, pressure vessels and piping systems under seismic loading", Six-monthly Report, INDUSE. No: RFSR-CT-2009-00022, Research Fund for Coal and Steel , 2009
	Task 3.2.2	1. R. Pucinotti. O.S. Bursi, J-M. Franssen, T. Lennon (2010) Seismic-induced fire resistance of composite welded beam-to-column joints with concrete filled tubes 2. Fire Safety Journal (in review) 3. R. Pucinotti. O.S. Bursi, J-F. Demonceau seismic performance of welded steel-concrete composite beam-to-column joints with concrete filled tubes (2010) Engineering Structures (in preparation) 4. Bursi, O. S. , Dusatti T., Pucinotti R., "A Reconnaissance report. The April 6, 2009, L'Aquila Earthquake. Italy", Report, http://www.reluis.it, 2009.
	Task 3.2.3	*1.* Bursi, O.S. "Computational techniques for simulation of monolithic and heterogeneous structural dynamic systems", in Modern Testing Techniques for Structural Systems Dynamics and Control , Edited by O. S. Bursi and D. J. Wagg, CISM-Springer Wien NewYork 2008. *2. Bursi, O.S., Gonzalez-Buelga, A., Vulcan, L. Nield S. WAGG, D. J., "Novel coupling Rosenbrock-based algorithms for real-time dynamic substructure testing", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 37, 339-360, 2008* 3. Fardis et al. 2009 "Seismic Engineering Research Infrastructures for European Synergies ", SERIES. FP7: Capacities Specific Programme, Research Infrastructures Integrating Activity - Combination of Collaborative Project and Coordination and Support Action

Scheda UR - UNIPD

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIPD, Università degli Studi di Padova</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento IMAGE (Ingegneria Idraulica, Marittima, Ambientale e Geotecnica), Via Ognissanti 39, 35129 Padova
Contatti:
dir. 049 827 7907, centr. 7980, amm. 7992</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Paolo Carrubba</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Paolo Carrubba</td><td>Professore Associato</td><td>IMAGE</td></tr>
<tr><td>Paolo Pavanello</td><td>Tecnico Laureato</td><td>IMAGE</td></tr>
<tr><td>Michele Conte</td><td>Dottorando</td><td>IMAGE</td></tr>
<tr><td>Daniele Brusarosco</td><td>Ing. Geotecnico</td><td>IMAGE</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2.3
(Innovazione tecnologica in ingegneria sismica)</td><td colspan="2">2.3.2
(Sviluppo ed analisi di nuove tecnologie per l’adeguamento sismico)</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2.3.2: Muri in terra rinforzata
Nell’ambito del task 2.3.2, verrà esaminata la tecnologia delle terre rinforzate, soluzione costruttiva molto versatile per le opere in terra, nonché molto appropriata per le aree sismiche. Lo studio si propone di esaminare i seguenti temi:
1. Duttilità delle opere in terra rinforzata, in relazione alla geometria ed alle modalità di rinforzo.
2. Estensione dell’approccio pseudo-statico alla verifica SLU delle opere in terra rinforzata.
3. Criteri di parametrizzazione dello SLE per le opere in terra rinforzata.
Lo studio, condotto prevalentemente attraverso modellazione numerica, esaminerà la risposta sismica di vari modelli di opere in terra rinforzata, congruenti con le metodologie costruttive più diffuse nel settore. In tale ambito, verranno investigati gli aspetti geotecnici e geosismici più rilevanti, al fine di delineare i criteri di progetto più idonei alla singola tecnologia di terra rinforzata, anche in relazione all’entità della sollecitazione sismica.
Sono previste anche prove su tavola vibrante per la caratterizzazione di alcuni parametri cinematici dei segnali sismici.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.3.2</td><td>Metodi di verifica delle opere in terra rinforzata in condizioni SLU ed SLE.</td><td>20 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
</table>

del personale UR in relazione alle attività previste	***Task 2.3.2***	**1)** CARRUBBA P., BRUSAROSCO D. (2007). *Dynamic modelling of earth retaining structures.* Proc. 14th ECSMGE, Madrid, 24-27 September, Workshop Special Session ERTC12. **2)** CARRUBBA P. PAVANELLO P. (2007). *Equivalent loading for the seismic analysis of sliding structures.* Proc. 14th ECSMGE, Madrid, 24-27 September, Workshop Special Session ERTC12. **3)** CARRUBBA P., MAUGERI M., MORACI N. (2007). *Seismic response analysis of a geosynthetic reinforced embankment.* Proc. 14th ECSMGE, Madrid, 24-27 September, Workshop Special Session ERTC12. **4)** CARRUBBA P., BRUSAROSCO D. (2008). *Static and dynamic behaviour of a full scale geosynthetic reinforced embankment provided with block facing.* Proc. The First Pan American Geosynthetics Conference, Cancun, Mexico, 2-5 March 2008, pp. 888-893. **5)** CARRUBBA P., PAVANELLO P. (2008). *Analisi F.E.M. delle opere in terra ancorata.* Rivista Italiana di Geotecnica, Anno XLII, N. 1, Gennaio-Marzo 2008, pp. 30-48.

Scheda UR - UNIME

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIME-DIC, Università degli Studi di Messina</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile (DIC), Università degli Studi di Messina, Contrada di Dio, 98166 S.Agata, Messina, Tel. 090-3977176, Fax 090-3977480</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Ernesto Cascone</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Ernesto Cascone</td><td>Ricercatore</td><td>DIC</td></tr>
<tr><td>Giovanni Biondi</td><td>Ricercatore</td><td>DIC</td></tr>
<tr><td>Valeria Bandini</td><td>Assegnista</td><td>DIC</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">1.1.1</td></tr>
<tr><td>1.2</td><td colspan="2">1.1.2</td></tr>
<tr><td>2.1</td><td colspan="2">2.1.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 1.1.1 : Analisi pseudostatiche
1. Determinazione di soluzioni in forma chiusa per la valutazione delle caratteristiche del meccanismo di rottura di muri di sostegno rigidi (accelerazione critica, inclinazione della superficie di rottura, coefficienti di spinta) caratterizzati da diverse configurazioni geometriche e di carico, attraverso l’applicazione del metodo dell’equilibrio limite in condizioni pseudostatiche.
2. Definizione di criteri per le verifiche interne da eseguire nella valutazione della stabilità di muri di sostegno non monolitici in condizioni pseudostatiche
3. Criteri di intervento per il miglioramento e l’adeguamento sismico di muri di sostegno esistenti.

Task 1.1.2: Analisi agli spostamenti
a. Definizione dell’equazione del moto per sistemi muro-terreno caratterizzati da diverse configurazioni geometriche e di carico, tenendo conto degli effetti della compatibilità cinematica.
b. Studio del comportamento di muri di sostegno rigidi mediante integrazione numerica dell’equazione del moto utilizzando accelerogrammi tratti da database di registrazioni sismiche italiane ed europee.
c. Valutazione dell’effetto dei parametri geometrici del problema, delle proprietà meccaniche dei terreni e delle caratteristiche delle forzanti sismiche sugli spostamenti permanenti accumulati dal muro durante l’azione sismica.
d. Valutazione dell’effetto della componente verticale dell’accelerazione sismica sugli spostamenti permanenti.
e. Definizione di soglie di spostamento ammissibile per i muri di sostegno e valutazione della vulnerabilità sulla base degli spostamenti attesi.

Task 2.1.1: Analisi semplificate e coefficiente sismico equivalente
. Definizione di correlazioni tra gli spostamenti calcolati utilizzando il database di registrazioni italiane e i parametri sintetici degli accelerogrammi per la previsione degli spostamenti attesi in funzione dei parametri sismici e della accelerazione critica del sistema muro-terreno.
. Individuazione di valori del coefficiente sismico equivalente da adottare nelle verifiche pseudostatiche dei muri di sostegno, compatibili con soglie di spostamento tollerabili definite in funzione degli stati limite da soddisfare.</td></tr>
</table>

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task 1.1.1	*Soluzioni in forma chiusa per la determinazione dei parametri che caratterizzano il meccanismo di rottura dei sistemi muro-terreno per varie condizioni geometriche e di carico*	*18 - Cartaceo*
	Task 1.1.2	*Procedure per l'analisi agli spostamenti di muri di sostegno soggetti ad azioni sismiche*	*24 – Cartaceo*
	Task 2.1.1	*Metodi semplificati per la valutazione della stabilità sismica di muri di sostegno.*	*36 - Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**
	Task 1.1.1	1. Caltabiano S., Cascone E., Maugeri M. (2000). *Seismic stability of retaining walls with surcharge*, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, No. 20, 5-8, 469-476. 2. Biondi G., Maugeri M., Cascone E. (2009). *Performance-based pseudo-static analysis of gravity retaining walls.* Proc. Int. Conf. Performance-based design in Earthquake Geotechnical Engineering, Kokusho, Tsukamoto, Yoshimine eds., Tokyo, Taylor and Francis Group, 571-580. *3.* Biondi G., Cascone E., Maugeri M. (2008). *Evaluation of pseudo-static coefficients according to performance-based criteria of rigid retaining walls.* Proc. MERCEA '08 Seismic Eng. Int. Conf. commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake, Reggio Calabria, 501-508. *4.* Cascone E., Maugeri M. (1997). *Opere di sostegno dei terreni,* Cap. 15 del Commentario al D.M. 16/01/1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica", Associazione Nazionale Italiana di Ingegneria Sismica e Servizio Sismico Nazionale, coord. F. Braga, Lamisco, 1-36.
	Task 1.1.2	1. Biondi G., Cascone E., Maugeri M. (2007). *Displacement-based seismic analysis of rigid retaining walls.* Proc. 14th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, ISSMGE- ERTC12 Workshop "Geotechnical aspects of EC8", Madrid. 2. Caltabiano S., Cascone E., Maugeri M. (1999). *Sliding response of rigid retaining walls*, Proc. 2nd International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Lisboa, Portugal, Balkema, 285-290. *3.* Cascone E., Maugeri M., Motta E. (1993). *Risposta sismica dei muri di sostegno a gravità,* Rivista Italiana di Geotecnica, Vol. XXVII, n. 4, 355-370. *4.* Callisto L., Rampello S., Cascone E. (2007). *Diga Occhito sul fiume Fortore – Analisi del comportamento sismico delle opere di scarico superficiale*. Rapporto di ricerca, *"La Sapienza"* Università degli Studi di Roma, Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica.
	Task 2.1.1	1. Caltabiano S., Cascone E., Maugeri M. (2005). *A procedure for seismic design of retaining walls*, in Seismic prevention of damage: A case study in a Mediterranean city, Ch. 14, M. Maugeri ed., WIT Press, Southampton, 263-277.

Scheda UR nuovo progetto ReLUIS 2010-2013

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="4">UR – UNICT-DICA, Università degli Studi di Catania</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="4">Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA), Università degli Studi di Catania, Viale Andrea Doria 6, 95125, Catania, Tel.095.738.2222, Fax.095.738.2247</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="4">Francesco Castelli</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td><td>Mesi Uomo</td></tr>
<tr><td>Francesco Castelli</td><td>Ricercatore</td><td>DICA</td><td>18</td></tr>
<tr><td>Michele Maugeri</td><td>Ordinario</td><td>DICA</td><td>12</td></tr>
<tr><td>Ernesto Motta</td><td>Associato</td><td>DICA</td><td>12</td></tr>
<tr><td>M.R. Massimino</td><td>Ricercatore</td><td>DICA</td><td>18</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td>Task</td><td colspan="2">Mesi Uomo UR nel Task</td></tr>
<tr><td>2</td><td>2.1</td><td colspan="2">60</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="4">Task 2.1:
MT2 (Fondazioni superficiali e su pali)
Per analizzare compiutamente la risposta sismica del complesso fondazione-terreno è necessario ricorrere ad analisi dinamiche complete o semplificate che permettano di considerare, tra l’altro, i fenomeni di non linearità e gli effetti cinematici conseguenti al moto del terreno indotto dall’azione sismica. Tenuto conto delle difficoltà connesse all’impiego di tali analisi, esse sono poco utilizzate nella progettazione corrente e solitamente le verifiche di stabilità delle fondazioni in campo sismico vengono condotte con l’ausilio di metodi pseudo-statici.
I problemi di instabilità delle fondazioni superficiali in condizioni sismiche derivano in primo luogo dal comportamento del volume di terreno sottostante la fondazione. Le resistenze e le rigidezze del terreno possono essere sostanzialmente differenti nelle diverse condizioni statiche, cicliche e dinamiche, e poiché l'accelerazione sismica agisce anche sul volume di terreno che fornisce la capacità portante della fondazione, il calcolo del carico limite in condizioni sismiche dovrebbe essere condotto sulla base di fattori di capacità portante opportunamente rideterminati.
La presenza di carichi di natura sismica produce infatti un decremento dei valori di tali fattori in funzione del rapporto tra la componente orizzontale di natura sismica e la componente verticale dei carichi. Le riduzioni della capacità portante sono sensibili anche per carichi sismici di 0.1g, potendosi notare diminuzioni di circa il 10% per N_c ed N_q e del 20÷60% per N_γ, in relazione al valore dell’angolo di resistenza al taglio del terreno (Sarma e Iossifelis,1990; Richards et al.,1993; Pecker,1996) .
Condizioni particolari sono inoltre quelle relative alla presenza di uno strato di terreno di limitato spessore e/o a fondazioni ricadenti in prossimità di un pendio. In quest’ultimo caso il carico limite della fondazione risulta ulteriormente ridotto dalla presenza del pendio stesso (Sarma e Chen,1996; Kumar e Rao,2003).
L’attività della UR sarà prevalentemente indirizzata allo sviluppo di approcci numerici o semplificati per la valutazione della capacità portante delle fondazioni superficiali sottoposte a carichi di natura sismica, anche con riferimento a strutture esistenti e/o di interesse storico. Lo studio dell’interazione fondazione-terreno sarà basato sull’impiego di metodi di calcolo disponibili in letteratura e di procedure di analisi sviluppate ad-hoc, caratterizzate da diverso grado di accuratezza. Adoperando tali metodologie, opportunamente validate dai confronti reciproci, saranno condotte delle simulazioni numeriche nel caso di schemi di calcolo assunti come riferimento. Potranno essere sviluppate analisi dinamiche complete di tipo numerico al fine di confrontare i risultati ottenuti con i metodi approssimati proposti e quelli rigorosi che esaminano l’interazione dinamica fondazione-terreno. I modelli numerici di tipo FEM riguarderanno sistemi terreno-fondazione e terreno-fondazione-sovrastruttura e consentiranno lo studio accoppiato dell’interazione inerziale e cinematica, con particolare riferimento allo studio degli effetti indotti dagli scorrimenti relativi fondazione-terreno e dal sollevamento della fondazione stessa.
La ricerca sarà estesa anche alla modellazione fisica a scala ridotta con l’ausilio di</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">un'apparecchiatura disponibile presso l'U.R. e che ha già permesso di eseguire prove sperimentali su modelli di fondazioni superficiali a geometria variabile poggianti su terreno granulare. Le prove si svolgeranno presso il laboratorio della sezione Geotecnica del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Catania.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l'UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.1</td><td>Analisi del comportamento di fondazioni superficiali sottoposte a carichi di natura sismica.
Valutazione degli effetti di tipo inerziale e cinematico sul carico limite delle fondazioni superficiali.
Sviluppo di approcci numerici e/o semplificati da utilizzare nella progettazione corrente per la valutazione del carico limite delle fondazioni superficiali in condizioni sismiche.</td><td>36 - Cartaceo - Software</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.1</td><td colspan="2">
Castelli F., Motta E., Lentini V. (2009). Valutazione del carico limite in condizioni sismiche di fondazioni superficiali in prossimità di un pendio. Atti XIII Convegno ANIDIS - L'Ingegneria Sismica in Italia, Bologna, 28 Giugno - 2 Luglio, 2009, 10 p.
Castelli F., Motta E. (2008). Bearing capacity of shallow foundations near slopes: seismic analysis. Proceedings II British Geotechnical Association International Conference on Foundations ICOF2008, University of Dundee, Scotland - UK, June 24-27, 2008, Vol.1, pp.1177-1188.
Maugeri M., Castelli F., Massimino M.R. (2007). The contribution of geotechnical engineering to safer design of earthquake resistant building foundation. Special Workshop 4th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Thessaloniki, Greece, June 25-28, 2007, pp.511-540.
Castelli F., Lentini V. (2007). Modellazione fisica in scala ridotta per la valutazione del carico limite di una fondazione superficiale. Atti XXIII Convegno Nazionale di Geotecnica, Padova - Abano Terme, 16-18 Maggio, 2007, pp. 185-194.
Castelli F., Motta E. (2003). Bearing capacity of shallow foundations resting on a soil layer of limited depth. Proceedings International Symposium on Shallow Foundations, FONDSUP2003, Paris, 5-7 November, 2003, 8 p.
</td></tr>
</table>

Scheda UR - UNICA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNICA-DIGITA, Università degli Studi di Cagliari</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di GeoIngegneria e Tecnologie Ambientali (DIGITA), Università degli Studi di Cagliari, via Marengo 3, 90123 Cagliari</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Fabio M. Soccodato</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Fabio M. Soccodato</td><td>Ricercatore</td><td>DIGITA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2.1</td><td colspan="2">2.1.1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2.1.1:
1. Studio del comportamento sotto sisma di strutture di sostegno dei terreni flessibili e plurivincolate.

Si prevede l’esecuzione di analisi numeriche bidimensionali dinamiche alle differenze finite di opere di sostegno flessibili (paratie) plurivincolate in terreni asciutti. Il modello costitutivo adottato per il terreno sarà in grado di cogliere i principali aspetti del comportamento dinamico (non-linearità, degradazione della rigidezza, isteresi, raggiungimento di soglie di resistenza). Per l’input sismico verranno utilizzati accelerogrammi italiani caratterizzati da diversi contenuti in frequenza prevalente, eventualmente scalati a diversi livelli di accelerazione massima. Gli obiettivi della ricerca riguardano in particolare l’individuazione dei principali fattori che influenzano i valori delle sollecitazioni (massime e post-sismiche) agenti sulle strutture di sostegno e sui sistemi di vincolo, in modo da fornire elementi utili per la progettazione e, anche, l’adeguamento sismico di questa tipologia di opere.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task 2.1.1</td><td>Rapporto contenente la descrizione delle metodologie di analisi, l’illustrazione e l’interpretazione dei risultati ottenuti.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 2.1.1</td><td colspan="2">1. Callisto L., Soccodato F.M. (2010). Seismic design of flexible cantilevered retaining walls. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering ASCE, 2, 175-189.
2. Callisto L., Soccodato F.M. (2009). Performance-Based design of embedded retaining walls subjected to seismic loading. Proc. Workshop ReLUIS: Quali prospettive per l'Eurocodice 8 alla luce delle esperienze italiane, Napoli, Doppiavoce, 291-300.
3. Soccodato F.M., Callisto L. (2009). An approach to the seismic design of embedded retaining walls based on the results of dynamic numerical analysis. Proceedings of the International Conference on Performance-Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering- IS Tokio 2009.
4. Callisto L., Soccodato F.M., Conti R. (2008). Analysis of the seismic behaviour of propped retaining structures. Proc. Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics IV Conference, Sacramento.
5. Callisto L., Soccodato F.M. (2007). Seismic analysis of an embedded retaining structure in coarse-grained soils. Proc. 4th Int. Conf. on Earthquake Geotechnical Engineering. Thessaloniki.</td></tr>
</table>

Scheda UR - UNICAL

Affiliazione principale	*UR – UNICAL, Università della Calabria*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Difesa del Suolo, Ponte P. Bucci, 41B, 87036 Rende (CS), Tel. 0984.496625, Fax 0984.494050*		
Coordinatore dell'unità	*Giovanni Dente (Tel. 0984.496526, e-mail: dente@dds.unical.it)*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Giovanni Dente	Professore ordinario	UNICAL
	Enrico Conte	Professore associato	
	Ernesto Ausilio	Ricercatore	
	Roberto Cairo	Ricercatore	
	Antonello Troncone	Ricercatore	
	Antonio Costanzo	Dottore di ricerca	
	Alessandro Dente	Dottore di ricerca	
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	AT2.1	MT2	
	AT1.2	MT1.2	

Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task:

AT2.1, *MT2 (Fondazioni superficiali e su pali)*

Attività UR: Analisi della risposta sismica delle fondazioni miste

La risposta di una struttura ad un terremoto è il risultato di una complessa interazione fra la sovrastruttura, la fondazione ed il terreno. In generale, i metodi per l'analisi dell'interazione sismica terreno-struttura possono essere classificati come completi o semplificati. Nei metodi completi, i tre sistemi sono inclusi in un unico modello e sono analizzati contemporaneamente. La soluzione del problema viene usualmente ottenuta per via numerica utilizzando il metodo degli elementi finiti. I metodi semplificati si rifanno al cosiddetto approccio delle sottostrutture, in cui l'analisi viene effettuate per fasi, riguardanti: 1) l'interazione cinematica fondazione-terreno, che permette di definire il moto sismico a cui la struttura è sottoposta (FIM); 2) la valutazione delle funzioni d'impedenza, che descrivono la rigidezza dinamica del sistema fondazione-terreno; 3) l'interazione inerziale, che determina la risposta sismica della struttura sollecitata dal FIM.
Per l'analisi delle fondazioni miste (piastre su pali), che rappresentano una tipologia innovativa di fondazioni su pali, è praticamente obbligatorio affrontare il problema dell'interazione fra il terreno, i pali e la piastra di collegamento. In questi casi, infatti, gli effetti dell'interazione possono diventare molto importanti, non solo nei riguardi dell'entità delle sollecitazioni a cui i pali sono sottoposti, ma anche nei confronti della risposta che la struttura in elevazione esibisce per la presenza congiunta della piastra e dei pali. L'UR di Cosenza intende indagare il comportamento dinamico delle fondazioni miste, al fine di evidenziarne gli aspetti più importanti e di conseguire un avanzamento dello stato delle conoscenze. Per conseguire tale scopo farà ricorso ai metodi semplificati disponibili in letteratura e ad analisi avanzate agli elementi finiti.

<table>
<tr><td></td><td>della normativa vigente. A tale proposito, si utilizzeranno i risultati sperimentali del progetto SERIES, di cui è responsabile il Prof. A.L. Simonelli, che prevede una campagna sperimentale su prototipi di pali presso il laboratorio BLADE dell'Università di Bristol (UK).</td></tr>
<tr><td></td><td>AT1.2, MT1.2 (Linee guida e codici per analisi di risposta sismica locale)
Attività UR: Procedure innovative per la determinazione dell'input sismico
Nelle analisi di risposta sismica locale, viene comunemente assunto che il moto in superficie è il risultato della propagazione (in direzione verticale) di onde di taglio all'interno dello strato di terreno, che si estende dal "bedrock" al piano di campagna (modello 1D). Pur nell'ambito di un modello così semplice, notevoli incertezze riguardano la definizione dell'input sismico da assegnare al bedrock, da cui dipendono, in massima parte, i risultati dell'analisi. Generalmente, viene assunto che l'input sismico coincida con una delle componenti orizzontali dell'accelerazione registrata su roccia affiorante (quando disponibile). In altri casi, sulla base di dati sismologici, viene "ricostruito" un accelerogramma artificiale ed applicato al bedrock. In altri ancora, le registrazioni accelerometriche disponibili vengono "corrette" mediante l'applicazione di determinate "funzioni peso".
L'UR di Cosenza intende svolgere una ricerca sulla propagazione delle onde sismiche in condizioni 2D e 3D, al fine di sviluppare una procedura di interesse pratico che, sulla base di registrazioni accelerometriche in superficie, consenta di individuare le principali caratteristiche delle onde incidenti e definire, di conseguenza, l'input sismico da utilizzare nelle analisi di risposta sismica locale. Lo studio sarà condotto mediante l'uso di codici di calcolo bi e tri-dimensionali, per tener conto di tutte le componenti del moto sismico.</td></tr>
</table>

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	MT2 (AT2.1)	*Comportamento delle fondazioni miste sotto azioni sismiche.*	*36 – Cartaceo*
		Interazione cinematica ed inerziale di pali di fondazione in zona sismica. Indicazioni di carattere normativo.	*36 – Cartaceo*
	MT1.2 (AT1.2)	*Una procedura per la definizione dell'input sismico da utilizzare nelle analisi di risposta sismica locale.*	*36 – Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**
	MT2 (AT2.1)	1. *Cairo R., Conte E., Dente G., Sica S., Simonelli A.L. (2009). "Soil-pile kinematic interaction: new perspectives for EC8 improvements", Eurocode 8 Perspectives from the Italian Standpoint Workshop, Naples, 3 april 2009, E. Cosenza (ed.), pp. 263-275.* 2. *Cairo R., Conte E., Cosimo V.A., Dente G. (2009). "Analisi dell'interazione cinematica palo-terreno", XIII Convegno L'Ingegneria Sismica in Italia, ANIDIS, Bologna, cd-rom, memoria N. 179.* 3. *Cairo R., Conte E., Dente G. (2008). "Nonlinear seismic response of single piles", 2008 Seismic Engineering Conference commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake (MERCEA'08), Reggio Calabria (Italy), A. Santini & N. Moraci (eds.), American Institute of Physics, Melville, New York, vol. 1, pp. 602-609.* 4. *Cairo R., Dente G. (2007). "Kinematic interaction analysis of piles in layered soils", XIV European*

		fondazioni superficiali", in Fondazioni superficiali e profonde, V Convegno Nazionale dei Ricercatori di Ingegneria Geotecnica, Bari, Hevelius edizioni, Benevento, vol. 1, pp. 69-81.
	MT1.2 (AT1.2)	1. *Ausilio E., Conte E., Dente G. (2008). "Seismic response of alluvial valleys to SH waves". Seismic Engineering Conference commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake (MERCEA'08), Reggio Calabria (Italy), A. Santini & N. Moraci (eds.), American Institute of Physics, Melville, New York, pp. 199-206.* 2. *Costanzo A. , D'Onofrio A. , Silvestri F. , " Analisi dei danni registrati nel borgo di Gerace durante gli eventi sismici della Calabria del 1783". Atti del convegno "XII Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia"", Pisa, 2007.* 3. *Costanzo A. , D'Onofrio A. , Silvestri F. , " Numerical simulations of the ground deformation recorded in the historical town of Gerace during the seismic events in Calabria (1783).". Atti del convegno "IV Int. Conf. on Earthquake Geotechnical Engineering", Thessaloniki, 2007.* 4. *Costanzo A. , D'Onofrio A. , Lanzo G. , Pagliaroli A. , Penna A. , Puglia R. , Santucci De Magistris F. , Sica S. , Silvestri F. , Tommasi P. , " Seismic response of historical centers in Italy: selected case studies". Atti del convegno "IV International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering", Thessaloniki, 2007, A cura di Pitilakis K., 2007.* 5. *Costanzo A. , Silvestri F. , Lampitiello S. , Olivares L. , Lanzo G. , Tommasi P. , " Vulnerabilità sismica di centri storici su rilievi: i casi di Bisaccia, Orvieto, Gerace.". Atti del convegno "XI Congresso Nazionale 'L'Ingegneria Sismica in Italia'", Genova, 2004, ANIDIS:Roma, 2004.*

Scheda UR - UNIPV

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIPV-EUCENTRE, Centro Europeo di Formazione e Ricerca in Ingegneria Sismica</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Polo Cravino - Università degli Studi di Pavia
Via Ferrata, 1 - 27100 Pavia – Italy
Tel. 0382.516916, Fax. 0382.529131, www.eucentre.it</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Carlo G. Lai (Tel. 0382.516921, e-mail: carlo.lai@eucentre.it)</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Carlo G. Lai</td><td>Primo Ricercatore</td><td rowspan="7">EUCENTRE</td></tr>
<tr><td>Mirko Corigliano</td><td>Ricercatore</td></tr>
<tr><td>Laura Scandella</td><td>Dottore Ricerca</td></tr>
<tr><td>Elisa Zuccolo</td><td>Dottore Ricerca</td></tr>
<tr><td>Heidy Sanchez</td><td>Dottorando</td></tr>
<tr><td>Jetson Ronald</td><td>Dottorando</td></tr>
<tr><td>Ali Ozcebe</td><td>Dottorando</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT1-2</td><td colspan="2">MT1.2</td></tr>
<tr><td>AT2</td><td colspan="2">MT1.3</td></tr>
<tr><td>AT2.1</td><td colspan="2">MT3</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Le attività dell’UR vengono di seguito articolate così come inserite nell’ambito dei macrotemi MT1 (Risposta sismica locale e lifelines) e MT3 (Opere di sostegno rigide e flessibili) della linea trasversale di Geotecnica indicando di volta in volta le aree tematiche ed i task di riferimento.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">AT1-2, MT1.2: Linee guida e codici per analisi di risposta sismica locale
Attività UR: Valutazione dell’amplificazione locale con procedure affidabilistiche.
Le caratteristiche geologiche geotecniche e geomorfologiche di un sito hanno una forte influenza sulla risposta sismica di una struttura. Nella pratica ingegneristica corrente, la risposta sismica locale è condotta in modo deterministico al più parametricamente. Tuttavia le analisi di amplificazione sismica deterministiche non consentono di tener conto in modo adeguato delle incertezze che caratterizzano i parametri geometrici e costitutivi del modello di sottosuolo adottato nonché di quelle relative all’input sismico. Tali incertezze si propagano attraverso il modello e influenzano, in modo anche significativo, i risultati delle analisi. Una corretta stima delle incertezze insieme ad una valutazione affidabilistica dei risultati ottenuti da un’analisi di risposta sismica locale può essere ottenuta solamente adottando una procedura basata su un approccio di tipo stocastico. Quest’ultimo consente di valutare la sensitività dei risultati alle incertezze dei parametri del modello (sia quelle di tipo epistemico, sia quelle di tipo aleatorio) ed alla variabilità dell’input sismico. Il task si propone l’applicazione di una metodologia stocastica nella stima della risposta sismica locale per opere di particolare rilevanza quali beni di interesse storico, monumentale, strategico, ecc.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">AT2, MT1.3: Problemi near-fault ed effetti delle discontinuità nel sottosuolo sulla r.s.l.
Attività UR: Valutazione degli effetti dovuti alla vicinanza di sorgenti sismiche ad opere strategiche o di particolare rilevanza.
La presenza di una sorgente sismica modifica in modo sostanziale il campo di radiazione in prossimità della sorgente stessa (tipicamente, per effetto della polarizzazione e della direttività) inducendo ciò che viene convenzionalmente definito in letteratura come “effetto di campo-vicino”. In condizioni di campo vicino le caratteristiche dello scuotimento sono influenzate dal meccanismo di fagliazione e dalla direzione di propagazione della rottura rispetto al sito e possono essere caratterizzate da un segnale coerente di lungo periodo e forte intensità. Inoltre, la presenza di una sorgente sismica in prossimità di una costruzione può, in caso di forti terremoti, dare luogo a pericolose interazioni della struttura con la dislocazione</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">tettonica. Infatti la rottura di una faglia può propagarsi fino in superficie provocando effetti che possono essere disastrosi sulle strutture che vengono intercettate.

Entrambi gli effetti di campo vicino e quelli dell'interazione struttura-rottura di faglia superficiale costituiscono un aggravio considerevole delle condizioni di sollecitazione a cui può essere soggetta una costruzione, e sono potenzialmente capaci di produrre gravi danneggiamenti. Nel caso di opere strutturali ed infrastrutturali strategiche, sia gli effetti di campo vicino sullo scuotimento, sia la possibile interazione con la rottura superficiale di faglia devono essere adeguatamente presi in conto. Il task si propone l'obiettivo di mettere a punto una metodologia operativamente efficace per l'introduzione di questi aspetti nei metodi d'analisi della risposta sismica del sito e dei manufatti.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">AT2.1, MT3 (Opere di sostegno rigide e flessibili)
Attività UR: Valutazione della risposta sismica di muri di sostegno a gravità
Valutazione della risposta sismica di muri di sostegno a gravità. L'introduzione nelle moderne normative tecniche dell'approccio di progettazione prestazionale richiede per le opere di sostegno, nuove ed esistenti, una valutazione della sicurezza con metodi nuovi. Per le opere di sostegno a gravità la prestazione dell'opera è definita dalla stima dello spostamento residuo, post-sismico, dell'opera, perché esso è direttamente correlato al danno. Infatti una corretta progettazione di queste opere comporta che esse raggiungano la condizione di stabilità critica attraverso un cinematismo di scorrimento che per le opere di sostegno a gravità è quello più duttile in accordo al moderno criterio di gerarchia delle resistenze ampiamente in uso in ambito strutturale. L'applicazione dell'approccio prestazionale richiede dunque la definizione di criteri che consentano di garantire che per le opere a gravità si attivi il meccanismo più duttile, cioè quello dello scorrimento. Ciò vale sia in fase di progettazione di nuove opere, sia nella messa a punto di interventi di adeguamento sismico per i muri esistenti. È poi necessario lo sviluppo di metodi semplificati (ad es. metodo di Newmark) per il calcolo dello spostamento residuo, che superino i limiti associati ai metodi correntemente utilizzati. Questo task si pone quindi l'obiettivo di rispondere a queste due esigenze. In particolare per la stima dello spostamento residuo sarà messo a punto un modello semplificato ad un grado di libertà, in cui l'opera di sostegno è sollecitata dallo scuotimento alla base, in accordo al metodo convenzionale di Newmark, e lateralmente dal terreno di riempimento.

Si segnala la possibilità di utilizzare la tavola vibrante del laboratorio sperimentale di EUCENTRE e la scatola laminare a taglio già realizzata nell'ambito di un precedente progetto. La possibilità di utilizzo andrà valutata nell'ambito di una estensione del progetto che preveda anche la possibilità di realizzare prove di laboratorio.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti di cui è responsabile l'UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>AT1-2, MT1.2</td><td>Valutazione dell'amplificazione locale con procedure affidabilistiche.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>AT2, MT1.3</td><td>Valutazione degli effetti dovuti alla vicinanza di sorgenti sismiche ad opere strategiche o di particolare rilevanza.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>AT2.1, MT3</td><td>Valutazione della risposta sismica di muri di sostegno a gravità</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>AT1-2, MT1.2</td><td colspan="2">1. Lai, C.G., Menon, A., Corigliano, M., Ornthammarath, T., Sanchez, H.L., Dodagoudar, G. R. (2009) Probabilistic Seismic Hazard Assessment and Stochastic Site Response Analysis at the Archaeological Site of Kancheepuram in Southern India. Research Report prepared by European Centre for Training and Research</td></tr>
</table>

		in Earthquake Engineering. Research Report No. EUCENTRE–2009/01, IUSS Press. May 2009. pp. 224. 2. *Lai, C.G., Corigliano, M., Sanchez, H.L., Scandella, L. (2009) Definition of the seismic input at the "Regina Montis Reglais" Basilica of Vicoforte, Northern Italy. Research Report prepared by European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering. Research Report No. EUCENTRE–2009/03, IUSS Press. November 2009. pp. 378. ISBN 978-88-6198-039-6* 3. *Lai C.G., Corigliano M., Sanchez H., (2009). Some examples of 1D fully stochastic site response analyses of soil deposits. ACES Workshop: Advances in Performance-Based Earthquake Engineering. Corfu (GR): July 4-7, 2009* 4. *Lai, C. G., Corigliano, M., Bhuiyan, M.T.R. (2007) Comparison of Real Vs. Artificial Accelerograms in 1D Linear-Equivalent and Nonlinear Site Response Analysis of Soil Deposits, XIV European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, ISSMGE - ERTC 12 Workshop, Geotechnical Aspects of EC8, September 24-27, Madrid, Spain.*
	AT1-2, MT1.2	1. *Lai, G.G., Corigliano, M., Agosti, M. (2009) Dighe e terremoti: Il caso Aquilano. Progettazione Sismica. N°3 Settembre-Dicembre 2009 ISBN 978-88-6198-040-2*
	AT2.1, MT3	1. *Pasquali, R., Lai, C. G. and Corigliano, M.(2010). Some Issues in Seismic Analysis and Design of Blockwork Wharves. Journal of Earthquake Engineering, 14: 1, 102 — 130 (DOI: 10.1080/13632460902988992).* 2. *Corigliano, M., Lai, C. G., Pasquali, R.,(2010). Seismic response of gravity walls using Newmark-type modelling with double-support excitation. Soil-Foundation-Structure Interaction Considerations for Performance-Based Design of RC Wall Structures on Shallow Foundations. International Workshop on Soil-Foundation-Structure Interaction, Auckland (New Zealand) 26-27 Nov 2009.* 3. *Borg R.C., Corigliano, M., Lai, C.G., Pavese, A., (2009). Large scale 1-g shaking table test of an unanchored earth-retaining rc diaphragm. International Conference on Performance-Based Design IS Tokyo, paper 229* 4. *Pasquali, R., Lai, C.G., Corigliano, M. (2008). Seismic Analysis and Design of Blockwork-Wharf Structures. 14th World Conference in Earthquake Engineering, Beijing, China. Paper ID 04-02-0049.* 5. *Comina, C., Corigliano, M., Foti, S., Lai, C.G., Lancellotta, R., Leuzzi, F., Li Destri Nicosia, G., Paolucci, R., Pettiti, A., Psarropoulos, P.N., Zanoli, O. (2008) Parametric Study of Cantilever Walls Subjected to Seismic Loading MERCEA AIP Conf. 1020, 703 (2008).ISBN- 978-0-7354-0542-4*

Scheda UR - UNIFI

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIFI-DICeA, Università degli Studi di Firenze</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, via di Santa Marta 3, 50139 Firenze – Italy, Tel. 055.4796212, Fax 055.495333, ref. amm.vo: carla.anichini@unifi.it</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Claudia Madiai, Tel. 055.4796457, Fax 055.495333, e-mail: clau@dicea.unifi.it</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Claudia Madiai</td><td>Professore associato</td><td>DICeA</td></tr>
<tr><td>Giacomo Simoni</td><td>Tecnico laureato a tempo determinato</td><td>DICeA</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT2</td><td colspan="2">MT1.1</td></tr>
<tr><td>AT2</td><td colspan="2">MT1.3</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">AT2, Task MT1.1: Proposte normative (classificazione del sottosuolo ed effetti dell’amplificazione locale sulle azioni sismiche):
Attività UR: Definizione di fattori di amplificazione locale rappresentativi degli effetti litostratigrafici.
La definizione dello spettro elastico in pseudo-accelerazione atteso al sito è un passo fondamentale per la determinazione delle azioni sismiche di progetto. Per un fissato valore del rapporto di smorzamento strutturale, la forma dello spettro di risposta elastico dipende dalle caratteristiche dell’accelerogramma del moto sismico al sito, ovvero dalle caratteristiche del meccanismo di sorgente e del percorso di propagazione delle onde sismiche. Rispetto al moto su roccia affiorante (o terreno ad essa assimilabile) e pianeggiante , il moto sismico in un dato sito, che non si trovi nelle suddette condizioni, (e quindi il relativo spettro di risposta) è fortemente influenzato dalla morfologia superficiale (effetti topografici) e profonda, dalla successione stratigrafica e dalle caratteristiche geotecniche dei materiali costituenti il sottosuolo (effetti litostratigrafici).
Sulla base di un numero significativo di analisi monodimensionali della risposta sismica locale, cioè prescindendo dagli effetti legati a fenomeni 2D, l’UR si propone di analizzare la variabilità e la rappresentatività di diversi coefficienti in grado di sintetizzare gli effetti litostratigrafici in termini di amplificazione spettrale. A partire da tali analisi, l’obiettivo è quello di determinare, per le diverse categorie di suolo definite dalle NTC08, dei fattori sufficientemente affidabili per quantificare l’amplificazione stratigrafica delle accelerazioni spettrali a bassi e lunghi periodi, al variare delle condizioni locali e del contenuto energetico dell’input sismico.
AT2, Task MT1.3: Problemi near-fault ed effetti delle discontinuità nel sottosuolo sulla risposta sismica locale
Attività UR: Valutazione degli effetti di forti discontinuità geometriche e meccaniche del sottosuolo.
L’energia trasportata dalle onde sismiche nel loro cammino di propagazione dal bedrock alla superficie del deposito viene in parte progressivamente dissipata per effetto dello smorzamento (geometrico, isteretico e per scattering). Tuttavia, la presenza di forti discontinuità nelle proprietà meccaniche dei terreni attraversati e di particolari configurazioni della morfologia superficiale e sepolta può determinare importanti effetti di amplificazione/deamplificazione dovuti a fenomeni di rifrazione , riflessione e focalizzazione delle onde sismiche.
Al fine di evidenziare gli effetti sulla risposta sismica in superficie, in condizioni free-field, dovuti alla presenza di forti discontinuità meccaniche dei terreni presenti nella successione stratigrafica e irregolarità nella morfologia sepolta, con particolare riferimento alla presenza di marcate eterogeneità laterali in corrispondenza dei bordi di strutture vallive, l’UR si propone di effettuare un numero significativo di analisi bidimensionali della risposta sismica locale per le diverse categorie di suolo e utilizzando diversi input sismici. Le discontinuità geometriche del substrato saranno</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">caratterizzate da diverse inclinazioni e dimensioni; le discontinuità nelle proprietà meccaniche dei terreni attraversati dal moto sismico saranno espresse in termini di rapporti di impedenza, variabilità dei profili di rigidezza iniziale. Nelle analisi verranno impiegati diversi input sismici in modo da variare l'entità dei livelli deformativi raggiunti e quindi dei fenomeni di non linearità. L'obiettivo finale è la definizione di fattori correttivi da applicare ai coefficienti di sito per tener conto dei suddetti effetti.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l'UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>MT1.1 (AT2)</td><td>Definizione di fattori di amplificazione locale rappresentativi degli effetti litostratigrafici.</td><td>36 – digitale e cartaceo</td></tr>
<tr><td>MT1.3 (AT2)</td><td>Valutazione degli effetti di forti discontinuità geometriche e meccaniche del sottosuolo.</td><td>36 – digitale e cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>MT1.1 (AT2)</td><td colspan="2">1. FACCIORUSSO J., MADIAI C. (2007). Local seismic response prediction and design building code provisions: the case study of Senigallia, Italy. Proc. ERTC-12 Special Session of XIV European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ECSMGE), Madrid.
2. CRESPELLANI T., SIMONI G. (2007). Dynamic shear stiffness and damping measurements for seismic response analyses at Senigallia, Italy. XIV European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ECSMGE 2007), 24-27 September, Madrid, Spain.
3. CRESPELLANI T., FACCIORUSSO J., MADIAI C. (2003). Evaluation of site coefficients for aseismic building design: seismological and geotechnical investigations in two historical centres of the Marche region, Italy. In: Maugeri, M. e Nova, R. (eds) "Geotechnical analysis of seismic vulnerability of historical monuments", Cap. 7, pp. 169-185.
4. CRESPELLANI T., MADIAI C., SIMONI G., VANNUCCHI G. (2001). Dynamic geotechnical testing and seismic response analyses in two sites of the Commune of Nocera Umbra, Italy. Italian Geotechnical Journal, No.4, pp. 39-52.</td></tr>
<tr><td>MT1.3 (AT2)</td><td colspan="2">1. MADIAI C., SIMONI G. (2004). Analisi numeriche 1D e 2D per la previsione degli effetti sismici locali a Città di Castello. Atti del XXII Convegno Nazionale di Geotecnica, Palermo, 22-24 Settembre 2004.
2. SIMONI G. (2003). Caratterizzazione geotecnica di alcuni depositi olocenici e pleistocenici dell'Alta Valtiberina finalizzata alla valutazione degli effetti sismici locali. Tesi di Dottorato di Ricerca in Ingegneria Civile e Ambientale. Università degli Studi di Firenze.
3. CRESPELLANI T., MADIAI C., SIMONI G. (2002). Indagini geotecniche per la valutazione degli effetti di sito in alcuni centri dell'Alta Val Tiberina. Ingegneria Sismica, Anno 19, No.1, pp. 15-33.</td></tr>
</table>

Scheda UR - UNIMOL

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIMOL – Laboratorio StreGa</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Università degli Studi del Molise – Dipartimento S.A.V.A. via De Sanctis 86100 Campobasso Tel +39 0874 404 843 - Fax. +39 0874 404 855</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Filippo Santucci de Magistris – Laboratorio di Dinamica Strutturale e Geotecnica StreGa, Università degli Studi del Molise, via Duca degli Abruzzi, Termoli CB. Tel/Fax: + 39 0874 404952, e-mail filippo.santucci@unimol.it</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Arindam Dey</td><td>Borsista</td><td rowspan="8">UNIMOL</td></tr>
<tr><td>Antonio Di Carluccio</td><td>Ricercatore</td></tr>
<tr><td>Giovanni Fabbrocino</td><td>Professore Associato</td></tr>
<tr><td>Giovanni Lanzano</td><td>Assegnista di Ricerca</td></tr>
<tr><td>Carmine Laorenza</td><td>Dottorando</td></tr>
<tr><td>Mariella Mancini</td><td>Dottoranda</td></tr>
<tr><td>Carlo Rainieri</td><td>Assegnista di Ricerca</td></tr>
<tr><td>Filippo Santucci de Magistris</td><td>Ricercatore</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT2.2</td><td colspan="2">MT1.4 (2.2.3), Att. a</td></tr>
<tr><td>AT2.2</td><td colspan="2">MT1.4 (2.2.3), Att. b</td></tr>
<tr><td>AT2.2</td><td colspan="2">MT1.4 (2.2.3), Att. c</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">AT2.2, Task MT1.4 (2.2.3): Analisi sismica di lifelines e strutture interrate di supporto

Attività UR a: Valutazione dell’interazione sismica terreno/struttura/fluido per i serbatoi interrati
Le strutture interrate a causa del loro elevato grado di confinamento hanno generalmente mostrato un comportamento soddisfacente durante i terremoti, se paragonato a quello delle strutture in elevazione. Tuttavia, durante terremoti recenti particolarmente distruttivi, sono stati registrati danni ingenti e irreversibili a strutture interrate comprendenti gallerie, tubazione e serbatoi interrati, causandone la temporanea o definitiva sospensione dell’utilizzo. Risulta dunque di estrema importanza garantire il perfetto funzionamento di queste opere e nel caso di serbatoi interrati anche la perfetta tenuta, al fine di scongiurare la fuoriuscita di liquidi.
Lo studio del comportamento dei serbatoi interrati non può prescindere dalla considerazione che tre differenti elementi sono interagenti durante il fenomeno sismico: il terreno, la struttura e il fluido, nonché dall’interazioni con altri elementi strutturali (ad es. collegamenti con le tubazioni di adduzione). Questo elevato grado di complessità necessita un’opportuna modellazione fisica e numerica del problema, al fine di poterne trarre delle utili e semplificate indicazioni progettuali.

AT2.2, Task MT1.4 (2.2.3): Analisi sismica di lifelines e strutture interrate di supporto

Attività UR b: Vulnerabilità sismica di serbatoi fondati in terreni potenzialmente liquefacibili e sistemi di mitigazione
I serbatoi talvolta costituiscono opere massicce che inducono nel sottosuolo elevati valori delle tensioni. In presenza di terreni incoerenti e poco addensati sotto falda si possono manifestare all’interno del terreno meccanismi di rottura per liquefazione. Questo tipo di rottura può determinare il parziale o totale collasso della struttura a causa degli elevati spostamenti indotti dal fenomeno di rottura. Risulta quindi rilevante effettuare una serie di modellazioni numeriche dinamiche, semplificate e complete, allo scopo di individuare le condizioni che possono indurre l’insorgere di rotture per liquefazione. Alle analisi numeriche si può affiancare un’adeguata modellazione fisica del problema, ottenendo case histories artificiali che descrivono in maniera realistica, seppur semplificata, l’insorgere del fenomeno di liquefazione. I risultati di queste analisi costituiranno un utile riferimento per testare la validità dei</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">metodi semplificati attualmente disponibili in letteratura.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">AT2.2, Task MT1.4 (2.2.3): Analisi sismica di lifelines e strutture interrate di supporto

Attività UR c: Modellazione fisica in centrifuga dell’interazione terreno/struttura
Nell’analisi di un fenomeno fisico, la disponibilità di dati sperimentali è di primaria importanza per validare analisi numeriche e modelli semplificati del fenomeno stesso. Questo aspetto riveste importanza ancora maggiore per lo studio del comportamento sismico delle strutture per i quali non è sempre agevole ottenere misure dinamiche durante i terremoti. Risulterebbe dunque utile ricorrere ad una modellazione fisica del problema, in maniera da ricreare in maniera artificiale l’evento sismico e ottenere una case history di misure dinamiche. La modellazione fisica che frequentemente viene utilizzata in ingegneria geotecnica è la modellazione in scala ridotta in centrifuga. Il modello, opportunamente strumentato, viene sottoposto a una accelerazione di gravità di alcune decine di volte superiore a quella terrestre, allo scopo di riprodurre nel mezzo uno stato tensionale compatibile con quello di un’opera di dimensioni reali. Successivamente al modello viene applicato una storia temporale di spostamenti e si ottengono dagli strumenti i dati sperimentali durante l’evento dinamico. La positiva esperienza maturata su questi aspetti nel precedente progetto Reluis-DPC potrebbe trasferirsi anche al macrotema delle lifelines e dei serbatori interrati. La materiale esecuzione di prove su modello andrebbe subordinata all’accordo con istituzioni in grado di eseguire le prove e al reperimento di adeguate risorse economiche aggiuntive rispetto a quelle ora assegnate all’UR..</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>MT1.4 (AT2.2, Task 2.2.3), Att. UR a</td><td>Valutazione dell’interazione sismica terreno/struttura/fluido per i serbatoi interrati</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>MT1.4 (AT2.2, Task 2.2.3), Att. UR b</td><td>Vulnerabilità sismica di serbatoi fondati in terreni potenzialmente liquefacibili e sistemi di mitigazione</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>MT1.4 (AT2.2, Task 2.2.3), Att. UR c</td><td>Modellazione fisica in centrifuga dell’azione sismica e dell’interazione terreno/struttura</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>MT1.4 (AT2.2, Task 2.2.3)</td><td colspan="2">Bilotta E., Lanzano G., Russo G., Santucci de Magistris F., Silvestri F. (2008) An early-stage design procedure for circular tunnel lining under seismic actions. Proc. Word Conference on Earthquake Engineering, Beijing China.
Lanzano, G., Di Carluccio A., Fabbrocino G., Santucci de Magistris F. (2010) Construction and design of underground steel tanks in seismic areas: an integrated structural and geotechnical approach. 4th International Conference on Steel & Composite Structures. 21 – 23 July 2010. Sydney, Australia
Salzano, E., Garcia Agreda, A., Di Carluccio, A., Fabbrocino, G. (2009). Risk assessment and early warning systems for industrial facilities in seismic zones. Reliab. Eng. Syst. Saf., 94(10), 1577-1584.
Santucci de Magistris F. (2006) Liquefaction: a contribution to the Eurocode from the Italian Guideline “Geotechnical Aspects of the Design in Seismic Areas”. ISSMGE ETC-12 workshop, NTUA Athens, Greece, pp.127-141.
Bilotta E., Lanzano G., Russo G., Silvestri F., S.P.G. Madabhushi (2009). Calibration of seismic analyses of shallow tunnels by dynamic centrifuge tests. Proc. XVII ICSMGE. Alexandria, Egypt.</td></tr>
</table>

Scheda UR - UNIPARTH

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIPARTHENOPE-DIT, Università degli Studi di Napoli Parthenope</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento per le Tecnologie (DIT), Università degli Studi di Napoli Parthenope, Centro Direzionale ISOLA C4, 80131, Napoli, Tel. 081 5476730</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Stefano Aversa</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Stefano Aversa</td><td>Professore Ordinario</td><td>DIT</td></tr>
<tr><td>Rosa M. S. Maiorano</td><td>Ricercatore</td><td>DIT</td></tr>
<tr><td>Ricercatore (concorso in atto)</td><td>Ricercatore</td><td>DIT</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2.1</td><td colspan="2">2.1.1
2.1.2</td></tr>
<tr><td>2.2</td><td colspan="2">2.2.2
2.2.3</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 2.1.1 e 2.1.2 :
MT2 (Fondazioni superficiali e su pali)

L’UR intende approfondire in primo luogo il tema degli effetti indotti dalla deformabilità del sistema fondazione-terreno sulla risposta sismica delle nuove costruzioni, solitamente trascurati o trattati in modo marginale nella valutazione del rischio sismico. Questa attività di studio comprenderà sia le fondazioni superficiali sia le fondazioni su pali. Si prevede di condurre analisi dinamiche ad elementi finiti in campo non lineare di alcuni modelli ricorrenti di edifici sia applicando il metodo delle sottostrutture o della decomposizione dei fenomeni di interazione (Gazetas, 1984; Nikolaou et al. 1995; Mylonakis et al. 1997), e cioè modellando gli effetti della deformabilità fondazione-terreno considerando alla base dell’edificio opportune funzioni di impedenza dinamica, sia modellando l’interazione globale a tre componenti. I risultati (espressi in termini di spostamenti massimi d’interpiano, domanda di duttilità, forza di taglio alla base dell’edificio, sviluppo dei meccanismi di dissipazione) verranno confrontati con quelli ricavati mediante analisi dinamiche non lineari di tipo convenzionale, condotte considerando l’edificio con base fissa.

Per le fondazioni su pali, in collaborazione con le UR SUN e UniSannio, verranno sviluppati criteri semplificati per la valutazione delle funzioni di impedenza dinamica da adottare nelle analisi di interazione inerziale dell’edificio. Si cercherà infine, in collaborazione con SUN, di definire i limiti entro i quali è possibile condurre lo studio di interazione inerziale applicando alla base dell’edificio direttamente il moto di free-field, e cioè trascurando la modifica del segnale sismico dovuta alla presenza dei pali.

MT3 (Opere di sostegno rigide e flessibili)

Sul tema delle opere di sostegno flessibili l’UR prevede lo sviluppo delle seguenti attività: 1) modellazione fisica in centrifuga del comportamento di coppie di paratie con due livelli di puntoni in terreni a grana grossa; 2) analisi dinamiche complete con modelli costitutivi avanzati. Le prove verranno svolte allo Schofield Center del Cambridge University Engineering Department. Il programma prevede lo svolgimento di prove su un modello di paratie con un solo livello di puntoni alla sommità delle paratie e su un modello identico con un livello aggiunto alla profondità di scavo. Il confronto consentirà di valutare gli effetti di questo secondo livello puntoni, sul quale è quasi sempre possibile contare in occasione dell’evento sismico.
Le analisi numeriche verranno condotte sugli stessi schemi di paratie analizzati con la sperimentazione in centrifuga, con il codice di calcolo dinamico agli elementi finiti</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>Abaqus e con il modello costitutivo di Papadimitriou e Boukovalas (2001), in grado di riprodurre gli aspetti essenziali della risposta ciclica/dinamica dei terreni a grana grossa. La modellazione numerica avanzata sarà finalizzata sia alla comprensione del comportamento del complesso terreno-opera in condizioni sismiche, sia allo sviluppo di procedure di verifica semplificate da utilizzare nella progettazione corrente di tali opere.
Un ulteriore aspetto che si intende analizzare con le analisi numeriche è l'interazione paratie-edificio per edifici con livelli interrati, attraverso lo studio della modifica dell'input sismico alla base dell'edificio, per effetto della presenza dell'opera di sostegno sottostante.</td></tr>
<tr><td></td><td>Task 2.2.3
MT2 (Fondazioni superficiali e su pali)

Le opere di fondazione devono resistere all'azione risultante della risposta del terreno e delle strutture sovrastanti senza subire spostamenti permanenti incompatibili con lo stato limite di riferimento.

Nel caso di impianti industriali di notevole rilevanza, fra i quali gli impianti nucleari, le apparecchiature rilevanti per la funzione dell'opera non devono subire danneggiamenti o interruzioni d'uso. In questo caso assume notevole importanza la corretta valutazione degli spostamenti massimi e di quelli permanenti irreversibili indotti dall'evento considerato e non si può prescindere dalla valutazione degli effetti dovuti alla deformabilità del sistema fondazione terreno. Per le opere anzidette la fondazione è solitamente dotata di elevata rigidezza, e gli spostamenti si possono ricondurre con buona approssimazione ad un atto di moto rigido. La corretta valutazione delle componenti dell'atto di moto anzidetto e dei conseguenti strapiombi rappresenta un aspetto cruciale del progetto. L'UR Parthenope intende sviluppare essenzialmente delle metodologie semianalitiche di previsione degli spostamenti di questi opere a carattere speciale indotti dall'azione sismica di riferimento (cfr. Mylonakis et al. 2002). Per confronto si adotteranno modelli di analisi dinamica completa del sistema terreno-fondazione-sovrastruttura.</td></tr>
<tr><td>Prodotti di cui è responsabile l'UR</td><td>
<table>
<tr><th>Task</th><th>Descrizione</th><th>Mese di consegna e formato</th></tr>
<tr><td>Task 2.1.1

Task 2.1.2</td><td>Sviluppo di metodologie di analisi per la valutazione degli effetti indotti dalla deformabilità del sistema fondazione-terreno sulla risposta sismica degli edifici di nuova costruzione
Criteri semplificati di valutazione delle funzioni di impedenza delle fondazioni su pali da adottare nell'analisi della risposta sismica dell'edificio.
Sviluppo di procedure di verifica semplificate da utilizzare nella progettazione corrente di paratie con uno o due livelli di puntoni e di metodologie semplificate per la valutazione degli effetti indotti dall'interazione paratie terreno nella risposta sismica dell'edificio con livelli interrati.</td><td>36 – Cartaceo - Software

36 – Cartaceo - Software</td></tr>
<tr><td>Task 2.2.3</td><td>Sviluppo di criteri semi-analitici di calcolo per la valutazione degli effetti delle fondazioni sugli spostamenti di opere a carattere speciale</td><td>18 – Cartaceo - Software</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

	Task	Citazione
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	*Task 2.1.1 e* *Task 2.1.2*	1. *Maiorano R.M.S., de Sanctis L., Aversa S., Mandolini A. (2009).* Kinematic response analysis of piled foundations under seismic excitation*. CANADIAN GEOTECHNICAL JOURNAL, 46(5): 571-584, ISSN 1208-6010* 2. *de Sanctis L., Maiorano R.M.S., Aversa S. (2010).* A method for assessing kinematic bending moments at the pile head*. EARTHQUAKE ENGINEERING STRUCTURAL DYNAMICS, 39(4), 375-397, ISSN 0098-8847* 3. *Viggiani G.M.B., de Sanctis (2009).* Geotechnical aspects of underground railway construction in the urban environment: The examples of Rome and Napoli*. General Report Session 5 of the 10th IAEG. ENG. GEOLOGY SPECIAL PUBL., No. 22, 215-241, ISSN 0267-9914* 4. *Aversa S., Maiorano R.M.S., Tamagnini C. (2007).* Influence of damping and soil model on the computer seismic response of flexible retaining structures*. Proc. of the 14th ECSMGE, Madrid, 24-27 September, Workshop Special Session ERTC12* 5. *de Sanctis L., Maiorano R.M.S. (2009). Earthquake induced kinematic bending moments on fixed-head piles. Proc. of the Int. Conf. 'Performance Based Design in Earthquake Geotecnical Engineering, Tokyo, Japan, 15-17 June 2009, 1567-1574, Taylor & Francis, ISBN 978-0-415-55614-9*
	Task 2.2.3	1. *Maiorano R.M.S., de Sanctis L., Aversa S., Mandolini A. (2009).* Kinematic response analysis of piled foundations under seismic excitation*. CANADIAN GEOTECHNICAL JOURNAL, 46(5): 571-584, ISSN 1208-6010* 2. *de Sanctis L., Maiorano R.M.S., Aversa S. (2010).* A method for assessing kinematic bending moments at the pile head*. EARTHQUAKE ENGINEERING STRUCTURAL DYNAMICS, 39(4), 375-397, ISSN 0098-8847* 3. *de Sanctis L., Maiorano R.M.S. (2009). Earthquake induced kinematic bending moments on fixed-head piles. Proc. of the Int. Conf. 'Performance Based Design in Earthquake Geotecnical Engineering, Tokyo, Japan, 15-17 June 2009, 1567-1574, Taylor & Francis, ISBN 978-0-415-55614-9*

Scheda UR nuovo progetto ReLUIS 2010-2013

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – POLIBA, Politecnico di Bari</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Politecnico di Bari, Dipartimento di Ingegneria delle Acque e di Chimica – Via Orabona 4, 70125 Bari – Italia. Tel. +39 080 5963203</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Prof. Ing. Angelo Amorosi a.amorosi@poliba.it +39 080 5963693</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Angelo Amorosi</td><td>Professore Associato</td><td>Poliba</td></tr>
<tr><td>Federica Cotecchia</td><td>Professore Associato</td><td>Poliba</td></tr>
<tr><td>Daniela Boldini</td><td>Ricercatore Univ.</td><td>Uni. Bologna</td></tr>
<tr><td>Giuseppina Mitaritonna</td><td>Dottore Ricerca</td><td>Poliba</td></tr>
<tr><td>Claudia Vitone</td><td>Dottore Ricerca</td><td>Poliba</td></tr>
<tr><td>Giovanni Postiglione</td><td>Dottorando</td><td>Poliba</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT2.2</td><td colspan="2">2.2.3 MT1.4</td></tr>
<tr><td>AT1-2</td><td colspan="2">1.1.3 MT1.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">AT2.2, Task 2.2.3 - MT1.4 (Analisi sismica di lifelines e strutture interrate di supporto)
Attività UR: Analisi dinamica avanzata del comportamento di tubazioni interrate
Oggetto dello studio è la risposta dinamica di tubazioni interrate quando soggette ad eventi sismici. Si tratta di un articolato problema d‘interazione dinamica tra la struttura ed il sottosuolo, caratterizzato da tutti gli elementi di complessità tipici di questa classe di problemi quali, ad esempio, la non-linearità e la risposta in parte irreversibile del terreno, l’accumulo di spostamenti permanenti della tubazione giuntata, il ruolo non trascurabile della posa in opera e l’eventuale interazione con le strutture cui la tubazione è collegata. Nonostante l‘acclarata rilevanza del tema, nonché la suddetta complessità dello stesso, esso è stato approcciato in letteratura quasi esclusivamente adottando soluzioni semplificate di tipo analitico, sviluppate nell’ipotesi di risposta elastica del terreno e della tubazione. Il contributo innovativo che si propone in questa attività è in prima istanza di tipo metodologico: si adotteranno soluzioni basate su analisi dinamiche complete, eseguite attraverso approcci numerici basati su ipotesi costitutive avanzate, sia per quanto attiene al terreno, sia per quello che riguarda la struttura. In particolare, si studierà il comportamento trasversale della tubazione per mezzo di analisi agli Elementi Finiti (FE), adottando per il terreno modelli costitutivi multi-superficie ad incrudimento misto isotropo-cinematico (e.g. Kavvadas & Amorosi, 2000), implementati in codici di calcolo commerciali (Abaqus) ed accademici (Swandyne) secondo schemi di integrazione espliciti o impliciti (Amorosi et al., 2008) e già adoperati in analisi dinamiche complete di tipo geotecnico (e.g. Elia et al., 2010). Obiettivo di questa fase di attività è quello di estendere alle tubazioni interrate i risultati proposti in Amorosi & Boldini (2009) nello studio di un problema analogo, quale quello della risposta dinamica trasversale di gallerie superficiali. L’analisi del problema includerà successivamente lo studio della risposta sismica longitudinale della tubazione, che sarà condotto attraverso analisi FE di tipo tridimensionale, adottando le medesime ipotesi costitutive assunte nel caso trasversale.
AT1-2, Task MT1.2 (Linee guida e codici per l’analisi di risposta sismica locale)
Attività UR: Validazione e verifica codici esistenti
Il contributo che l’Unità intende fornire in merito a questo Task è in continuità con parte del lavoro svolto nel corso di ReLuis I. Esso riguarda in prima istanza la definizione di strategie di utilizzo corretto di codici di calcolo commerciali agli Elementi Finiti nell’analisi della risposta sismica locale. In questo ambito, tipicamente, le ipotesi costitutive adottate sono relativamente semplici (visco-elasticità lineare, visco-elasticità lineare e plasticità perfetta), così da rendere cruciale la corretta definizione dei parametri da adottare. Di recente alcuni membri dell’Unità hanno proposto una nuova strategia di calibrazione dei parametri di rigidezza e smorzamento in grado di assicurare una ragionevole rispondenza tra analisi FE, svolte nel dominio del tempo adottando ipotesi costitutive lineari, e le corrispondenti analisi svolte nel dominio delle</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">frequenze secondo il classico schema visco-elastico lineare equivalente (Amorosi et al., 2010). Tale risultato rappresenta la naturale premessa alla estensione dello studio numerico della risposta sismica locale ad ipotesi costitutive più complesse, in grado di prevedere “naturalmente” l’evoluzione della rigidezza e della dissipazione al variare della dimensione dei cicli e del numero degli stessi, unitamente allo sviluppo di sovrapressioni interstiziali e deformazioni permanenti. Il confronto con misure reali acquisite nel corso di eventi sismici intensi consentirà di individuare pregi e limiti dell’approccio proposto.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>AT2.2

Task 2.2.3-MT1.4</td><td>Analisi dinamica avanzata del comportamento di tubazioni interrate.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>AT1-2

Task MT1.2</td><td>Linee guida sull’uso di codici FEM per l’analisi di risposta sismica locale.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>AT2.2

Task 2.2.3-MT1.4</td><td colspan="2">1. Kavvadas, M., Amorosi, A. (2000), ‘A constitutive model for structured soils’, Géotechnique 50 (3), 263-274.
2. Amorosi, A., Boldini, D., Germano, V. (2008), ‘A generalised backward euler scheme for the integration of a mixed isotropic-kinematic hardening model for clays’ International Journal of Numerical and Analytical Methods in Geomechanics 32, 1173-1203.
3. Elia, G., Amorosi, A., Chan, A.H.C., Kavvadas, M.J. (2010), ‘Fully coupled dynamic analysis of an earth dam’, Géotechnique, Accepted for publication.
4. Amorosi, A., Boldini, D. (2009), ‘Numerical modelling of the transverse dynamic behaviour of circular tunnels in clayey soils’, Soil Dynamics and Earthquake Engineering 29 (6) 1059-1072.</td></tr>
<tr><td>AT1-2

Task MT1.2</td><td colspan="2">1. Amorosi A., Boldini D., Elia G. (2010) “Finite element modelling of seismic ground response” Computers and Geotechnics, doi: 10.1016/j.compgeo.2010.02.005.</td></tr>
</table>

Scheda UR - POLIMI

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – POLIMI-DIS, Politecnico di Milano</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIS), Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci, 32, 20132, Milano, Tel. 0223994202, Fax. 0223994220</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Claudio di Prisco</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Claudio di Prisco</td><td>Professore Ordinario</td><td rowspan="5">POLIMI-DIS</td></tr>
<tr><td>Roberto Paolucci</td><td>Professore Associato</td></tr>
<tr><td>Andrea Galli</td><td>Ricercatore</td></tr>
<tr><td>Riccardo Castellanza</td><td>Ricercatore</td></tr>
<tr><td>da attribuire</td><td>Assegnista di ricerca o borsista post-doc</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>MT1-MT2</td><td colspan="2">MT1 - Task 1
MT2 - Task 1</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">
Macrotema MT2 – Task 1:

L’unità di ricerca si occuperà della problematiche geotecniche riguardanti l’interazione terreno-fondazione superficiale-struttura in presenza di azioni sismiche. Obiettivo principale della ricerca sarà quello di estendere il campo di applicazione delle teorie del macroelemento ad analisi di interazione in campo sismico, considerando stratigrafie complesse e mettendo a punto strategie di omogeneizzazione empiriche e numeriche. Saranno inoltre presi in considerazione casi applicativi di rilevante interesse storico-architettonico. Nel caso di edifici storici, infatti, l’interazione fra carichi permanenti sollecitanti la fondazione e carichi sismici è di particolare interesse, in quanto le azioni permanenti richiedono una notevole mobilitazione delle risorse di resistenza del sistema fondazionale, condizionandone la risposta dinamica. A tale scopo la tematica verrà sviluppata in stretta collaborazione con la UR del Politecnico di Torino, coniugando le reciproche competenze in tale ambito di studi.

Le tematiche che verranno sviluppate dalla U.R. sono le seguenti:

a) Confronto fra metodi tradizionali per l’analisi sismica di strutture di fondazione e metodi di analisi non-standard.

b) Definizione di tecniche di omogeneizzazione di stratigrafie reali mediante analisi numeriche basate sul metodo degli elementi finiti (FEM).

c) Calibrazione di modelli a macroelemento sulla base della risposta sotto carichi monotonamente crescenti e ciclici ottenuta mediante analisi numeriche su stratigrafie complesse.

Macrotema MT1 – Task 1:
In riferimento agli obiettivi del task, i membri del gruppo di ricerca mettono a disposizione le seguenti risorse e competenze:

1. Il codice di calcolo 2D/3D ad elementi spettrali GeoELSE, finalizzato all’esecuzione di simulazioni numeriche su near-fault ground motion (Eucentre) e della risposta di cavità antropiche (UniNa).

2. Le esperienze legate a recenti progetti di ricerca nel campo dell’ingegneria sismica (in particolare Lessloss e S4).

3. I risultati di elaborazioni e di simulazioni numeriche ottenute riguardanti casi applicativi di rilievo come il confronto 1D/2D/3D per l’area di Gubbio e le analisi 2D/3D della risposta sismica di parcheggi interrati e del terreno circostante presso il comune di L'Aquila.
</td></tr>
</table>

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Macrotema MT2 - Task 1	*Studio della risposta sismica di fondazioni superficiali mediante il metodo del macroelemento: applicazioni a stratigrafie complesse.*	*36 – Cartaceo*
	Macrotema MT1 - Task 1	*Proposte normative: classificazione del sottosuolo ed effetti dell'amplificazione locale sulle azioni sismiche*	*36 – Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	Macrotema MT2 - Task 1	1. *di Prisco C., Nova R., Sibilia A. 2002. Analysis of soil-structure interaction of towers under cyclic loading. Invited lecture. Proc. NUMOG 8, Rome, G.N.Pande & S. Pietruszczak editors, Swets & Zeitlinger, Lisse, 637-642.* 2. *Montrasio L., Nova R., (1997), Settlements of shallow foundations on sand: geometrical effects, Géotechnique, 47, 1, 49-60.* 3. *Nova, R., Montrasio, L. (1991). Settlements of shallow foundations on sand. Géotechnique, Vol. 41(2), 243–256.* 4. *di Prisco C., Galli A., Vecchiotti M. (2009) "Cyclic and dynamic mechanical response of shallow foundations on granular deposits." In: NATO Congress - Sofia. 30/08/08 - 03/09/08, Sofia, pp. 139- 150.* 5. *Claudio di Prisco, Maria Rossella Massimino, Michele Maugeri, Massimo Nicolosi (2006) "Cyclic numerical analyses of Noto Cathedral: soil-structure interaction modelling". Rivista Italina di Geotecnica, Anno 2006, Vol. 40., No. 2, pp. 49-64.*	

Scheda UR – UNIROMA1

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIROMA1-DISG, “La Sapienza” Università di Roma</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica (DISG), “La Sapienza” Università di Roma, via Eudossiana 18 – 00184 Roma</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Luigi Callisto</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Luigi Callisto</td><td>Ricercatore</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td>Giuseppe Di Capua</td><td>Tecnologo III Livello</td><td>INGV</td></tr>
<tr><td>Giuseppe Lanzo</td><td>Professore Associato</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td>Alessandro Pagliaroli</td><td>Assegnista</td><td>IGAG</td></tr>
<tr><td>Sebastiano Rampello</td><td>Professore Ordinario</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>AT1-2</td><td colspan="2">MT1.1</td></tr>
<tr><td>AT 2</td><td colspan="2">MT1.2</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">RS2</td></tr>
<tr><td>AT2.1</td><td colspan="2">2.1.1, MT3</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">AT1-2 Task MT1.2: Linee Guida e codici per analisi di risposta sismica locale.
Attività della UR: Validazione e verifica di codici esistenti
Le analisi di risposta sismica locale costituiscono una componente essenziale degli studi di ingegneria geotecnica sismica. Le modifiche che il moto sismico subisce nel passaggio da una formazione rocciosa di base ad un deposito di terreno possono essere valutate mediante analisi numeriche di risposta simica locale con numerosi codici di calcolo 1D. La sempre crescente diffusione di codici di calcolo, soprattutto quelli commerciali più recenti (PLAXIS, FLAC, QUAKE), rende necessaria un’adeguata calibrazione di tali strumenti attraverso un confronto con quelli tradizionalmente e più frequentemente utilizzati, lineari equivalenti (SHAKE91) e non lineari (DMOD, DEEPSOIL). Nell’ambito di questo task si intendono investigare i seguenti aspetti:
- verifica dell’accuratezza della soluzione dei codici di calcolo con riferimento a semplici condizioni stratigrafiche 1D e parametri costanti di rigidezza e smorzamento (caso visco-elastico lineare);
- verifica dell’accuratezza della soluzione dei codici di calcolo con riferimento a semplici condizioni stratigrafiche 1D e parametri di rigidezza e smorzamento variabili con il livello di deformazione (caso non lineare);
- identificazione del livello di deformazione per cui le analisi non lineari dovrebbero essere effettuate al posto delle più approssimate analisi lineari equivalenti;
- validazione dei codici di calcolo in campo non lineare utilizzando i dati registrati da stazioni sismiche con condizioni stratigrafiche note e ben caratterizzati dal punto di vista geotecnico;
- definizione di linee guida per l’utilizzo di diversi modelli non lineari, con particolare riferimento alla scelta dei parametri di input.

AT2 Task MT1.1: Proposte normative (classificazione del sottosuolo ed effetti dell’amplificazione locale sulle azioni sismiche).
Attività della UR: Validazione, verifica e proposte di miglioramento delle specifiche attuali
La scelta dell’azione sismica di progetto nelle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni deve essere effettuata congruentemente con le condizioni locali presenti al sito. La valutazione degli effetti di amplificazione locale sulla base delle categorie di sottosuolo si basa su una procedura semplificata in quanto tiene conto solo di alcuni fattori che influenzano l’azione sismica in superficie, e cioè il profilo di velocità delle onde di taglio dei primi 30 m di sottosuolo (mediante il parametro V_{S30}) e le caratteristiche dell’eccitazione sismica (mediante il prodotto</td></tr>
</table>

	$F_0 a_g$). Tuttavia alcuni fattori che, sia sulla base di considerazioni teoriche sia di evidenze sperimentali, è noto influenzino i fenomeni di risposta locale, non vengono esplicitamente tenuti in conto, ad esempio la profondità del bedrock, e quindi lo spessore H del deposito di terreno, e la prima frequenza naturale di vibrazione del deposito. *Proprio in virtù di queste considerazioni, si intende articolare lo studio secondo quanto di seguito riportato:* - *redazione di uno stato dell'arte sui sistemi di classificazione del sottosuolo utilizzati per la definizione dell'azione sismica;* - *esecuzione di analisi parametriche di risposta sismica locale con riferimento a stratigrafie tipo definite a partire dalle classi di sottosuolo NTC-08 ed elaborazione di segnali accelerometrici reali registrati dalla rete accelerometrica italiana con lo scopo di investigare: a) l'adeguatezza dei profili stratifici semplificati proposti dalle NTC-08; b) la compatibilità dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e delle forme spettrali ottenuti dalle analisi numeriche e dalle registrazioni reali con quelli proposti dalle NTC-08 per le corrispondenti classi di sottosuolo e in funzione della pericolosità del sito.* - *definizione di nuovi criteri di classificazione mediante parametri alternativi alla V_{s30} o integrativi (frequenza propria di vibrazione del deposito, profondità del bedrock).*
	Task RS2: Influenza degli effetti di sito sulla distribuzione del danneggiamento nell'area near-fault della conca aquilana in occasione del terremoto del 6 aprile 2009 *Il terremoto de L'Aquila del 6 aprile 2009 ha evidenziato il ruolo degli effetti locali sia sulla variabilità del moto sismico in superficie sia sulla distribuzione del danneggiamento, in città e in numerosi centri della media valle dell'Aterno. A tale proposito di particolare rilevanza sono le registrazioni accelerometriche di alcune stazioni della RAN (Rete Accelerometrica Nazionale) che costituiscono un array che taglia trasversalmente la valle dell'Aterno. Queste registrazioni, disponibili sia per la scossa principale che per numerose repliche di magnitudo compresa tra 4.0 e 5.5, rappresentano un set di dati unici, a livello nazionale e internazionale, in quanto relativi ad un'area near-fault e a diverse condizioni di sottosuolo.* *L'attività della UR sarà sia di carattere sperimentale che numerico e sarà essenzialmente finalizzata alla valutazione della risposta sismica locale dell'array bidimensionale della RAN. In particolare sono previste le seguenti attività:* - *definizione del modello geologico e di quello geotecnico della sezione trasversale della valle dell'Aterno mediante raccolta di dati pregressi ed esecuzione di prove geofisiche di superficie e in foro, e prove cicliche di laboratorio su terreni a grana fina;* - *esecuzione di analisi numeriche bidimensionali con il codice di calcolo BESOIL agli elementi di contorno che permette di portare in conto, tra l'altro, l'incidenza non verticale delle onde sismiche incidenti.*
	AT2.1, Task 2.1.1, MT3: - *Studio del comportamento sismico di paratie vincolate con uno o più livelli di ancoraggi, tipicamente a bulbo iniettato, e di coppie di paratie vincolate da più di un livello di puntoni, mediante analisi numeriche dinamiche.* - *Per gli schemi geometrici studiati: analisi numeriche dinamiche in condizioni bidimensionali di configurazioni tipiche, per azioni sismiche costituite da registrazioni accelerometriche reali. Studio dell'effetto della rigidezza e della resistenza dei terreni sui risultati. Influenza dello stato tensionale iniziale e delle condizioni statiche precedenti il sisma. Influenza dell'intensità e del contenuto in frequenza dell'azione sismica. Influenza della rigidezza delle paratie e dei sistemi di contrasto.* - *Definizione, sulla base dei risultati delle analisi, di criteri per il*

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">dimensionamento sismico delle opere in esame, secondo un approccio prestazionale basato sui massimi spostamenti ammessi in relazione allo stato limite analizzato; sviluppo di un criterio di gerarchia delle resistenze per paratie con uno o più livelli di ancoraggio e per paratie con più livelli di puntoni.
- Studio del comportamento sismico di opere di sostegno in terra rinforzata. Valutazione, mediante analisi numeriche dinamiche e metodi semplificati, delle capacità dissipative interne delle opere in esame e definizione di azioni pseudo statiche equivalenti.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>MT1.1</td><td>Stato dell’arte sui sistemi di classificazione del sottosuolo per la definizione dell’azione sismica
Validazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e delle forme spettrali NTC-08 mediante analisi numeriche di RSL e elaborazione di segnali accelerometrici reali
Definizione di nuovi sistemi di classificazione per la definizione delle categorie di sottosuolo e per la valutazione dell’amplificazione locale</td><td>12 – Cartaceo
36 – Cartaceo
36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>MT1.2</td><td>Redazione di uno stato dell’arte sulle principali caratteristiche dei codici di calcolo 1D disponibili
Rapporto riguardante il confronto fra analisi di RSL lineari equivalenti e non lineari ottenuti con diversi codici di calcolo 1D
Linee guida per l’uso di codici di calcolo non lineari, con particolare riferimento alla selezione dei parametri geotecnici e sismici di input</td><td>12 – Cartaceo
36 – Cartaceo
36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>RS2</td><td>Definizione del modello geologico e di quello geotecnico della sezione della valle dell’Aterno passante per l’array RAN
Analisi della risposta sismica locale e valutazione dell’incidenza degli effetti stratigrafici in condizioni near-fault</td><td>24 – Cartaceo
36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>2.1.1, MT3</td><td>Illustrazione del comportamento sismico delle paratie ancorate o vincolate con più livelli di puntoni
Definizione di approcci per il dimensionamento sismico delle opere in esame
Definizione di azioni pseudo statiche equivalenti per il dimensionamento sismico di opere di sostegno in terra rinforzata.</td><td>36 – Cartaceo
36 – Cartaceo
36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td></td><td>MT1.1-RS2</td><td colspan="2">1. Scasserra G., Stewart J.P., Kayen, R. e Lanzo G. (2009). Database for earthquake strong motion studies in Italy, Journal of Earthquake Engineering, 13, 6, 852-881.
2. Lanzo G, Scasserra G., Ding Y.Q. (2009). Evaluation of EC8 site-dependent acceleration response spectra using strong-</td></tr>
</table>

		motion Italian records. Workshop: Eurocode 8 Perspectives from the Italian Standpoint Workshop, April 3, 2009, Napoli, E. Cosenza (Ed.), pp. 13-22. 3. Di Capua G., Lanzo G., Luzi L., Pacor F., Paolucci R., Peppoloni S., Scasserra G., Puglia R. (2009). Caratteristiche geologiche e classificazione di sito delle stazioni accelerometriche della RAN ubicate a L'Aquila. Progetto S4: Banca Dati Accelerometrica, Convenzione INGV-DPC 2007-2009, (http://esse4.mi.ingv.it/), giugno 2009. 4. Scasserra G., Lanzo G, Ding Y.Q. (2009). Vertical earthquake ground motion from Italian accelerometric records. XIII Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", S13.14, Bologna, giugno 2009. 5. Scasserra G., Lanzo G (2009). Main features and recent upgrades of the Site of Italian Strong Motion Accelerograms (SISMA). XIII Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", S13.15, Bologna, giugno 2009.
	MT1.2	1. Puglia R., Klin P., Pagliaroli A., Ladina C., Priolo E., Lanzo G., Silvestri F. (2009). Analisi della risposta sismica locale a San Giuliano di Puglia con modelli 1D, 2D e 3D. Rivista Italiana di Geotecnica, LXIII, n. 3/09, 62-71. 2. Lanzo G., Pagliaroli A. (2009). Numerical modeling of site effects at San Giuliano di Puglia (Southern Italy) during the 2002 Molise seismic sequence. ASCE, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 135, 9, 1295-1313. 3. Pagliaroli A., Lanzo G. (2009). Comportamento ciclico di terreni argillosi della città di Roma. XIII Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", S7.19, Bologna, giugno 2009. 4. Lanzo G., Pagliaroli A., Tommasi P., Chiocci F. L. (2009). Simple shear testing of very soft offshore clay for wide strain range. Canadian Geotechnical Journal, 46, 1277-1288. 5. Ding Y.Q., Pagliaroli A., Lanzo G. (2008). One-dimensional seismic response of two-layer soil deposits with shear wave velocity inversion. Proceedings of the 2008 Seismic Engineering International Conference commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake, MERCEA'08, July 8-11, Reggio Calabria, Vol. 1, 252-259.
	2.1.1, MT3	1. Callisto L. & Soccodato, F.M. (2010). Seismic design of flexible cantilevered retaining walls. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. 136, No.2, February 2010, 344-354 2. Callisto L. & Soccodato F.M. (2009). Performance-Based design of embedded retaining walls subjected to seismic loading. In: E. Cosenza (ed.) Eurocode 8 Perspectives from the Italian Standpoint Workshop. Napoli, Doppiavoce, 291-300. 3. Soccodato F.M. & Callisto L. (2009). An approach to the seismic design of embedded retaining walls based on the results of dynamic numerical analysis. Proc. International Conference on Performance-Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering. Tokio. 2009. 4. Callisto L. e Aversa S. (2008). Dimensionamento di opere di sostegno soggette ad azioni sismiche. In: Opere geotecniche in condizioni sismiche, MIR 2008. Pàtron, Bologna, 273-308. 5. Callisto L., Soccodato F.M. & Conti R. (2008). Analysis of the seismic behaviour of propped retaining structures. Proc. Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics IV Conference, Sacramento.

Scheda UR POLITO

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="4">UR – POLITO, Politecnico di Torino, Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="4">Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica, Politecnico di Torino, corso Duca degli Abruzzi n.24, 10129, Torino, Tel. 011 5644828, Fax. 011 5644899</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="4">Sebastiano Foti, Tel. 011 5644896, sebastiano.foti@polito.it</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td><td>Mesi Uomo</td></tr>
<tr><td>Renato Lancellotta</td><td>Professore Ordinario</td><td>DISTR</td><td>6</td></tr>
<tr><td>Daniele Costanzo</td><td>Professore Associato</td><td>DISTR</td><td>6</td></tr>
<tr><td>Donato Sabia</td><td>Professore Associato</td><td>DISTR</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Sebastiano Foti</td><td>Ricercatore</td><td>DISTR</td><td>6</td></tr>
<tr><td>da attribuire</td><td>Assegnista di ricerca o borsista post-doc</td><td>DISTR</td><td>12</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td>Task</td><td colspan="2">Mesi Uomo UR nel Task</td></tr>
<tr><td>AT1.1</td><td>MT2.1</td><td colspan="2">15</td></tr>
<tr><td>AT1-2</td><td>MT1.1-MT1.2</td><td colspan="2">18</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="4">AT1.1, Task MT2.1: Fondazioni superficiali
L’UR intende approfondire la tematica della risposta sismica delle strutture con fondazioni superficiali. Da un punto di vista applicativo, si mira a fornire un contributo in relazione alle problematiche connesse alle strutture esistenti ed in particolar modo alle strutture monumentali a torre, per le quali l’interazione terreno-struttura può rivestire un ruolo determinante. La necessità di limitare quanto più è possibile gli interventi di adeguamento rendendoli poco invasivi per garantire la conservazione senza sostanziali alterazioni dell’impianto strutturale, rende per tali strutture particolarmente rilevante una modellazione avanzata dell’interazione terreno-fondazione-struttura al fine di evitare analisi dinamiche troppo cautelative, ma al contempo analizzare adeguatamente la risposta della struttura. E’ infatti importante rimarcare che queste costruzioni, per le loro caratteristiche geometriche e strutturali, rientrano tipicamente nel novero delle strutture per le quali l’EC8 richiede che siano esplicitamente considerati gli effetti dell’interazione terreno-struttura.

Lo studio verrà portato avanti in stretta collaborazione con la UR del Politecnico di Milano, che intende sviluppare un macroelemento che rappresenti adeguatamente l’interazione della fondazione con il terreno sottostante e possa essere implementato nelle analisi della struttura nel suo complesso. Rispetto a questo tema verranno anche utilizzati i dati sperimentali disponibili presso la UR PoliTO per parametrizzare il macroelemento con riferimento ad alcuni esempi di depositi di terreno. Inoltre la UR di Torino intende sviluppare delle analisi parametriche con il metodo degli elementi finiti in condizioni tridimensionali per investigare la risposta in condizioni pseudo statiche di fondazioni superficiali soggette a combinazioni di carico generalizzate.

AT2 Task MT1.1: Proposte normative (classificazione del sottosuolo ed effetti dell’amplificazione locale sulle azioni sismiche).

Attività della UR: Validazione, verifica e proposte di miglioramento delle specifiche attuali
Le attività della UR in relazione alla tematica delle risposta sismica locale si svilupperanno su due fronti. Da un lato verranno analizzate le proposte di revisione della attuale classificazione sismica dei sottosuoli in relazione alla valutazione semplificata dei fattori di amplificazione stratigrafica. In particolar modo si farà riferimento alle situazioni di substrato roccioso di riferimento relativamente superficiale, per le quali l’attuale classificazione basata esclusivamente sulla VS,30 non appare adeguata. Verranno utilizzati dati sperimentali acquisiti in passato dalla UR per valutare i fenomeni di amplificazione sia con riferimento a simulazioni</td></tr>
</table>

numeriche sia con riferimento a registrazioni di eventi sismici registrati dalla rete accelerometrica nazionale. In questo ambito verrà valutata la possibilità di fare riferimento oltre che a valori medi della velocità di propagazione delle onde di taglio, anche a parametri relativi alla frequenza naturale del terreno, stimata sulla base di misure strumentali dei microtremori o sulla base di simulazioni numeriche. Su questa tematica è prevista una forte interazione con le UR di Roma la Sapienza e Napoli Federico II.

AT1-2 Task MT1.2: Linee Guida e codici per analisi di risposta sismica locale. *Attività della UR: Valutazione dell'amplificazione locale con procedure affidabilistiche*

L'altro aspetto che verrà studiato riguarda le analisi affidabilistiche della risposta sismica locale. Usualmente la valutazione dell'amplificazione stratigrafica viene condotta con approcci deterministici che non prendono in considerazione le incertezze insite nella valutazione dei parametri di modello. L'UR ha recentemente studiato l'influenza delle incertezze nella valutazione sperimentale dei profili di velocità di propagazione delle onde di taglio, con specifico riferimento all'utilizzo di prove basate sulla propagazione di onde superficiali. Si intende estendere questo studio facendo riferimento alle incertezze sperimentali che coinvolgono anche gli altri parametri di modello con esplicito riferimento alle diverse metodologie di prova che vengono utilizzate in sito ed in laboratorio. Su questa tematica si prevede una collaborazione con l'UR dell'EUCENTRE di Pavia.

Prodotti di cui è responsabile l'UR

Task	Descrizione	Mese di consegna e formato
MT2.1	*Procedure di parametrizzazione dei modelli di interazione terreno-struttura basati sulla formulazione del macroelemento*	*36 – Cartaceo*
MT1.2	*Procedure per la propagazione delle incertezze sperimentali nelle valutazioni numeriche della risposta sismica locale*	*36 – Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste (<u>non più di 5 per task</u>)

Task	Citazione
MT1	16. *Foti S., Comina C., Boiero D., Socco L.V. (2009) "Non uniqueness in surface wave inversion and consequences on seismic site response analyses", Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 29 (6), 982-993* 17. *Foti S., Comina C., Boiero D. (2007) "Reliability of combined active and passive surface wave methods", RIG, Vol. 41 (2), 39-47* 18. *Lai C.G., Foti S., Rix G.J. (2005) "Propagation of Data Uncertainty in Surface Wave Inversion", J. of Engineering and Environmental Geophysics, EEGS, vol. 10 (2), 219-228*
MT2	4. *Foti S., Manassero M. (2009) "Rinforzo e adeguamento delle fondazioni per sollecitazioni statiche e dinamiche", Atti delle XXII CGT Conferenze di Geotecnica di Torino, Patron Ed., Bologna, CD-Rom* 5. *Leuzzi F., Foti S., Lancellotta R., Mylonakis G. (2010) "Dynamic response of cantilever retaining walls considering soil non-linearity", Proc. of the Fifth Int. Conf. on Recent Advances in Geotech. Earthq. Eng. and Soil Dyn., San Diego, CD-Rom* 6. *Pettiti A., Assimaki D., Foti S. (2010) "Numerical simulation*

of the performance of cantilever walls subjected to seismic loading", Proc. of the Fifth Int. Conf. on Recent Advances in Geotech. Earthq. Eng. and Soil Dyn., San Diego, CD-Rom

7. Comina C., Corigliano M., Foti S., Lai C.G., Lancellotta R., Leuzzi F., Lidestri G., Paolucci R., Pettiti A., Psarropoulos P. N., Zanoli O. (2008) "Parametric study of cantilever walls subjected to earthquake loading", Proc. of 2008 Seismic Eng. Int. Conf. commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake, Reggio Calabria, 8-11 July 2008, AIP, vol. 2, 703-710

Scheda UR – UNIROMA2

Affiliazione principale	*UR – UNIROMA2-DIC, Università di Roma "Tor Vergata"*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Civile (DIC),Università di Roma "Tor Vergata", via del Politecnico 1- 00133 Roma*		
Coordinatore dell'unità	**Aversa Stefano – Giulia Viggiani**		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Giulia Viggiani	Professore Ordinario	DIC
	Riccardo Conti	Dottorando	DIC
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	MT3	2.1.1	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task	**Task 2.1.1 (MT3)**: *Opere di sostegno rigide e flessibili)***:** - *Studio del comportamento sismico di coppie di paratie vincolate da più di un livello di puntoni, mediante prove su modello fisico in scala ridotta in centrifuga geotecnica, in terreni a grana grossa asciutti e in presenza di falda;* - *Studio del comportamento sismico di coppie di paratie vincolate da più di un livello di puntoni, mediante analisi dinamiche complete con modelli costitutivi avanzati;* - *Analisi numeriche dinamiche 2D di configurazioni tipiche degli schemi studiati, per azioni sismiche costituite da registrazioni accelerometriche reali, finalizzate alla comprensione dei principali fattori che influenzano il comportamento delle opere in condizioni sismiche (rigidezza e resistenza del terreno, stato tensionale iniziale, condizioni precedenti il sisma, intensità e contenuto in frequenza dell'azione dinamica, rigidezza delle paratie e dei sistemi di contrasto, presenza della falda).* - *Definizione, sulla base dei risultati delle analisi, di criteri per il dimensionamento sismico delle opere in esame*		

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	2.1.1	*Relazione sui risultati della sperimentazione fisica* *Relazione sui risultati della modellazione numerica e illustrazione del comportamento sismico delle opere esaminate* *Definizione di approcci per il dimensionamento sismico delle opere in esame*	*24 – Cartaceo* *30 – Cartaceo* *36 – Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**
	2.1.1	1. Callisto L., Soccodato F.M. & Conti R. (2008). *Analysis of the seismic behaviour of propped retaining structures*. Proc. Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics IV Conference, Sacramento. 2. Conti R. (2008). *Centrifuge model tests of flexible retaining walls under seismic actions*. European Symposium on Geotechnical Centrifuge Modelling, London, UK 3. Aversa S., Callisto L., Conti R., Maiorano R.M.S., Soccodato F., Viggiani G.M.B. (2008). *Seismic Soil-Structure Interaction For Flexible Retaining Walls*. Proc. of the 2008 Seismic Engineering International Conference commemorating the 1908 Messina and

		Reggio Calabria Earthquake, Messina and Reggio Calabria, Italy 4. Viggiani G.M.B., de Sanctis (2009). *Geotechnical aspects of underground railway construction in the urban environment: the examples of Rome and Napoli.* General Report Session 5 of the 10th IAEG. ENG. GEOLOGY SPECIAL PUBL., No. 22, 215-241 *5.* Conti R., Madabhushi S.P.G., Viggiani G.M.B. (2010). *Physical modelling of flexible retaining walls under seismic actions*. 7th International Conference on Physical Modelling in Geotechnics, Zurich, Switzerland

Scheda UR – UNINA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="4">UR – UNINA-DIGA, Università degli Studi di Napoli Federico II</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="4">Dipartimento di Ingegneria Idraulica Geotecnica ed Ambientale (DIGA)
Università degli Studi di Napoli Federico II
Via Claudio 21 Ed. C8 - 80125, Napoli
Tel. 081 7683444, Fax 081 5938936, www.diga.unina.it</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="4">Francesco Silvestri (Tel. 081 7683477, e-mail francesco.silvestri@unina.it)</td></tr>
<tr><td rowspan="15">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td><td>Mesi Uomo</td></tr>
<tr><td>Francesco Silvestri</td><td>Professore Ordinario</td><td rowspan="12">DIGA-UniNa</td><td></td></tr>
<tr><td>Aldo Evangelista</td><td>Professore Ordinario</td><td></td></tr>
<tr><td>Maurizio Giugni</td><td>Professore Ordinario</td><td></td></tr>
<tr><td>Anna d’Onofrio</td><td>Professore Associato</td><td></td></tr>
<tr><td>Gianpiero Russo</td><td>Professore Associato</td><td></td></tr>
<tr><td>Alessandro Flora</td><td>Professore Associato</td><td></td></tr>
<tr><td>Virginia Corrado</td><td>Dottore Ricerca</td><td></td></tr>
<tr><td>Anna Scotto di Santolo</td><td>Dottore Ricerca</td><td></td></tr>
<tr><td>Stefania Lirer</td><td>Dottore Ricerca</td><td></td></tr>
<tr><td>Emilio Bilotta</td><td>Dottore Ricerca</td><td></td></tr>
<tr><td>Augusto Penna</td><td>Dottore Ricerca</td><td></td></tr>
<tr><td>Lorenza Evangelista</td><td>Dottore Ricerca</td><td></td></tr>
<tr><td>Giuseppe Tropeano</td><td>Dottore Ricerca</td><td colspan="2">DDS-UniCal</td></tr>
<tr><td>Luigi Landolfi</td><td>Dottorando</td><td colspan="2">DIGA-UniNa</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="3">Task</td></tr>
<tr><td>AT1.1</td><td colspan="3">MT1.2</td></tr>
<tr><td>AT2.2</td><td colspan="3">MT1.3 (2.2.5)
MT1.4 (2.2.3)
RS2</td></tr>
<tr><td></td><td>AT2.1</td><td colspan="3">MT2
MT3</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="4">Le attività dell’UR vengono di seguito articolate così come inserite nell’ambito dei macrotemi MT1 (Risposta sismica locale e lifelines), MT2 (Fondazioni superficiali e su pali) e MT3 (Opere di sostegno rigide e flessibili) della linea trasversale di Geotecnica, indicando di volta in volta le aree tematiche ed i task di riferimento. Un ulteriore contributo è previsto per il task interdisciplinare RS2 (Domanda sismica near-source ed effetti sulle strutture).

AT1.1, Task MT1.2: Linee guida e codici per analisi di risposta sismica locale

Attività UR: Innovazioni nei metodi di analisi numerica della risposta sismica locale.
Nel corso del precedente progetto ReLuis, è stata evidenziata in più occasioni la necessità di aggiornare i metodi di analisi dinamica semplificata più diffusi nella pratica tecnica. I codici di analisi 1D derivano in genere dai due schemi basilari adoperati per discretizzare il sottosuolo stratificato: quello a strati continui (analisi lineare equivalente nel dominio delle frequenze) e quello a masse concentrate (analisi non lineare nel dominio del tempo). Di quest’ultimo schema è stata implementata una versione in linguaggio Visual Basic nel codice ACST (Ausilio et al. 2008; Tropeano 2010), che esegue sia l’analisi della risposta sismica locale 1D sia il calcolo degli spostamenti permanenti con un approccio basato sul modello stick-slip, particolarmente promettente per analizzare sistemi geotecnici e strutturali che includano discontinuità localizzate con resistenza al taglio nota.
Data la formulazione a masse discrete, è possibile includere, con poche variazioni, la presenza di strutture modellate in forma semplificata. Con tale codice potrebbe essere pertanto possibile analizzare sistemi sottosuolo-struttura senza disaccoppiarne il comportamento dinamico, e,quindi, tenere implicitamente in conto degli effetti dell’interazione dinamica terreno-fondazione-sovrastruttura in maniera semplificata. Ciò può risultare utile per verificare l’incidenza sulla risposta sismica</td></tr>
</table>

dell'intero sistema di superfici di discontinuità potenziali presenti nel terreno (sia di origine naturale, sia artificialmente indotte, p.es. tramite un sistema di isolamento costituito da uno strato di terreno 'fragile') o nella struttura (p.es. la presenza di un meccanismo *soft storey* o di un difetto distribuito di ripresa di getto).
Rispetto alla versione attuale del codice, si prevede l'introduzione:

- di un metodo numerico più efficiente per l'inversione della matrice del modello;
- di un modello costitutivo che permetta di tener conto degli effetti della degradazione ciclica di rigidezza e resistenza dei terreni e dei materiali strutturali e dello sviluppo di sovrappressioni interstiziali nei terreni.

AT2.2, Task MT1.3 (2.2.5): Problemi near-fault ed effetti delle discontinuità nel sottosuolo sulla risposta sismica locale

Attività UR: Risposta sismica in corrispondenza di cavità antropiche

L'analisi del danneggiamento di alcuni centri storici (p. es. L'Aquila e Castelnuovo) a seguito del terremoto abruzzese del 2009 ha messo in evidenza che la vulnerabilità del costruito può essere fortemente influenzata dalla presenza nel sottosuolo di cavità ipogee, prodotte da fenomeni naturali (erosione, carsismo) oppure di origine antropica (p.es. dovute ad attività estrattive o connesse ad infrastrutture per captazione di risorse idriche sotterranee). Le zone interessate da cavità ipogee sono fortemente instabili e le conseguenze sulla sicurezza statica dei manufatti sono ben note: lesioni o crolli degli edifici, per effetto di subsidenze o voragini. Il moto sismico mediamente trasmesso in superficie non dovrebbe però in linea di principio risultare amplificato dalla presenza di vuoti nel sottosuolo. Lo scuotimento potrà essere però caratterizzato da distribuzione non uniforme degli effetti inerziali sulle costruzioni, e da concentrazione di fenomeni deformativi localizzati nei diaframmi di terreno tra cavità e cavità, e tra le stesse e le fondazioni degli edifici, con conseguenti possibili cedimenti. Questi fattori non sono ancora contemplati nei recenti sviluppi della Normativa Italiana, e possono risultare determinanti sia nelle verifiche di stabilità del sito che nella valutazione delle azioni sismiche di progetto.
L'attività di ricerca si svilupperà principalmente attraverso la caratterizzazione geotecnica e l'analisi di risposta sismica locale di siti campione in cui sono presenti cavità sotterranee. Come obiettivo finale ci si propone di individuare:
- metodologie semplificate per la definizione del moto sismico in superficie in relazione alle variabili dimensionali più significative delle cavità (estensione, forma, profondità), delle caratteristiche fisico meccaniche delle formazioni di terreno o roccia interessate, e del contenuto in frequenza del moto sismico di riferimento;
- grandezze meccaniche rappresentative delle azioni instabilizzanti indotte dal moto sismico nell'intorno della cavità e metodi semplificati di verifica bastai su di esse.

AT2.2, Task MT1.4 (2.2.3): Analisi sismica di lifelines e strutture interrate di supporto

Attività UR: Analisi dinamica semplificata del comportamento di tubazioni interrate

La sicurezza sismica delle tubazioni interrate per l'adduzione dell'acqua e del gas è un aspetto di fondamentale importanza per la valutazione del danno subito da una comunità e nella gestione dell'emergenza dopo un evento sismico *strong motion*. L'analisi dell'interazione terreno-tubazione è quindi necessaria in primo luogo nella pratica progettuale, per l'analisi del singolo tratto di linea, ma anche nelle analisi di scenario, per la valutazione della funzionalità delle reti su un territorio esteso. L'UR si propone di introdurre e calibrare metodi pseudo-statici e dinamici semplificati per la valutazione sia degli incrementi di sollecitazione sismica nelle tubazioni durante lo scuotimento, sia degli effetti delle deformazioni permanenti (volumetriche e distorsionali) sulla funzionalità post-sismica. A tale scopo si farà riferimento ad approcci empirico-analitici maturati nel corso di studi precedenti per la valutazione semplificata dell'amplificazione locale, dei livelli deformativi di picco e degli spostamenti permanenti. Questi saranno implementati nello sviluppo di metodi dinamici semplificati, basati sul disaccoppiamento dell'analisi della sezione trasversale da quella in direzione longitudinale. I risultati saranno confrontati con quelli di metodi dinamici avanzati (sviluppati dall'UR PoliBa), e, in assenza di *case histories* di letteratura ben documentate, con l'auspicabile esecuzione di prove su modello fisico (centrifuga o tavola vibrante).

Task RS2: Domanda sismica *near-source* ed effetti sulle strutture

Attività UR: Influenza degli effetti di sito sulla distribuzione del danneggiamento nell'area near-fault della conca aquilana in occasione del terremoto del 6 aprile 2010.

In occasione del terremoto aquilano, il ruolo degli effetti di sito sulla variabilità locale del moto sismico in superficie è stato ampiamente riconosciuto sia dall'analisi dei dati strumentali a diversi livelli energetici, sia dalla disuniforme distribuzione del danneggiamento strutturale ed ambientale tra i diversi centri abitati ed all'interno di essi. Tali variabilità vanno messe in relazione all'estrema varietà di condizioni stratigrafiche e topografiche dell'area, ed a come queste si accoppiano con la dipendenza delle caratteristiche di ampiezza, frequenza e durata della radiazione sismica dalla distanza sito-sorgente e dalla direzione di propagazione. Ciò comporta che, nel caso aquilano di zona sismica near-fault, oltre a tener conto della variabilità locale delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche dei terreni, occorre adottare modelli d'analisi in cui si integrino la simulazione del meccanismo di faglia, la propagazione del campo d'onda a bassa frequenza nell'ammasso roccioso in profondità, e la risposta locale in superficie.

Le attività di competenza dell'UR saranno di carattere sperimentale e numerico, e indirizzate alla valutazione della risposta sismica locale in alcuni siti d'interesse, localizzati sia nella zona prossima all'epicentro, sia nell'area di far field, in cui la componente impulsiva del segnale è presumibilmente attenuata in ampiezza e frequenza. I contributi dei gruppi di lavoro sismologici (analisi dei segnali sismici registrati) e geologici (definizione del modello di sottosuolo dal substrato fino alla superficie) saranno di supporto all'attività dell'UR, che prevede in sostanza:

- la caratterizzazione e modellazione geotecnica dei terreni, mediante indagini geofisiche in foro e di superficie, e prove di laboratorio statiche, cicliche e dinamiche sui materiali a grana grossa (ghiaie, brecce, conglomerati) e medio-fine (sabbie, limi, argille);
- l'analisi di risposta locale con modelli da monodimensionali a bidimensionali, che potranno eventualmente portare in conto l'effetto della propagazione del campo d'onda in profondità sulla risposta sismica in superficie.

AT2.1, Task MT2 *(Fondazioni superficiali e su pali)*

Attività UR: Analisi pseudo-statica e dinamica semplificata di piastre su pali

Le fondazioni profonde negli ultimi due decenni sono state oggetto di grande attenzione sul piano scientifico con riferimento alla possibile ottimizzazione dei criteri di progetto. Quasi tutti i principali contributi sia teorici sia sperimentali sono stati indirizzati alla possibilità di trarre beneficio dal contributo dell'elemento di collegamento nell'assorbire parte dei carichi verticali trasmessi dalla sovrastruttura. L'UR UniNa-DIGA oltre ad essere in prima linea su tale fronte ha dedicato negli ultimi 6 anni molta attenzione al problema delle interazione statica tra palificate e terreno sotto azioni di tipo orizzontale portando a compimento due tesi di dottorato sull'argomento (Landi, 2006; Abagnara, 2009). Tali azioni possono tradizionalmente rappresentare il risultato dell'interazione sotto sisma tra la struttura in elevazione e la fondazione di natura inerziale. Su entrambi gli aspetti l'UR ha lavorato partendo da una sintesi delle evidenze sperimentali disponibili ed approdando alla messa a punto di modelli che sono stati implementati in programmi di calcolo (NAPRA e STHOP). L'UR intende focalizzare la propria attenzione sia sullo sviluppo di criteri di progettazione ottimali sotto azioni orizzontali, in modo analogo a quanto già fatto sotto azioni verticali, sia sulla possibilità di estendere i modelli di calcolo (basati su metodologie BEM) a trattare problemi in cui il regime di sollecitazioni nei pali sia causato da un campo di deformazioni di tipo pseudo-statico. Tali deformazioni sarebbero chiamate a rappresentare il risultato dell'interazione sotto sisma tra il terreno e la fondazione (interazione cinematica). Inoltre formeranno oggetto di interesse i criteri di passaggio dalle storie temporali delle sollecitazioni inerziali o delle deformazioni di natura cinematica ricavabili attraverso analisi dinamiche semplificate o complete a quelle pseudo-statiche.

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">AT2.1, Task MT3 (Opere di sostegno rigide e flessibili)

Attività UR: Analisi pseudo-statica e dinamica di muri a mensola
Lo studio prende in esame il comportamento del muro a mensola, struttura che può essere considerata come intermedia tra le opere di sostegno massicce e quelle flessibili: le paratie. Questo particolare comportamento viene conferito all'opera dal terrapieno, che svolge azione stabilizzante mediante il peso che grava sulla mensola di base, ma che al contempo instabilizza l'opera spingendo sulla parete verticale di contenimento. Sul tema in esame l'U.R. intende sviluppare:
1) studi analitici che mettano a confronto i risultati dei metodi di calcolo pseudo-statici tradizionali e delle analisi dinamiche, da eseguire avvalendosi di codici di calcolo (ad esempio FLAC, UDEC, PLAXIS) e modelli costitutivi avanzati;
2) modellazione fisica a 1g su tavola vibrante del comportamento dinamico di muri a mensola, per diverse geometrie del muro e differenti sequenze stratigrafiche del terreno di fondazione. Le prove saranno svolte con la tavola vibrante presso l'University of Bristol (U.K.) e finanziate con fondi non a carico del Progetto.
I principali obiettivi dello studio sono: la valutazione in campo statico e sismico della spinta sull'opera in termini di intensità, inclinazione e posizione del centro di spinta; gli spostamenti dell'opera sotto l'azione sismica, ossia il tradizionale scorrimento alla base previsto con il metodo di Newmark (1963) e derivati, nonché gli spostamenti verticali e le rotazioni della mensola di base.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Prodotti di cui è responsabile l'UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>MT1.2
(AT1.1)</td><td>Programma per analisi stick-slip di sistemi dinamici monodimensionali terreno-struttura</td><td>24 – Software</td></tr>
<tr><td>MT1.3
(AT2.2, Task 2.2.5)</td><td>Linee guida ed indicazioni pre-normative per la valutazione delle azioni sismiche e dell'instabilità in presenza di cavità antropiche</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>MT1.4
(AT2.2, Task 2.2.3)</td><td>Linee guida ed indicazioni pre-normative per la valutazione semplificata delle azioni sismiche e degli effetti deformativi su tubazioni interrate</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td>RS2</td><td>Linee guida sulla valutazione dell'influenza degli effetti di sito in zone near fault</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>MT 2
(AT2.1)</td><td>Modifiche e sviluppo di software esistenti per introdurre l'elemento di collegamento della testa dei pali come elemento in grado di trasferire parte dei carichi trasmessi dalla sovrastruttura direttamente al terreno, oltre che ai pali e possibilità di introdurre come elemento di sollecitazione campi deformativi (spostamenti orizzontali) indotti dal sisma nel terreno circostante i pali.
Sviluppo di criteri di progetto ottimali sia sotto azioni di tipo verticale sia sotto azioni di tipo orizzontale.</td><td>36 – Cartaceo - Software</td></tr>
<tr><td>MT 3
(AT2.1)</td><td>Sviluppo di un metodo di calcolo analitico per la determinazione della spinta in condizioni sismiche e degli spostamenti irreversibili della fondazione.</td><td>18 – Cartaceo – Software</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in</td><td>Macrotema</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td></td><td>MT1-RS2</td><td colspan="2">1. Silvestri F., Simonelli A.L. (2005). Principi di progettazione</td></tr>
</table>

relazione alle attività previste		*e metodologie di analisi.* Cap. 3 in 'Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica - Linee Guida AGI'. Associazione Geotecnica Italiana. Edizione provvisoria. Patron, Bologna. 2. Ausilio E., Silvestri F., Tropeano G. (2008). *Prediction of seismic slope displacements by dynamic stick-slip analyses.* Seismic Engineering Conference commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake (MERCEA'08), Reggio Calabria. 3. Puglia R., Klin P., Pagliaroli A., Ladina C., Priolo E., Lanzo G., Silvestri F. (2009). *Analisi della risposta sismica locale a San Giuliano di Puglia con modelli 1D, 2D e 3D.* Rivista Italiana di Geotecnica, LXIII, n. 3/09, 62-71. 4. Vona M., Masi A., Puglia R., Silvestri F. (2009). *Confronto tra il danno rilevato sugli edifici di San Giuliano di Puglia a seguito del terremoto del 2002 ed il danno stimato sulla base di differenti modelli di definizione del moto sismico in superficie.* Rivista Italiana di Geotecnica, LXIII, n. 3/09, 72-82. 5. Lanzano G., Bilotta E., Russo G., Silvestri F., Madabhushi S.P.G. (2009). *Experimental assessment of performance-based methods for the seismic design of circular tunnels.* International Conference on Performance-Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering, Tsukuba.
	MT2	*1.* Mandolini A., Russo G, Viggiani C. (2005) *Pile foundations: experimental investigations, analysis and design.* State of the art report, proc. 16th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Osaka *2.* Russo G., Callisto L. (2006) *Fondazioni su pali: osservazioni sperimentali. Relazione generale V Convegno Nazionale dei ricercatori di Ingegneria Geotecnica. Bari.* *3.* Abagnara V., Russo G. (2007) *Analisi del comportamento di pali di fondazione sollecitati trasversalmente all'asse.* IARG – Salerno *4.* Russo G., Viggiani C. (2008) *Piles under horizontal load: an overview.* Keynote paper, proc. 2nd British Geotechnical Association International Conference on Foundations, ICOF. *5.* de Sanctis L, Russo G. (2008). *Analysis and performance of piled raft designed using innovative criteria.* Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 134, Issue 8.
	MT3	1. Evangelista A., Scotto di Santolo A., Simonelli *A. L., (2009). Dynamic response of cantilever retaining walls*. Proc. of International Conference on Performance-Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering: from case history to practice, Tokyo, June 15 - 18, 2009. 2. Evangelista A., Scotto di Santolo A., Simonelli *A. L., (2009). Considerazioni sulla progettazione sismica di muri a mensola.* Atti del XIII Convegno ANIDIS, Bologna 29 giugno – 2 luglio 2009. 3. Evangelista A., Castrone V., Conte G., Napoli M., Lombardi L., Mandolini A., Russo G., (2002). *I muri di sostegno nella città di Napoli: inventario, condizioni di sicurezza, interventi di stabilizzazione.* XXI Convegno Nazionale di Geotecnica, l'Aquila, 11-14 settembre 2002. 4. Simonelli *A. L.,* Scotto di Santolo A., Crewe A., (1998). *Shaking table tests of scale models of gravity retaining walls*. Proc. 6th SECED Conference on Seismic Design Practice into the Next Century. Oxford, 26-28 March 1998, Balkema, Rotterdam. *5.* Simonelli A.L., Evangelista A., Scotto di Santolo A., Taylor C.A. (1998). *Sperimentazione su muri di sostegno mediante tavola vibrante 1997*. Il modello geotecnico del sottosuolo nella progettazione delle opere di sostegno e degli scavi, Vol. 1, pp. 461-481, Hevelius Ed., ISBN 88-86977-10-7.

Scheda UR - UNISANNIO

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNISANNIO, Università degli Studi di del Sannio (BN)</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria
Università degli Studi del Sannio
Piazza Roma 21 - 82100, Benevento
Tel. 0824 305564, Fax 0824 325246, www.ing.unisannio.it</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Armando Lucio Simonelli (Tel. 0824 305564, e-mail alsimone@unisannio.it)</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Armando Lucio Simonelli</td><td>Professore Associato</td><td>UniSannio</td></tr>
<tr><td>Stefania Sica</td><td>Ricercatore</td><td>UniSannio</td></tr>
<tr><td>Luigi Di Sarno</td><td>Ricercatore</td><td>UniSannio</td></tr>
<tr><td>George Mylonakis</td><td>Professore Associato</td><td>Univ. Patrasso (GR)</td></tr>
<tr><td>Augusto Penna</td><td>Dottore di ricerca</td><td>CIMA</td></tr>
<tr><td>Flaviana Moccia</td><td>Dottore di ricerca</td><td>UniSannio</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">RS2</td></tr>
<tr><td>2.1</td><td colspan="2">2.1.1
2.1.3</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Le attività dell’UR vengono di seguito articolate così come inserite nell’ambito dei macrotemi MT2 (Fondazioni superficiali e su pali) e MT3 (Opere di sostegno rigide e flessibili) della linea trasversale di Geotecnica indicando di volta in volta le aree tematiche ed i task di riferimento. Un ulteriore contributo è previsto per il task interdisciplinare RS2 (Domanda sismica near-source ed effetti sulle strutture).

Task RS2

Attività UR: Peculiarità del moto sismico in aree near fault, valutazione degli effetti di sito e correlazioni con il danneggiamento sulle strutture.
Il terremoto dell’Aquila del 6 Aprile 2010 ha posto in evidenza alcune peculiarità del moto sismico che interessa aree collocate in prossimità della sorgente. Il ruolo degli effetti di sito in zone “near fault” è risultato non immediatamente interpretabile sulla base della variabilità locale delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche dei terreni (come evidenziato da alcune analisi preliminari condotte), poiché in tali zone grande rilievo rivestono le caratteristiche della radiazione sismica.
A breve distanza dalla faglia (o addirittura sul cosiddetto hanging wall), le onde di compressione P e le onde di taglio S compiono un breve percorso giungendo al sito praticamente in contemporanea e con contenuto energetico paragonabile. Peraltro, sempre a causa del breve percorso dalla sorgente, sia le onde P sia le onde S arrivano in superficie con angoli di incidenza variabili, contribuendo entrambe sia al moto verticale sia al moto orizzontale.
In stretto collegamento con le attività del gruppo di lavoro sismologico e con le altre UR Geotecniche coinvolte, le attività della UR Sannio riguarderanno l’analisi dei segnali sismici e l’analisi della risposta sismica locale con modelli mono o bidimensionali che possano in qualche modo tenere conto dell’estrema difficoltà di modellare il fenomeno della propagazione del campo di moto in profondità.
Inoltre si indagherà sul ruolo che le cavità sotterranee sortiscono sulla propagazione del segnale sismico in aree near-fault, ad oggi ancora poco conosciuto.</td></tr>
</table>

Task 2.1.1

MT2 (Fondazioni superficiali e su pali)

Attività UR: Analisi dell'interazione cinematica ed inerziale di pali di fondazione in zona sismica

Fino a pochi anni fa la progettazione dei pali di fondazione in zona sismica è stata effettuata portando in conto, oltre le azioni verticali, le azioni orizzontali trasmesse dalla struttura in elevazione, valutate però in maniera alquanto semplificata.
Con la stesura degli Eurocodici a livello europeo e delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni a livello nazionale, si sono tradotti in norma elementi di novità inerenti la progettazione dei pali di fondazione in zona sismica, che sono stati sviluppati nell'ambito di studi e ricerche piuttosto recenti. La principale innovazione è rappresentata dal fatto che i pali debbano essere progettati per resistere non solo alle forze di inerzia trasmesse dalla sovrastruttura (azione inerziale) ma anche alle ulteriori sollecitazioni che si originano nel palo che interagisce con il terreno che si deforma al passaggio delle onde sismiche (interazione cinematica). Nell'ambito del primo progetto Reluis (2005-2008) numerosi aspetti che caratterizzano l'interazione cinematica dei pali in zona sismica sono stati indagati e chiariti. Resta tuttavia da far luce su altri aspetti rimasti ancora in parte oscuri, tra cui (1) il ruolo della non linearità e della plasticità del terreno sulla risposta cinematica del palo singolo; (2) il confronto tra modellazione numerica e sperimentale. A tal proposito, si utilizzeranno i risultati sperimentali del progetto SERIES, di cui è responsabile A.L. Simonelli, che prevede una campagna sperimentale su prototipi di pali presso il laboratorio BLADE dell'Università di Bristol (UK), e si procederà ad analisi dell'interazione palo-terreno e palo terreno-struttura mediante adeguati codici di analisi.

Task 2.1.1 e 2.1.3

MT3 (Opere di sostegno rigide e flessibili)

Attività UR: Analisi pseudo-statica e dinamica di muri a mensola e muri a gravità

Le attività che l'UR intende portare avanti riguardano lo studio del comportamento meccanico in condizioni sismiche dei muri di sostegno a mensola.
L'UR, in particolare, svilupperà il tema sulla base dei risultati di una campagna sperimentale che prevede la modellazione fisica di muri a mensola su tavola vibrante, presso il laboratorio BLADE dell'Università di Bristol, cui parteciperà nell'ambito del progetto europeo SERIES, insieme ad un'altra UR coinvolta nel progetto ReLUIS.
La sperimentazione servirà anche a validare i risultati dei cosiddetti metodi dinamici semplificati, che prevedono l'applicazione di un approccio agli spostamenti per la valutazione del comportamento meccanico sotto sisma (Metodo di Newmark, Zarrabi e derivati) e che consentono di implementare una proceura di calcolo rispettosa dei principi del Performance-Based Design.
La nuova normativa tecnica italiana (NTC2008) stabilisce infatti che gli spostamenti permanenti delle opere di sostegno possono essere accettabili qualora essi siano compatibili con i requisiti funzionali e/o estetici dell'opera. Questo concetto è particolarmente importante per il dimensionamento dei muri di sostegno che, a differenza di altre opere dell'Ingegneria Civile, possono subire spostamenti anche dell'ordine di diversi centimetri senza per questo perdere la capacità di svolgere la funzione per la quale sono stati progettati.
Il cinematismo dello scorrimento, qualora sia consentito dalle condizioni di vincolo del manufatto, rappresenta un meccanismo duttile, capace dissipare energia e "limitare" l'entità delle azioni trasmesse dal sisma al manufatto.
A partire da questa ultima considerazione, e verificato sperimentalmente che è possibile imporre a priori il tipo di cinematismo cui il manufatto andrà soggetto all'incrementarsi dell'azione sismica, l'UR intende convalidare una metodologia di dimensionamento e verifica dei muri di sostegno secondo il principio della "Gerarchia

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">delle Resistenze”, ben consolidato in ambito strutturale, anche sulla base dei risultati della sperimentazione su tavola vibrante.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task RS2</td><td>Indicazioni pre-normative per la valutazione delle azioni sismiche in superficie in aree near-fault</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task 2.1.1 e

Task 2.1.3</td><td>Interazione cinematica ed inerziale di pali di fondazione in zona sismica. Indicazioni di carattere normativo.
Spinta sui muri in condizioni sismiche e spostamenti permanenti. Indicazioni di carattere normativo
Metodi di progetto prestazionali basati sulla gerarchia delle resistenze</td><td>36 – Cartaceo -

36 – Cartaceo -</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Macrotema</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task RS2</td><td colspan="2">1. Silvestri F., Simonelli A.L. Principi di progettazione e metodologie di analisi. Cap. 3 in 'Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica - Linee Guida AGI'. Associazione Geotecnica Italiana. Edizione provvisoria. Patron, Bologna, 2005.
2. Simonelli A.L. Some aspects of the M6.3 April 6 2009, L'Aquila, Italy, earthquake. International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering Bulletin, Vol. 3, Issue 3, 2009
3. Monaco P., Totani G., Barla G, Cavallaro A., Costanzo A., D’Onofrio A., Evangelista L., Foti S., Grasso S., Lanzo G, Madiai C., Maraschini M., Marchetti S., Maugeri M., Pagliaroli A., Pallara O., Penna A., Saccenti A., Santucci de Magistris F., Scasserra G., Silvestri F., Simonelli A.L., Simoni G., Tommasi P., Vannucchi G., Verrucci L. Geotechnical aspects of the L’Aquila earthquake. Earthquake Geotechnical Engineering Satellite Conference, XVII International Conference on Soil Mechanics & Geotechnical Engineering, 2-3. 10. 2009, Alexandria, Egypt
4. Stewart J.P., Giuseppe Di Capua G., Kayen R.E., Scott Kieffer D., Button E., Biscontin G., Scasserra G., Lanzo G., Tommasi P., Pagliaroli A., Silvestri F., d'Onofrio A., Violante C., Simonelli A.L., Puglia R., Mylonakis G., Athanasopoulos G., Vlahakis V. Preliminary Report on the Seismological and Geotechnical Aspects of the April 6 2009 L'Aquila Earthquake in Central Italy (Version 2.0). Geo-Engineering Extreme Events Reconnaissance (GEER) Association Report No. GEER-016, September 2009
5. Fenelli G.B., Pagano L., Sica S. The riqualification of an ancient tuff cavity in the centre of Naples” in 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Prague, pp. 553-558, 2003
6. Di Sarno L., Elnashai A.S., Manfredi, G. Seismic Response of RC Members Subjected to the 2009 L'Aquila (Italy) Near-Field Earthquake Ground Motions. Mid-America Earthquake Center Report 10-01, University of Illinois at Urbana-Champaign, IL, USA, 2010</td></tr>
</table>

	Task 2.1.1 e	1. Dihoru L., Bhattacharya S., Taylor C.A., Muir Wood D., Moccia F., Simonelli A. L., Mylonakis G. *Experimental modelling of kinematic bending moments of piles in layered soils*. Int. Conf. on Performance-Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering, IS-Tokyo, 2009 2. Sica S., Mylonakis, G., Simonelli, A.L. *Kinematic pile bending in layered soils: linear vs. equivalent-linear analysis*. Int. Conf. on Performance-Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering, IS-Tokyo, 2009 3. Moccia F., Sica S., Simonelli A.L. (2009) *Kinematic interaction: a parametric study on single piles*. Int. Conf. on Performance-Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering, IS-Tokyo, 2009 4. Moccia F., Sica S., Simonelli A.L. *Interazione cinematica nei pali di fondazione: confronto tra diverse metodologie di analisi*. Convegno Nazionale di Ingegneria Sismica, ANIDIS 2009, Bologna 5. Cairo R., Conte E., Dente G., Sica S., Simonelli A.L. *Soil-pile kinematic interaction:new perspectives for EC8 improvement*. Eurocode 8 Perspectives from the Italian Standpoint Workshop, E. Cosenza (ed), pp.263-275, 2009
	Task 2.1.3	1. Evangelista A., Scotto di Santolo A., Simonelli *A. L., (2009). Dynamic response of cantilever retaining walls*. Proc. of International Conference on Performance-Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering: from case history to practice, Tokyo, June 15 - 18, 2009. 2. Evangelista A., Scotto di Santolo A., Simonelli *A. L., (2009). Considerazioni sulla progettazione sismica di muri a mensola.* Atti del XIII Convegno ANIDIS, Bologna 29 giugno – 2 luglio 2009. 3. Simonelli *A. L.,* Scotto di Santolo A., Crewe A., (1998)*. Shaking table tests of scale models of gravity retaining walls*. Proc. 6th SECED Conference on Seismic Design Practice into the Next Century. Oxford, 26-28 March 1998, Balkema, Rotterdam. *4.* Simonelli A.L., Evangelista A., Scotto di Santolo A., Taylor C.A. (1998)*. Sperimentazione su muri di sostegno mediante tavola vibrante 1997*. Il modello geotecnico del sottosuolo nella progettazione delle opere di sostegno e degli scavi, Vol. 1, pp. 461-481, Hevelius Ed., ISBN 88-86977-10-7. *5.* Simonelli A. L., Penna A. (2009)*. Performance-based design of gravity retaining walls under seismic actions.* Eurocode 8 Perspectives from the Italian Standpoint Workshop, E. Cosenza (ed), pp.277-289, 2009

Scheda UR - INGV

Affiliazione principale	*UR – INGV MI-PV, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia –sezione Milano - Pavia*		
Sede amministrativa	*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia –sezione Milano - Pavia, via Bassini 15, 20133, Milano, Tel. 02 23699280, Fax.02 23699458*		
Coordinatore dell'unità	*Francesca Pacor*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Francesca Pacor	Primo ricercatore	INGV
	Lucia Luzi	Primo ricercatore	
	Gabriele Ameri	Assegnista	
	Rodolfo Puglia	Borsista	
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-1	**Linea**	**Task**	
	1.1	RS1	

Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task

Task RS1:

L'attività dell'UR si articolerà nei seguenti punti:

1) individuazione di uno scenario sismico di riferimento, per il territorio italiano, con particolare attenzione a condizioni "near-fault".

2) calcolo di gruppi di accelerogrammi sintetici con metodi di simulazione innovativi in grado di considerare la complessità della propagazione della rottura sul piano di faglia e della propagazione delle onde nella crosta terrestre.

3) selezione di gruppi di accelerogrammi reali compatibili con lo scenario sismico individuato.

4) confronto tra accelerogrammi sintetici e reali in termini di valori di picco e integrali, spettri di risposta elastici e inelastici per sistemi ad un grado di libertà, e infine analisi dinamiche incrementali (IDA) per un esempio di struttura, in collaborazione con l' UR UNINA-DIST

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task RS1	*Validazione di sismogrammi sintetici per analisi ingegneristiche strutturali*	*36 – Cartaceo*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**
	Task RS1	1. *Ameri, G., Gallovič, F., Pacor, F. and A. Emolo (2009). Uncertainties in strong ground-motion prediction with finite-fault synthetic seismograms: an application to the 1984 M 5.7 Gubbio, central Italy, earthquake. Bulletin of the Seismological Society of America, 99, 3, 647–663.* 2. *Ameri G., Pacor F., Cultrera G. and G. Franceschina (2008) Deterministic Ground-Motion Scenarios for Engineering Applications: The Case of Thessaloniki, Greece. Bulletin of the Seismological Society of America, 98, 3, 1289–1303.* 3. *Pacor, F., G. Cultrera, A. Mendez, and M. Cocco (2005). Finite fault modeling of strong ground motion using a hybrid deterministic—stochastic method, Bulletin of the Seismological Society of America, 95, 225–240.*

Scheda UR - UNINA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNINA-DIGA, Università degli Studi di Napoli Federico II</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale (DIGA), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel.081- 7683446, Fax.081-5938936</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Antonio Santo</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Antonio Santo</td><td>Professore Associato</td><td>DIGA</td></tr>
<tr><td>Domenico Calcaterra</td><td>Professore Ordinario</td><td>DIGA</td></tr>
<tr><td>Alessandra Ascione</td><td>Ricercatore</td><td>Dip. Sc.Terra</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">2.1</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">2.2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task RS2 .1
1. Data base dei dati geologici e delle indagini eseguite nell’area della valle dell’Aterno
2. Definizione del modello geologico profondo e superficiale in contesti di near-source. Attribuzione dei valori delle velocità delle onde S ai diversi litotipi affioranti e presenti nel sottosuolo da dati sperimentali e di letteratura.
3. Esecuzione di alcune indagini in sito (perforazioni a carotaggio continuo e sismiche in foro) per la taratura dei modelli stratigrafici e per la definizione delle velocità delle onde S. Le prove saranno eseguite in aree significative e scelte in collaborazione con le altre Unità Operative.
Si prevede la realizzazione di un GIS e di un relativo database nel quale saranno inseriti e continuamente implementati tutti i dati geologici, geomorfologici e le numerose indagini eseguite nella valle dell’Aterno. I dati permetteranno di ricostruire un modello geologico profondo (primo km) del bacino e, con maggiore dettaglio, dei primi 30-40 m del sottosuolo. Ai diversi terreni, distinti per unità litotecniche, sarà associato un valore delle velocità delle onde S ricavate da dati di bibliografia e da alcuni sondaggi che saranno realizzati in aree significative e scelte in accordo con le altre Unità Operative.
Per alcune aree di maggiore approfondimento si prevede di realizzare sezioni geologiche di dettaglio.
Lo scopo di questa task è quello di creare un supporto di base geologico a diverse scale che potrà essere utile a definire, in collaborazione con le altre Unità Operative, quelle che sono le condizioni geologiche del sottosuolo più sensibili ad amplificazioni locali.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">Task RS2.1
1. Definizione dei contesti geomorfologici capaci di amplificazioni locali in aree di near-source
2. Identificazione delle faglie attive/recenti
3. Sintesi geomorfologico-strutturale e zonazione delle aree suscettibili ad amplificazioni locali lungo faglie attive.

Riguardo all’obiettivo 1, si provvederà all’identificazione e mappatura, nell’ambito delle diverse unità costituenti il paesaggio (paesaggio dei versanti, pedemontano, di pianura), dei singoli elementi geomorfologici che le compongono (superfici terrazzate, valli, creste, orli di terrazzi, ecc.), nonché delle forme derivanti da dissesti superficiali (frane, sinkholes, ecc.) e, quindi, al confronto della distribuzione di tali elementi e forme con la distribuzione del danneggiamento.
Riguardo all’obiettivo 2, verranno riesaminati i dati relativi alla fagliazione recente (tardo Pleistocene–Attuale) nella valle dell’Aterno e alle deformazioni cosismiche osservate nell’area in relazione a forti terremoti. Inoltre, verrà condotta un’analisi geomorfologico-strutturale di dettaglio dedicata alla ricerca di indizi ed evidenze di fagliazioni superficiali occorse dal tardo Pleistocene o dall’Olocene (ultimi 50.000 o 10.000 anni).
L’obiettivo 3 prevede la delineazione dell’assetto geomorfologico-stratigrafico-tettonico dell’intera depressione, che sarà basata sull’integrazione dei dati di letteratura con dati raccolti nell’ambito dello studio da questa e da altre Unità. Ciò permetterà di inquadrare lo scenario del danneggiamento nel contesto tettonico mediante l’individuazione delle relazioni tra elementi tettonici (faglie) ed effetti di sito.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task RS 2.1</td><td>Definizione dei modelli geologici e degli effetti di sito per terremoti impulsivi near-source.</td><td>36 –Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Task RS 2.2</td><td>Evidenze geomorfologico-strutturali di fagliazione recente in aree di near-source.</td><td>36 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td></td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
</table>

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	*Task RS2.1*	1) Brancaccio L., Cinque A., Romano P., Rosskopf C., Russo F., Santangelo N., Santo A. (1991)- *Geomorphology and neotectonic evolution of a sector of the Tyrrhenian flank of the southern Apennines (region of Naples, Italy*). Z. Geomorph. Suppl. Bd 82 Berlin- Stuttgart 1991, 47-58. 2) Simonelli A.L.; Sica F., Moccia L., Penna A., Lucadamo C., Mitrione A., Mosca T., Rotella M., Spatola M.G., Zarra S., Santo A. (2009) - *Rapporto preliminare sugli effetti indotti sull'ambiente fisico dalla sequenza sismica dell'Aquilano*. Rapporto Reluis A.G.I. Ver.1.5. Disponibile sul sito www.reluis.it 3) Convertito, V.; Iervolino, I.; Calcaterra, D.; de Luca Tupputi, F.; Santo A.; Di Crescenzo, G.; Festa, G.; Zollo, A.; Silvestri , F.; D'Onofrio,A.; Simonelli, A.; Manfredi, G.;Verderame, G.; Ricci, P.; J ames, V.; Penna, A.; Sica, S.; Monaco, P.; Totani, G. (2009)- *From the rupture to the buildings: reconciling engineering evidences of the April 6 2009 L'Aquila earthquake* (Mw 6.3. American Geophysical Union, Fall Meeting 2009, abstract. 4) Caiazzo C., Ascione A., Cinque A., 2006. *Late Tertiary–Quaternary tectonics of the Southern Apennines (Italy): New evidences from the Tyrrhenian slope*. Tectonophysics, 421, 23–51. **5)** Ascione A., Cinque A., Miccadei E., Villani F., Berti C., 2008. *The Plio-Quaternary uplift of the Apennines Chain: new data from the analysis of topography and river valleys in Central Italy*. Geomorphology, 102, 105-118.
	Task RS 2.2	1) Cinque A., Ascione A., Caiazzo C., 2000. *Distribuzione spazio-temporale e caratterizzazione della fagliazione quaternaria in Appennino meridionale*. In F. Galadini, C. Meletti, A. Rebez (ed.) Le ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica, CNR – Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti – Roma, 203-218. 2) Ascione A., Cinque A., Improta L., Villani F., 2003. *Late Quaternary faulting within the Southern Apennines seismic belt: new data from Mt. Marzano area (Southern Italy)*. Quaternary International, 101-102, 27-41. 3) Santo A., Ascione A., Del Prete S., Di Crescenzo G., Santangelo N. (2010)- *Collapse sinkholes distribution in the carbonate massifs of central and southern Apennines*. In print on Acta Cars. 4) Ascione A., Cinque A., 2003. *Le variazioni geomorfologiche indotte dalla tettonica recente in Appennino meridionale*. Il Quaternario, 16(1), 139-146. 5) Ascione A., Caiazzo C., Cinque A., 2007. Recent faulting in Southern Apennines (Italy): geomorphic evidence and implications for rates of activity. Bollettino della Società Geologica Italiana (Italian Journal of Geosciences), 126 (2), 293-305.

Scheda UR - UNINA

Affiliazione principale	*UR – UNINA-DIPFIS, Università degli Studi di Napoli Federico II*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Scienze Fisiche dell'Università di Napoli, Federico II*		
Coordinatore dell'unità	*Aldo Zollo*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Aldo Zollo	Professore Ordinario	DIPFIS
	Gaetano Festa	Ricercatore	DIPFIS
	Vincenzo Convertito	Ricercatore	OV-INGV
	Antonio Emolo	Ricercatore	DIPFIS
	Tony Stabile	Co.Co.Pro.	AMRA
	Ernestina Lucca	Dottorando	DIPFIS
	Mauro Caccavale	Dottorando	DIPFIS
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	RS3	RS3	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task	**Task RS3 :** L'obiettivo di questa unità di ricerca è la generazione dell'input sismico al bedrock, prodotto attraverso l'utilizzo di modelli complessi di rottura e propagazione a scala regionale. Tale complessità è responsabile della generazione delle alte frequenze nei segnali sismici e della loro diversificazione in superficie a delle lunghezze d'onda anche inferiori alla scala urbana. Nel caso specifico del terremoto de L'Aquila, la variabilità osservata nei valori di picco di accelerazione e velocità, nelle durate e nei cicli a media ed alta frequenza subiti dalle strutture, può essere associata ad effetti di morfologia, reologia e litologia del bacino, su cui si trova la città, alla risposta lineare e non della stratigrafia superficiale e/o alla sorgente sismica. Quest'ultima mostra anche nella sua rappresentazione cinematica una complessità a piccola scala, che si traduce in un certo numero di asperità a piccola lunghezza d'onda. L'input sismico verrà dunque costruito investigando la complessità della sorgente sismica in termini di geometria, mappe di dislocazione, velocità di rottura, etc. ed il suo accoppiamento con la struttura superficiale lenta (effetti di near-fault) con l'obiettivo di caratterizzare il campo d'onda ad alte frequenze in superficie e la sua variabilità spaziale. Allo scopo di validare le forme d'onda prodotte, i segnali sismici reali verranno inizialmente analizzati per estrarre le caratteristiche ad alta frequenza sia a scala regionale che limitatamente alla città dell'Aquila. Per la modellazione del campo d'onda, la complessità della sorgente verrà studiata investigando l'effetto di asperità a piccola lunghezza d'onda sulla radiazione emessa, mentre la propagazione verrà trattata utilizzando il campo d'onda completo in profili di velocità "site dependent" per i quali si prevede una collaborazione con i gruppi coinvolti nella stessa task. Il prodotto finale sarà dunque un database sintetico di forme accelerometriche al bedorck, per i siti di interesse del progetto.		

Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task RS3	*Analisi delle forme d'onda per l'estrazione delle caratteristiche del segnale ad alta frequenza*	*18 – Rapporto cartaceo*
	Task RS3	*Database di forme d'onda accelerometriche*	*30 – Software*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**
	Task RS3	1. *Convertito V., Emolo A., Zollo A. (2006). Seismic hazard assessment for a characteristic earthquake scenario: an integrated probabilistic deterministic method,* Bull. Seism.Soc.Am*, Vol. 96, No. 2, pp. 377–391, doi: 10.1785/0120050024*

		2. *Convertito V., Iervolino I., Zollo A., Manfredi G. (2008). Prediction of response spectra via real-time earthquake measurements*, Soil Dyn. and Earthq. Eng.,*28 (2008) 492–505* 3. *Chaljub, E., Komatitsch D., Vilotte J.-P., Capdeville Y., Valette J.-P., Festa G. (2007). Spectral-element analysis in seismology*, Advances in Geophysics, *48, 365-419* 4. *Festa, G., Vilotte J.-P. (2005). The Newmark scheme as velocity-stress time-staggering: an efficient implementation for spectral element simulations of elastodynamics,* Geophys. J. Int., *161(3),789-812.*

Scheda UR - UNINA

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNINA-DIST, Università degli Studi di Napoli Federico II</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST), Università degli Studi di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125, Napoli, Tel. 0817683488, Fax. 0817683491.</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Iunio Iervolino</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Iunio Iervolino</td><td>Ricercatore</td><td rowspan="4">UNINA-DIST</td></tr>
<tr><td>Gerardo Mario Verderame</td><td>Ricercatore</td></tr>
<tr><td>Eugenio Chioccarelli</td><td>Dottorando</td></tr>
<tr><td>Paolo Ricci</td><td>Dottorando</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>-</td><td colspan="2">RS2</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task RS2:
1. Definizione aspetti peculiari pericolosità e domanda elastica di terremoti near-source. Attraverso metodi semi-empirici e adattamento della pericolosità probabilistica classica.
2. Valutazione della domanda inelastica per strutture a uno e più gradi di libertà in situazioni near-source.
3. Definizione regole specifiche per la progettazione in situazioni near-source sia con metodi dinamici che statici non-lineari.
4. Analisi di risposta strutturale relativa ad alcuni casi specifici a L’Aquila per la modellazione strutturale della risposta near-source a benchmarking con il danno osservato.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>RS2</td><td>Definizione spettri di progetto per terremoti impulsivi near-source.</td><td>36 – Software</td></tr>
<tr><td>RS2</td><td>Fattori di modifica domanda elastica/inelastica per terremoti near-source.</td><td>18 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>RS2</td><td colspan="2">1. Chioccarelli E., Iervolino I. (2010). Near-Source Seismic Demand and Pulse-Like Records: a Discussion for L'Aquila Earthquake. Earthquake Engineering and Structural Dynamics. 39(9):1039–1062 doi 10.1002/eqe.987
2. Iervolino I., Cornell C.A. (2008). Probability of occurrence of velocity pulses in near-source ground motions. Bulletin of the Seismological Society of America, 98(5): 2262-2277. DOI: 10.1785/0120080033
3. Iervolino I., Cornell C.A. (2008). Conditional pulse probability for near-source hazard analysis, Proc. of 14th WCEE – 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, 12-17 Ottobre.</td></tr>
<tr><td>Task 3.2.1</td><td colspan="2">……</td></tr>
</table>

Scheda UR - CNR

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">CNR – ITC, Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per le Tecnologie della Costruzione</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">ITC - Istituto per le Tecnologie della Costruzione
Piazzale Collemaggio 1 – 67100 L’Aquila</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Antonio Martinelli</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Antonio Martinelli</td><td>Ricercatore</td><td rowspan="8">CNR-ITC</td></tr>
<tr><td>Giandomenico Cifani</td><td>Ricercatore</td></tr>
<tr><td>Aurelio Petracca</td><td>Tecnologo</td></tr>
<tr><td>Livio Corazza</td><td>Tecnologo</td></tr>
<tr><td>Giovanni Cialone</td><td>Tecnologo</td></tr>
<tr><td>Gabriele Petrucci</td><td>Collab. Tecnico</td></tr>
<tr><td>Cherubini Nunzia</td><td>Amministrativo</td></tr>
<tr><td>Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td colspan="2">RS-3</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Si prevede lo svolgimento di alcune attività di prova sul campo di strumenti hardware, software e tecnologie di comunicazione avanzati, per l’espletamento dei rilevamenti dei dati tecnici e la loro georeferenziazione, che possono essere di notevole efficacia per agevolare l’operatività nella fase emergenziale ed anche per facilitare la formazione e la gestione degli strumenti necessari alla conoscenza e alla gestione del rischio sismico nell’ambito dei piani di protezione civile.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td>Task</td><td>Procedure informatizzate per la gestione e georeferenziazione dei dati per attività connesse alla preparazione e gestione tecnica dell’emergenza</td><td>36 – Software</td></tr>
<tr><td>Task</td><td>Linee guida, schede e modulistica per attività connesse alla preparazione e gestione tecnica dell’emergenza</td><td>18 - Cartaceo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task 3.1</td><td colspan="2">1. Chioccarelli E., Iervolino I. (2010). Near-Source Seismic Demand and Pulse-Like Records: a Discussion for L’Aquila Earthquake. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, (in press).
2. Iervolino I., Cornell C.A. (2008). Probability of occurrence of velocity pulses in near-source ground motions. Bulletin of the Seismological Society of America, 98(5): 2262-2277. DOI: 10.1785/0120080033
3. Iervolino I., Cornell C.A. (2008). Conditional pulse probability for near-source hazard analysis, Proc. of 14th WCEE – 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, 12-17 Ottobre.</td></tr>
</table>

Scheda UR - UNINA

Affiliazione principale	*UR – UNIROMA-DISG, "La Sapienza" Università degli Studi di Roma*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica (DISG), "La Sapienza" Università degli Studi di Roma, via Eudossiana 18, 00184, Roma, Tel. 06 44585756, Fax. 06 3221449*		
Coordinatore dell'unità	*Paolo Emilio Pinto*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Paolo Emilio Pinto	Professore Ordinario	UNIROMA-DISG
	Paolo Franchin	Ricercatore	UNIROMA-DISG
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	AT-1 Linea1	RS4	
Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task	**Task RS4:** *L'attività della UR si articolerà come segue: 1) Svolgimento di una rassegna dei metodi affidabilistici per la valutazione sismica delle strutture e individuazione degli aspetti particolari rilevanti e applicabili in una procedura operativa di livello inferiore; 2) Elaborazione di una proposta di procedura operativa per la valutazione della sicurezza sismica degli edifici esistenti che mantenga i caratteri fondamentali dei metodi rigorosi di livello superiore. 3) Sviluppo di esempi applicativi della procedura di valutazione della sicurezza sismica degli edifici esistenti e calibrazione della stessa..*		
Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task**	**Descrizione**	**Mese di consegna e formato**
	Task RS4	*Metodi affidabilistici per la valutazione sismica delle strutture*	*12 – Cartaceo*
	Task RS4	*Procedura per la valutazione della sicurezza sismica degli edifici esistenti*	*24 – Cartaceo*
		Esempi applicativi della procedura di valutazione della sicurezza sismica degli edifici esistenti	*36 – Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**		
	Task RS4	*Pinto, P.E., Giannini, R., Franchin, P. (2004) Seismic Reliability Analysis of Structures, IUSSpress, Pavia, Italy* *Rajeev, P. (2008) Role of Confidence Factor in Seismic Assessment of Structures, PhD thesis, ROSE School, Pavia, Italy* *Franchin, P., Pinto, P.E., Rajeev, P. (2010). Confidence factors?, Jnl. Earthquake Engng. 14 (in press).*	

Scheda UR- UNIROMA1

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR – UNIROMA1-DISG, Sapienza Università di Roma</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica (DiSG), Sapienza, Università di Roma, via Eudossiana 18, 00184 Roma, Tel. 06 44585157 , Fax. 06 4884852</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Franco Braga</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Franco Braga</td><td>Docente ordinario</td><td rowspan="5">DiSG</td></tr>
<tr><td>Achille Paolone</td><td>Docente ordinario</td></tr>
<tr><td>Giorgio Monti</td><td>Docente ordinario</td></tr>
<tr><td>Rosario Gigliotti</td><td>Ricercatore</td></tr>
<tr><td>Armando Lanzi</td><td>Dottorando</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>RS3</td><td colspan="2">Speciale</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste per l’UR all’interno di ciascun task</td><td colspan="3">Task 3.1
1. Analisi critica delle principali pubblicazioni scientifiche e dei lavori svolti dalle altre task, prevalentemente su: sicurezza strutturale, input sismico, modellazione strutturale, fattori di struttura, duttilità delle strutture, valutazione della sicurezza di edifici e ponti esistenti.
2. Studio comparativo tra i riferimenti scientifici su cui si basano i metodi e le regole di progetto contenuti nelle principali normative internazionali, con approfondimento delle loro evoluzioni concettuali ed applicative.
3. Riferimenti bibliografici fondamentali per le NTC, suddivisi per argomenti.
4. Miglioramento dei metodi e delle regole di progetto con particolare riguardo alla duttilità strutturale.
5. Armonizzazione dei capitoli della normativa riguardanti il progetto di nuovi edifici e la valutazione di quelli esistenti.
Si prevede, inoltre, l’esecuzione di prove su elementi in c.a. allo scopo di approfondire aspetti specifici sul confinamento e sulle deformazioni di progetto dei materiali per i diversi stati limite.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Prodotti di cui è responsabile l’UR</td><td>Task</td><td>Descrizione</td><td>Mese di consegna e formato</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Task</td><td>Proposta di aggiornamento delle Norme Tecniche.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Commentario alla normativa, limitatamente agli argomenti trattati.</td><td>36 – Cartaceo</td></tr>
<tr><td>Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste</td><td>Task</td><td colspan="2">Citazione</td></tr>
<tr><td>Task</td><td colspan="2">1. Braga F., Gigliotti R., Laterza M. (2006). Analytical Stress-strain relationship for concrete confined by steel stirrups and/or FRP jackets. Journal of Structural Engineering ASCE – Vol. 132, No. 9, September 2006.
2. Braga F., Gigliotti R., Laterza M., D’Amato M. (2008). An analytical formulation of stress-block parameters for confined concrete. The Open Construction & Building Technology Journal , Bentham Open, 2008, 2, 156-165.
3. Braga F., Gigliotti R., Laterza M. (2009). R/C Existing Structures with smooth reinforced bars: Experimental behaviour of beam-column joints subjected to cyclic lateral loads. The Open Construction & Building Technology Journal, Bentham Open, 2009, 3, 52-67.
4. Alessandri, S., Monti, G., Santini, S. (2008). A procedure for the calibration of partial safety factors for capacity models. Proc. 14th WCEE World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, October 12-17
5. Lucchini, A., Monti, G., Kunnath, S. (2008). A Simplified Pushover</td></tr>
</table>

Method for Evaluating the Seismic Demand in Asymmetric-Plan Multi-Storey Buildings. Proc. 14th WCEE World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, October 12-17

6. Lucchini, A., Monti, G. Kunnath, S. (2010). *Nonlinear response of two-way asymmetric-plan buildings under biaxial excitations*. Journal of Structural Engineering, ASCE.
7. Paolone A., Ruta G., Vidoli, S.: *Torsion in multi-cell thin-walled girders* /Acta Mechanica/ 206, 163--171, 2009, DOI10.1007/s00707-008-0102-y.

Scheda UR nuovo progetto ReLUIS 2010-2013

Affiliazione principale	*UR ROMA1-b - DISG, Sapienza Università di Roma*		
Sede amministrativa	*Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica (DISG), Sapienza Università di Roma, via Gramsci 53, 00197, Roma, Tel. 06 49919154, Fax. 06 49919150*		
Coordinatore dell'unità	*Giorgio Monti*		
Personale dell'unità	**Nome**	**Status**	**Affiliazione**
	Giorgio Monti	P.O.	DISG
	Fabrizio Mollaioli	P.A.	
	Nicola Nisticò	P.A.	
	Marc'Antonio Liotta	R.U.	
	Luigi Sorrentino	R.U.	
	Andrea Lucchini	A.R.	
	Vincenzo Bianco	A.R.	
	Marco Vailati	A.R.	
	Giuseppe Quaranta	A.R.	
	Floriana Petrone	D.R.	
Coinvolgimento dell'unità nel progetto ReLUIS-2	**Linea**	**Task**	
	1	AT-1.1.2.1	
	1	AT-1.1.2.2	
	1	AT-1.1.2.5	
	1	AT-1.1.2.8	
	1	AT-1.1.2.9	
	1	AT-1.1.2.10	

Attività analitiche e sperimentali previste l'UR all'interno di ciascun task

Task AT-1.1.2.1: Conoscenza delle strutture esistenti

In questo Task si proseguirà il lavoro svolto nel corso del primo triennio del progetto ReLUIS, nell'ambito del Task "Livelli di Conoscenza (LC) e Fattori di Confidenza (FC)", traendo spunto dalle conclusioni ivi raggiunte e seguendo le linee di ricerca tracciate.

Obiettivo primario di questo Task è di sviluppare una metodologia che consenta di attribuire un livello di affidabilità ad una valutazione di rischio di una struttura esistente, superando l'approccio attualmente seguito che condensa tutte le incertezze in un FC applicato alle resistenze dei materiali, pur essendo il LC legato a molteplici aspetti. In particolare, l'affidabilità complessiva di una valutazione dovrebbe essere messa in relazione con il livello di conoscenza di ciascuno dei parametri coinvolti nella valutazione, compresi i modelli e le procedure stesse di valutazione.

A fronte di queste considerazioni rappresenta un ragionevole obiettivo quello di definire, per gli usuali indici di rischio sismico (quali ad esempio il valore della PGA di capacità per un dato SL), un indicatore della loro "affidabilità" in funzione del livello di conoscenza raggiunto.

La questione deve essere posta a partire da una chiara identificazione del livello di conoscenza, che solo in rari casi può essere trattato unicamente in termini statistici, tenendo conto che alcune grandezze sono intrinsecamente caratterizzate da una natura non probabilistica. Ci si propone quindi una analisi delle differenti tecniche finalizzate alla fusione di dati incerti aventi differente natura per ottenere infine uno o più indicatori di significatività delle grandezze caratterizzanti la sicurezza strutturale.

In dettaglio si intende studiare:

1. *Come trattare contemporaneamente differenti forme di incertezza (statistica, fuzzy, intervalli, convessa, ecc.)*

2. *La valutazione della stima degli indici di sicurezza strutturale con forme di incertezza mista sui dati in ingresso*

3. *Proposta/definizione di possibili indici per la quantificazione della affidabilità degli indici di rischio in condizioni di incertezza e/o limitata conoscenza dei*

	sistemi
	Task AT-1.1.2.2: Valutazione del comportamento non lineare degli edifici *Questo Task prosegue gli studi eseguiti nel corso del primo triennio, relativamente alla definizione dell'azione sismica per la valutazione e alla messa a punto di modelli per l'analisi non lineare. In particolare, partendo dalle conclusioni ivi raggiunte, si tratterà il problema della valutazione della sicurezza sismica di edifici esistenti in cemento armato mediante analisi dinamiche non lineari.* *Lo studio si svolgerà a partire dalla selezione di telai in cemento armato rappresentativi di una larga classe di edifici esistenti, in termini di configurazione in pianta ed in elevazione e di resistenza alle azioni sismiche.* *Verrà poi condotto un esame comparativo delle diverse metodologie di analisi non lineare dinamica delle strutture esistenti in cemento armato finalizzate alla valutazione della risposta sismica. Sarà eseguita la modellazione bi- e tridimensionale di un campione di edifici in cemento armato e una serie di analisi dinamiche non lineari sui telai soggetti ad un significativo insieme di segnali accelerometrici. Si prevede di effettuare le analisi non lineari su telai modellati con diversi livelli di dettaglio.* *Un aspetto di particolare importanza sarà la definizione di opportune misure di intensità sismica, in ambito bi- e tridimensionale da impiegare nelle analisi di correlazione con parametri di risposta strutturale. Individuazione e valutazione di parametri sintetici della risposta espressi in termini di spostamenti, forze, energia da utilizzare nelle analisi di correlazione con le misure di intensità.* *Si valuterà anche la risposta di piano in termini di fattori di amplificazione, sia in termini di accelerazione massima che spettrale, e si effettueranno analisi di correlazione con misure di intensità reperibili in letteratura.* *Particolare attenzione sarà rivolta alla definizione di procedure per la determinazione statistica delle grandezze di risposta.* *Verrà eseguita infine una sintesi dei risultati ottenuti in relazione alle possibili applicazioni anche in campo normativo.*
	Task AT-1.1.2.5: Comportamento e rinforzo di nodi *In questo Task si estenderanno gli studi eseguiti nell'analogo Task del progetto precedente ReLUIS, estendendo la casistica a comprendere la tecnica di rinforzo mediante nastri in acciaio pretesi, che rappresenta una valida alternativa alle tecniche di placcaggio attualmente più diffuse. L'obiettivo è di sviluppare metodi ed equazioni di progetto per la valutazione della capacità resistente e per il progetto del rinforzo mediante nastri pre-tesi.* *Riguardo al metodo della ricerca, si partirà dai dati sperimentali raccolti nel precedente progetto, catalogando i diversi comportamenti dei nodi in funzione della loro posizione (di facciata, d'angolo) e della loro configurazione, geometrica e di armatura. L'obiettivo sarà di definire schemi adeguati di rinforzo mediante nastri pre-tesi per ognuna di queste situazioni, correlando le quantità di rinforzo con l'incremento di capacità.* *Verrà fornita una procedura di progettazione basata su parametri geometrici e meccanici di facile impiego e un elenco ragionato di dettagli costruttivi (norme figurate) cui fare riferimento nel progetto della configurazione.*
	Task AT-1.1.2.8: Metodi di miglioramento ed adeguamento globale degli edifici *In questo task verranno affrontati essenzialmente due aspetti relativi al miglioramento e all'adeguamento globale degli edifici esistenti, mediante: a) controventi dissipativi, e b) isolamento alla base.* *Subtask a): Impiego di controventi dissipativi* *Verrà implementata ed ottimizzata una procedura recentemente messa a punto da Braga et al. per il progetto di sistemi di controventi dissipativi da inserire nei riquadri di telaio, che siano disponibili dal punto di vista funzionale, in edifici esistenti in cemento armato. L'obiettivo è di valutare l'affidabilità della procedura, al tempo stesso cercando di renderla di più semplice applicazione per l'inserimento in future revisioni della Normativa.* *Subtask b): Impiego di dispositivi di isolamento sismico e dissipazione*

	Sarà confrontata l'efficacia di diversi sistemi di isolamento alla base, mediante simulazione numerica della risposta di edifici multipiano aventi diverse caratteristiche geometriche e meccaniche. Per ognuno di essi saranno progettati interventi di adeguamento mediante dispositivi di isolamento/dissipazione di diversa natura: elastomerici, a pendolo attritivo, a doppio pendolo, ecc. L'efficacia di ciascuno di essi sarà valutata in relazione a diversi misure prestazionali. Particolare attenzione sarà data ad alcuni aspetti ancora irrisolti, quali: il comportamento dei singoli dispositivi quando soggetti ad azioni di trazione, nonché la presenza di azioni sismiche verticali, sia dirette sia indotte dal comportamento del dispositivo.
Prodotti di cui è responsabile l'UR	**Task AT-1.1.2.9: Aspetti innovativi nel progetto di edifici di nuova realizzazione** *In questo Task verrà esteso il problema trattato nel Task precedente, estendendolo al caso degli edifici di nuova realizzazione, con particolare riferimento a quelli isolati alla base. E' infatti di fondamentale importanza che di tali edifici, soprattutto se a valenza strategica, sia assicurata la protezione sismica prevista in sede di progetto. Poiché ciò avvenga: 1) il sistema di isolamento nel suo insieme deve avere le caratteristiche previste in sede di progetto, e 2) ognuno dei dispositivi deve mantenere le proprie caratteristiche inalterate nel tempo.* *Per quanto riguarda il punto 1, è da rilevare che il progetto originario non può prevedere esattamente le caratteristiche meccaniche dei singoli dispositivi, a causa dell'aleatorietà intrinseca dei materiali di cui sono costituiti. Dal punto di vista pratico si ha che il sistema di isolamento effettivamente messo in opera è costituito da dispositivi che, in media, presentano le caratteristiche previste in fase di progetto, ma che localmente possono manifestare proprietà meccaniche differenti.* *Questo può condurre a comportamenti difformi (e non ottimali) rispetto a quanto ipotizzato nella fase progettuale e quindi ad una possibile riduzione del livello di protezione sismica. E' importante sottolineare come tale aleatorietà non sia ovviamente prevedibile in fase di progetto, mentre è senz'altro possibile, una volta installato un sistema di monitoraggio sui dispositivi, verificarne le effettive caratteristiche. Questo consente di: a) aggiornare le proprietà meccaniche del modello di calcolo utilizzato per il progetto e di dare un giudizio sulla reale efficacia del sistema di isolamento, rispetto a quella inizialmente ipotizzata, e b) guidare verso la sostituzione progressiva di alcuni dispositivi, per orientare l'intero sistema di isolamento verso un comportamento ottimale.* *Occorre infatti osservare che anche una ridotta frazione di apparecchi mal funzionanti, a seguito di fenomeni di degrado dovuti al tempo e/o alle azioni meccaniche cui sono sottoposti, potrebbe irrimediabilmente compromettere l'efficienza dell'intero sistema di protezione.* *Questo Task si occuperà dunque di definire delle strategie per il monitoraggio di sistemi di isolamento, partendo dal posizionamento ottimale dei sensori fino a definire le tecniche di identificazione atte a soddisfare i requisiti a) e b) sopra descritti.*
	Task AT-1.1.2.10: Comportamento e rinforzo di strutture industriali prefabbricate *L'argomento qui trattato trae spunto da alcuni studi eseguiti in via preliminare nel precedente Progetto triennale nel Task Prefabbricazione, relativi al comportamento sismico di giunti attritivi. In questo task verranno eseguiti studi per sviluppare metodi ed equazioni di progetto per l'impiego di giunti strutturali dissipativi ad attrito interposti tra elementi orizzontali e verticali in strutture industriali prefabbricate.* *Il metodo si fonda sul concetto di smorzamento e dissipazione per attrito tra elementi strutturali per la riduzione delle ordinate spettrali mediante l'inserimento di dispositivi dissipativi interposti ad hoc tra elementi strutturali in elevazione ed in orizzontamenti, mediante i quali è possibile ridurre l'intensità della risposta sismica di strutture prefabbricate industriali.* *L'obiettivo finale è di sviluppare una procedura di progettazione, ma anche di adeguamento sismico, per diverse tipologie di capannoni industriali a struttura prefabbricata in cui inserire elementi dissipativi, definendo e calibrando un fattore di riduzione dello spettro di risposta dell'azione sismica da usare nelle analisi in campo lineare. Tale fattore di riduzione sarà calcolato a partire da uno smorzamento strutturale globale ottenuto da quello dei singoli dispositivi.* *Verrà fornita una procedura basata su parametri geometrici e meccanici agevole da ripercorrere anche da parte dei professionisti che opereranno sul campo.*

Task	Descrizione	Mese di consegna e

			formato
	AT-1.1.2.1	*Rapporto che descrive una metodologia per definire un indice di rischio per una costruzione esistente comprensivo di una quantificazione dell'affidabilità della valutazione stessa, in relazione al livello di conoscenza raggiunto.*	*36 - Cartaceo*
	AT-1.1.2.2	*Rapporto sui risultati delle analisi dinamiche sui telai in cemento armato e delle analisi di correlazione tra parametri di risposta e misure di intensità sismica.*	*36 – Cartaceo*
	AT-1.1.2.5	*Rapporto su un modello di nodo trave-pilastro con relative equazioni di progetto da impiegare nella valutazione dell'esistente e nella progettazione di rinforzi con nastri in acciaio pre-tesi.*	*36 – Cartaceo*
	AT-1.1.2.8a	*Procedura semplificata per il progetto di adeguamento sismico con controventi dissipativi.*	*36 - Cartaceo*
	AT-1.1.2.8b	*Rapporto con confronti prestazionali fra diverse tecniche di isolamento sismico alla base, ottenute con dispositivi di diverso tipo.*	*36 - Cartaceo*
	AT-1.1.2.9	*Linee guida per il posizionamento ottimo dei sensori per il monitoraggio di sistemi di isolamento sismico.*	*36 - Cartaceo*
	AT-1.1.2.9	*Linee guida per l'identificazione della variabilità delle caratteristiche meccaniche di un sistema di isolamento sismico.*	*36 - Cartaceo*
	AT-1.1.2.10	*Metodi ed equazioni di progetto per l'impiego di giunti strutturali dissipativi.*	*36 – Cartaceo*
	AT-1.1.2.10	*Linee guida per il progetto di sistema di dissipazione tramite appoggi ad attrito in edifici prefabbricati con allegato esempio di calcolo.*	*36 – Cartaceo*
Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	**Task**	**Citazione**	
	AT-1.1.2.1	1. *Monti, G., Alessandri, S., Santini, S. (2009). Design by Testing: A Procedure for the Statistical Determination of Capacity Models. J. of Construction and Building Materials, Special Issue on FRP Composites, Volume 23, Elsevier, p. 1487-1494.* 2. *Monti, G., Alessandri, S. (2009). Application of Bayesian techniques to material strength evaluation and calibration of confidence factors. Proc. Workshop "Quali prospettive per l'Eurocodice 8 alla luce dell'esperienza italiana", Napoli, 3 aprile.* 3. *Alessandri, S., Monti, G., Santini, S. (2008). Design assisted by testing: procedure for the statistical determination of capacity models. Challenges for Civil Constructions, CCC 2008, Porto, Portugal, 16-18 April.* 4. *Monti, G., Santini, S., Alessandri, S. (2008). Definizione di una procedura per la determinazione statistica di un modello di capacità. Convegno ReLuis2rm08 "Valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di edifici esistenti in*	

		c.a.", Roma, 29-30 May, E. Cosenza, G. Manfredi, G. Monti Eds., Polimetrica International Scientific Publisher, ISBN 978-88-7699-129-5. 5. *Alessandri, S., Monti, G., Santini, S. (2008). A procedure for the calibration of partial safety factors for capacity models. Proc. 14th WCEE World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, October 12-17.*
	AT-1.1.2.2	1. *Lucchini, A., Monti, G., Kunnath, S. (2009). Seismic behavior of single-story asymmetric-plan buildings under uniaxal excitation. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 38, John Wiley, New York, 1053–1070.* 2. *Lucchini, A., Monti, G., Kunnath, S. (2010). Nonlinear response of two-way asymmetric-plan buildings under biaxial excitations. Journal of Structural Engineering, ASCE, (submitted).* 3. *Lucchini, A., Monti, G., Kunnath, S. (2007). Energy-based prediction of the inelastic torsional response of asymmetric-plan buildings. Proc. XII Convegno L'Ingegneria Sismica in Italia, Pisa, 10-14 June.* 4. *Lucchini, A., Monti, G., Kunnath, S. (2008). Studio del comportamento sismico di edifici mono-piano a telaio asimmetrici in pianta. Convegno ReLuis2rm08 "Valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di edifici esistenti in c.a.", Roma, 29-30 May, E. Cosenza, G. Manfredi, G. Monti Eds., Polimetrica International Scientific Publisher, ISBN 978-88-7699-129-5.* 5. *Lucchini, A., Monti, G., Kunnath, S. (2008). A Simplified Pushover Method for Evaluating the Seismic Demand in Asymmetric-Plan Multi-Storey Buildings. Proc. 14th WCEE World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, October 12-17.*
	AT-1.1.2.5	1. *Monti, G. (1995). Finite element for r.c. beam-column joints. Proc. X ASCE Engineering Mechanics Conference, Boulder, Colorado, USA.* 2. *Monti, G. (1995). Un elemento finito di nodo non rigido per telai in cemento armato. Ingegneria Sismica, n. 2/95, Pàtron Editore, Bologna, Settembre.* 3. *Monti, G., Nuti, C. (1993). Performance Assessment on Beam-Column Joints in Normal and Lightweight Concrete. Proc. V Convegno L'Ingegneria Sismica in Italia, Perugia, 13-15 Ott.*
	AT-1.1.2.8	1. *Monti, G. (2009). The new Italian code for seismic isolation of r.c. constructions. Advances in Concrete and Structures, V. 400-402, Trans Tech Publications Ltd., Switzerland, p. 55-68.* 2. *Franchin, P., Monti, G., Pinto, P.E. (2001). On the accuracy of simplified methods for the analysis of isolated bridges. Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 30(3), John Wiley, New York, 363-382.*
	AT-1.1.2.9	1. *Marano, G.C., Quaranta, G., Monti, G. (2010). Genetic-algorithm-based strategies for dynamic identification of nonlinear systems with noise-corrupted response. Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE, (in press).* 2. *Monti, G., Quaranta, G., Marano, G.C. (2010). Modified genetic algorithm for the dynamic identification of structural systems using incomplete measurements. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, (in press).* 3. *Marano, G.C., Quaranta, G., Monti, G. (2010). A robust sensors placement criterion for uncertain mechanical*

		systems. Journal of Structural Health Monitoring, (submitted). 4. *Monti, G., Quaranta, G., Marano, G.C. (2008). Robust sensor placement for buildings monitoring in seismic areas. Convegno ReLuis2rm08 "Valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di edifici esistenti in c.a." , Roma, 29-30 May, E. Cosenza, G. Manfredi, G. Monti Eds., Polimetrica International Scientific Publisher, ISBN 978-88-7699-129-5.* 5. *Quaranta, G., Monti, G., Marano, G.C. (2009). Genetic algorithms in mechanical systems identification: state-of-the-art review. in Soft Computing in Civil and Structural Engineering, B. H. V. Topping and Y. Tsompanakis, Eds. Stirlingshire (Scotland): Saxe-Coburg Pubblications, Chapter 2 (invited lecture).*
	AT-1.1.2.10	1. *Menegotto, M., Monti, G. (2005). Waved joint for precast seismic floors. Journal of Structural Engineering, ASCE, 131(10).* 2. *Menegotto, M., Monti, G. (1995). Modellazione di unione ondulata per diaframmi di piano prefabbricati. Proc. VII Convegno L'Ingegneria Sismica in Italia, Siena, 25-28 Sett.* 3. *Menegotto, M., Monti, G. (1996). Diaphragm action of precast floors: behavior and modeling. Proc. 11th WCEE Conference, Acapulco, Mexico, June.* 4. *Menegotto, M., Monti, G., Auricchio, F. (1997). Modellazione a diaframma di impalcati prefabbricati con unioni dissipative. Proc. VIII Convegno L'Ingegneria Sismica in Italia, Taormina, 21-24 Sett.* 5. *Menegotto, M., Monti, G. (1999). Solai prefabbricati per edifici antisismici. Proc. Giornate AICAP '99, Torino, Novembre.*

Scheda UR- ROMA1-b

<table>
<tr><td>Affiliazione principale</td><td colspan="3">UR ROMA1-b - DISG, Sapienza Università di Roma</td></tr>
<tr><td>Sede amministrativa</td><td colspan="3">Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica (DISG), Sapienza Università di Roma, via Gramsci 53, 00197, Roma, Tel. 06 49919154, Fax. 06 49919150</td></tr>
<tr><td>Coordinatore dell’unità</td><td colspan="3">Giorgio Monti</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Personale dell’unità</td><td>Nome</td><td>Status</td><td>Affiliazione</td></tr>
<tr><td>Giorgio Monti</td><td>P.O.</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td>Luigi Sorrentino</td><td>R.U.</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td>Marco Vailati</td><td>Dottorando</td><td>DISG</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Coinvolgimento dell’unità nel progetto ReLUIS-2</td><td>Linea</td><td colspan="2">Task</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">AT1-1.1a.1a</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">AT1-1.1a.3e</td></tr>
<tr><td>Attività analitiche e sperimentali previste l’UR all’interno di ciascun task:</td><td colspan="3">Task AT1-1.1a.1a:
Definizione di un metodo di lettura diretta degli aggregati edilizi, ripercorribile da chiunque affronti l’analisi di un tessuto storico, che consenta di identificare le unità strutturali ivi presenti.

Il metodo si fonda su una strategia conoscitiva basata: a) sull’osservazione degli elementi materici e costruttivi dell’edificio; b) sull’associazione dei dati derivati dall’analisi dell’impianto murario con i dati derivati dalle ricerche storiche.

Il fine del processo è quello di ricostruire le fasi costruttive di un manufatto, prestando una particolare attenzione al contesto circostante l’unità di interesse.

Il riconoscimento della successione delle fasi costruttive consentirà poi, da un lato, d’indirizzare gli approfondimenti diagnostici al fine d’individuare le proprietà meccaniche dei materiali e, dall’altro, di guidare il giudizio sulle connessioni fra murature, la lettura dei danni, nonché, infine, l’identificazione dei possibili meccanismi.

Task AT1-1.1a.3e:
La normativa NTC2008 richiede al progettista di eseguire la valutazione della sicurezza sismica sulle Unità Strutturali identificate attraverso il metodo dell’analisi non lineare statica. Nel caso di orizzontamenti riconosciuti come rigidi nel proprio piano si consentono però alcune semplificazioni, quali: a) l’analisi può essere eseguita piano per piano, b) la variazione di sforzo assiale nelle pareti murarie può essere trascurata, c) la rotazione nel piano dei solai può essere trascurata.
Grazie a queste semplificazioni è possibile – ed è questo l’obiettivo da perseguire in questo task – definire una procedura non lineare, facilmente gestibile anche attraverso un foglio di calcolo, che, partendo dal comportamento non lineare delle singole pareti murarie, arriva a descrivere il comportamento globale di piano e la corrispondente capacità, sia in termini di resistenza sia in termini di capacità di spostamento. I vari piani, studiati separatamente e poi assemblati in un sistema a più g.d.l., vengono verificati nei confronti della domanda in spostamento ad ogni livello, valutata in analogia a quanto si fa per i meccanismi locali.
Il metodo sarà implementato in un software che consentirà di eseguire agevolmente analisi di aggregati edilizi, nonché di individuare i piani più vulnerabili e, all’interno di essi, gli elementi che determinano tale vulnerabilità.
Tale procedura sarà poi implementata in un framework probabilistico tramite il quale sarà possibile caratterizzare le grandezze base come variabili incerte. L’incertezza potrà essere di tipo intrinseco ovvero di tipo epistemico. In tal modo si potrà fruire di uno strumento tramite il quale eseguire analisi di sensitività della risposta rispetto ai parametri incerti.</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Prodotti di cui è responsabile l'UR	Task	Descrizione	Mese di consegna e formato
	AT1-1.1a.1a	*Linee guida per l'analisi morfologica degli aggregati edilizi, con esemplificazioni delle ricadute sulle verifiche di vulnerabilità sismica.*	*36 – Cartaceo*
	AT1-1.1a.3e	*Programma di calcolo non lineare per l'analisi globale delle Unità Strutturali di aggregati edilizi, comprensiva della trattazione delle incertezze.*	*36 - Software*

Pubblicazioni rilevanti del personale UR in relazione alle attività previste	Task	Citazione
	AT1-1.1a.1a	1. *Sorrentino L., Kunnath S., Monti G., Scalora G. 2008. Seismically induced one-sided rocking response of unreinforced masonry façades, Engineering Structures, 30(8): 2140-2153, doi:10.1016/j.engstruct.2007.02.021.* 2. *Sorrentino L., Monti G., Kunnath S., Scalora G. (2007). Un modello meccanico semplificato accoppiato nel piano – fuori del piano per valutare il ruolo di solai, immorsature, qualità muraria e muri di controvento. 12° Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Pisa 10-14 giugno.* 3. *Braga F., Monti G., Scalora G. (2006). A conservation plan method for historical city centres. 5th International Seminar Structural Analysis of Historical Construction, New Delhi, 6-8 November.*
	AT1-1.1a.3e	1. *Monti, G., Vailati, M. (2009). Procedura di analisi non lineare statica per la valutazione sismica degli edifici in aggregato. Proc. XIII Convegno L'Ingegneria Sismica in Italia, Bologna, 28 June-2 July* 2. *Monti, G., Vailati, M. (2009). Analisi di vulnerabilità sismica di edifici in aggregato: un caso esempio. Proc. XIII Convegno L'Ingegneria Sismica in Italia, Bologna, 28 June-2 July.*