

**POR CAMPANIA FESR 2007/13 –D.G.R. n.378 del 24/09/2013**  
**Misure di accelerazione della spesa: attuazione DGR n. 148/2013**

*Il santuario micaelico del Tusciiano e la civiltà dei Longobardi del Mezzogiorno*



**Il responsabile del procedimento**

<b>INTERVENTO DI RECUPERO DELLE AREE DI INTERESSE ARCHEOLOGICO</b>	Progettisti: Dr. Antonio Salerno <i>A. Salerno</i>
<b>INTERVENTO DI RESTAURO ARCHITETTONICO</b>	Progettisti: Arch. Rosalba De Feo Geom. Giancarlo Casale Geom. Antonello Trevisone <i>R. De Feo</i> <i>A. Trevisone</i>
<b>INTERVENTO SUI BENI STORICI ED ARTISTICI</b>	Progettisti: Dr.ssa Guglielmina Felici Dr. Giovanni Guardia
<b>INTERVENTO PER SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA</b>	Progettisti: Dr. Ing. Gennaro Miccio Dr. Geol. Ferdinando Rosciano <i>G. Miccio</i> <i>F. Rosciano</i>

**CAP . SP. APP. capo A1-A2-A3-A4- A5**

## OLEVANO SUL TUSCIANO (SA)

### Il Santuario Micaelico del Tusciano e la civiltà dei Longobardi del Mezzogiorno

POR CAMPANIA FESR 2007-2013 – Obiettivo Operativo 1.9 – D.G.R. n 378 del 24/09/2013

MISURE DI ACCELERAZIONE DELLA SPESA: ATTUAZIONE DGR n.148/2013

# CAPITOLATO SPECIALE

#### Importi e categorie dell'intervento complessivo

Importo lavori a misura € 2.070.000,00 di cui :

- a) € 1.134.158,39 (euro unmilionecentotrentaquattrocentocinquantotto/39) per lavori soggetti a ribasso e
- b) € 935.841,61 (euro novecentotrentacinqueottocentoquarantuno/61) per costo della manodopera non soggetto a ribasso

Oneri aggiuntivi per l'attuazione dei piani della sicurezza non soggetti a ribasso:

€ 57.500,00 (euro cinquantasettemilacinquecento/00 )

Totale lavori in appalto:

€ 2.127.500,00 (euro duemilionicentoventisettemilacinquecento/00)

così distinti ai fini della qualificazione in gara:

<b>TABELLA CATEGORIE</b>					
<i>Descrizione</i>	<i>Qual. Obb.</i>	<i>Categoria</i>	<i>Class.</i>	<i>€</i>	<i>%</i>
<i>RESTAURO E MANUT. DEI BENI IMM.SOTTOPOSTI A TUTELA CATEGORIA PREVALENTE SUBAPP.MAX. 30%</i>	<b>SI</b>	<b>OG 2</b>	<b>III</b>	€ 920.294,12	43,25
<i>BARRIERE PARAMASSI E SIM. CATEGORIA SCORPORABILE SUBAPPALTABILE 100%</i>	<b>NO</b>	<b>OS 12-B</b>	<b>III</b>	€ 911.838,23	42,86
<i>RESTAURO SUP.DECORATE scorporabile –obbligo qualificazione- subappaltabile 100%</i>	<b>SI</b>	<b>OS-2 A</b>	<b>I</b>	€ 96.764,71	4,56
<i>SCAVI ARCHEOLOGICI scorporabile-obbligo di qualificazione-subappaltabile100%</i>	<b>SI</b>	<b>OS 25</b>	<b>I</b>	€ 198.602,94	9,33
<b>TOTALE LAVORI</b>				<b>€ 2.127.500</b>	<b>100,00</b>

## Capitolato speciale per lavori di restauro e consolidamento CAPO A.1

**Le norme riportate nel seguito , per le disposizioni di carattere generale,sono valide per tutte le categorie in gara, salvo che diversamente indicato.**

### LAVORI ARCHITETTONICI OG2

#### CAPO I - OGGETTO ED AMMONTARE DELL'APPALTO - DESCRIZIONE, FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE

##### Art. 1 - Oggetto dell'appalto

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere e provviste occorrenti per **recupero e la valorizzazione** del Santuario Micaelico del Tusciano e la civiltà dei Longobardi del Mezzogiorno.

Il progetto è stato informato al principio di reversibilità di ogni intervento, all'utilizzo di metodologie tecnologie costruttive e materiali conformi a quelle originari.

Gli interventi si possono sommariamente riassumere di seguito:

1. Percorso esterno e sistemazione piazzale di ingresso grotta
2. Consolidamento e restauro del locale del conventino
3. Consolidamento e restauro della Basilica e del piazzale antistante
4. Consolidamento e restauro della Cappella Odighitria
5. Sistemazione del percorso interno alla grotta e dei gradini in coccio pesto e realizzazione di un sistema di protezione del percorso
6. Consolidamento e restauro della Cappella B
7. Consolidamento e restauro delle Cappelle C-D-E
8. Lavori di integrazione e completamento dell'impianto elettrico

Nello specifico:

- Cuci e scuci di parti limitate dei paramenti murari,
- Rimozione dei materiali di crollo delle strutture murarie e svuotamento del materiale sciolto
- Risagomatura e consolidamento degli archi e ricostruzione della volta originaria del conventino
- Pulizia e restauro degli elementi lapidei (pietre ,intonaci e laterizi) previa esecuzione di tasselli stratigrafici eseguiti da restauratore specializzato
- Piccole riprese di muratura e dei tratti di intonaco ammalorato nelle strutture di elevazione
- Realizzazione di massetti pavimentali e finitura in battuto di cocciopesto .
- Realizzazione di solaio in acciaio e cristallo finalizzato alla visibilità delle strutture
- Realizzazione di intonaco con malte compatibili con quelle originarie
- Realizzazione di servizi igienici
- Realizzazione di scenario luminoso mediante impianto elettrico con cavi a vista con rivestimento in rame per le strutture in elevazione, realizzazione di torrette per impianto a pavimento e posa in opera di corpi illuminanti.
- Ripristino e sistemazione delle vasche di raccolta, delle condotte e della cisterna.
- Sistemazione del percorso interno alla grotta e dei gradini in coccio pesto e realizzazione di un sistema di protezione del percorso.

##### Art. 2 - Ammontare delle opere categoria OG 2

**OG2 - Restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela, al netto dei costi della sicurezza.**

L'importo complessivo dei lavori a misura ammonta ad Euro 900.000,00, di cui:

DESIGNAZIONE DEI LAVORI	I M P O R T I
SCAVI IN GENERE, SCAVI ARCHEOLOGICI- RINTERRI	euro 116.804,00
MURATURA DI PIETRAME, GABBIONI, COPERTINA MURO PIAZZALE, VOLTE	euro 56.272,02
BALAUSTR E RINGHIERE (IN FERRO, ACCIAIO O LEGNO)	euro 27.104,19
OPERE PROVVISORIALI, PONTEGGI, ANDITI DA LAVORO, CENTINE	euro 35.814,82
IMPIANTO IDRICO	euro 4'032,78
MASSETTI, BATTUTI, PAVIMENTAZIONI, STRATI DI FONDAZIONE	euro 31.114,15
OPERE ACCIAIO ED ACCIAIO CORTEN CARPENTERIE	euro 141.800,37
TRASPORTI, MOVIMENTAZIONI E TRASPORTI A DISCARICA	euro 112.689,12
CONSOLIDAMENTO DELLE MURATURE, INIEZIONI, PERFORAZIONI,	
OPERE DI CUCI E SCUCI	euro 41.643,27
VETRI SOLAIO	euro 4.492,60
GRIGLIATI	euro 72.765,00
LAVORI IN ECONOMIA PER OPERE NON QUANTIZZABILI A MISURA	euro 36.453,70
RESTAURO DELLA GRADINATA E DEL SISTEMA IDRICO	euro 71'708,00
FERRI PER ARMATURE	euro 329,98
DEMOLIZIONI, SVELLIMENTI E TAGLI	euro 1.589,22
RESTAURO ED INTEGRAZIONE DI INTONACI ESISTENTI	euro 80.308,54
OPERE IN FERRO	euro 4.011,20
IMPIANTO ELETTRICO	<u>euro 61'067,04</u>
<b>TOTALE</b>	<b>euro 900'000,00</b>

Le cifre del precedente quadro, che indicano gli importi presuntivi delle diverse categorie di lavori a misura, sono state ricavate mediante la tariffa di cui al PREZZIARIO REGIONE CAMPANIA 2014. Le eventuali correzioni nella descrizione, negli oneri o nel prezzo, saranno esplicitate più dettagliatamente dalle voci dell'elenco prezzi allegato al progetto; le quantità potranno variare in più o in meno esclusivamente in base alle reali quantità risultanti dopo l'esecuzione dei lavori. Le voci dell'elenco prezzi saranno, pertanto, le uniche alle quali l'Appaltatore dovrà fare rimando nelle proprie valutazioni tecniche ed economiche.

Gli importi del suddetto prospetto potranno variare tanto in più quanto in meno, per effetto di variazioni nelle rispettive quantità e ciò tanto in via assoluta, quanto nelle reciproche proporzioni con l'osservanza delle prescrizioni ed entro i limiti (un quinto del prezzo complessivo convenuto) stabiliti negli articoli 10 e 11 del vigente Capitolato Generale, approvato con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 19 aprile 2000, n. 145.

**Art. 3 – Descrizione per categorie dei lavori:**

I lavori che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come appresso, salvo più precise indicazioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dalla Direzione dei Lavori: potranno essere impartite dalla Direzione dei Lavori.

CATEGORIE DEI LAVORI	IMPORTI
Scavi, demolizioni, svellimenti, tagli, scavi archeologici, rinterri, trasporti, movimentazioni	Euro 231.082,34
Muratura di pietrame, gabbioni, copertine muro piazzale, volte, massetti, battuti, pavimentazioni, strati di fondazione, consolidamento delle murature, iniezioni, perforazioni, cucì e scuci, restauro della gradinata e del sistema idrico, restauro ed integrazione intonaci, ferri x armatura	Euro 281.375,96
Balaustre, ringhiere, opere in acciaio, vetri, grigliati, opere in ferro	Euro 250.173,36
Opere provvisoriali: ponteggi, anditi e centine	Euro 35.814,82
Impianti idrico ed elettrico	Euro 65.099,82
Lavori in economia	<u>Euro 36.453,70</u>

**TOTALE**

**euro 900'000,00**

**Art. 4 - Opere escluse dall'appalto.**

Eventuali opere escluse dall'appalto potranno essere oggetto di affidamento in economia alla impresa aggiudicataria od ad altra impresa individuata a norma di regolamento dalla Stazione appaltante.

**Art. 5 - Forma e principali dimensioni delle opere comprese nell'appalto**

La forma e le dimensioni delle opere, che formano oggetto dell'appalto, risultano dai disegni allegati al contratto.

**Art. 6 - Variazioni alle opere progettate**

L'Amministrazione si riserva l'insindacabile facoltà di introdurre nelle opere, all'atto esecutivo, quelle varianti che riterrà opportune, nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori, senza che l'Appaltatore possa trarne motivi per avanzare pretese di compensi ed indennizzi, di qualsiasi natura e specie, non stabiliti nel vigente Capitolato Generale approvato con Decreto del Ministero dei LL.PP. 19 aprile 2000 n. 145 e nel presente Capitolato Speciale.

**CAPO II - DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO E MODO DI VALUTARE I LAVORI**

**PARTE I - NORME TECNICO-AMMINISTRATIVE**

**Art. 7 - Osservanza del Capitolato generale e di particolari disposizioni di legge**

L'appalto sarà soggetto all'esatta osservanza di tutte le condizioni stabilite nel Capitolato generale per gli appalti delle opere dipendenti dal Ministero dei Lavori pubblici, approvato dal Ministro dei Lavori pubblici con Decreto 19 aprile 2000 n. 145.

Ove ricorrano necessità di subappalti, si richiama l'osservanza delle disposizioni particolari contenute nell'art. 18, legge 19 marzo 1990, n. 55 ed eventuali successive disposizioni in materia.

**Art. 8 - Documenti che fanno parte del contratto**

Fanno parte integrante del progetto esecutivo:

il Capitolato Generale d'appalto approvato con D.M. 19 aprile 2000 n.145

elenco prezzi

computo metrico estimativo

relazioni e disegni

**Art. 9 – Qualificazione Categorie di lavoro**

Per quanto riguarda i lavori indicati dal presente Capitolato è richiesta la qualificazione per le categorie e classi d'importo(1), in conformità al Regolamento approvato con D.P.R. n. 207 del 5 ottobre 2010, allegato A, e successive modificazioni, riportate nella succitata tabella.

**Art. 10 - Cauzione definitiva (art. 113 del D. Lgs. 163 del 12 aprile 2006 "Codice degli Appalti")**

La cauzione definitiva di cui all'art. 113 e seguenti del Codice degli Appalti, D. Lgs. 163 del 12 aprile 2006, e all'art. 123 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 207 del 5 ottobre 2010 sarà uguale al 10% dell'importo contrattuale.

In caso di aggiudicazione con ribasso d'asta superiore al 10 per cento, la garanzia fideiussoria è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10 per cento; ove il ribasso sia superiore al 20 per cento, l'aumento è di due punti per ogni punto di ribasso superiore al 20 per cento.

Essa deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia alla eccezione di cui all'art. 1957, comma 2, del codice civile, nonché l'operatività della garanzia medesima entro 15 giorni, a semplice richiesta scritta della stazione appaltante.

Essa sarà espressamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo del 75% dell'iniziale importo garantito.

La mancata costituzione determina la decadenza dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione provvisoria di cui all'art. 75 del D. Lgs. 163 del 12 aprile 2006, da parte della stazione appaltante, che aggiudica l'appalto al concorrente che segue nella graduatoria.

#### **Art. 11 - Disciplina del subappalto**

L'affidamento in subappalto di parte delle opere e dei lavori dovrà essere autorizzato dalla Stazione appaltante, nel rispetto delle disposizioni di cui all'art. 18, della legge 19 marzo 1990, n. 55, come sostituito dall'art. 118, del D. Lgs 163/2006 e ss.mm.ii., ricordando che tutte le lavorazioni, a qualsiasi categoria appartengono potranno essere subappaltabili ed affidabili in cottimo, ad eccezione dei lavori o componenti di elevato contenuto tecnologico o di notevole complessità tecnica (strutture, impianti, opere speciali ecc.) di importo superiore al 15% dell'importo totale dei lavori (ai sensi dell'art. 37, del D. Lgs 163/2006 e ss.mm.ii.) che dovranno essere eseguiti esclusivamente dall'Appaltatore ovvero da idonea impresa associata all'Appaltatore in una associazione temporanea di tipo verticale prima della stessa gara; la quota massima subappaltabile per la categoria o le categorie prevalenti non potrà superare il 30%.

#### **Art. 12 - Consegna dei lavori**

La consegna dei lavori sarà effettuata entro 30 (trenta) giorni dalla stipula del contratto d'appalto e secondo le prescrizioni dell'art. 153 e successivi del Regolamento approvato con D.P.R. n. 207 del 5 ottobre 2010 e dell'art. 9 del Capitolato Generale di Appalto D.M. 19 aprile 2000 n. 145.

In caso di urgenza la consegna potrà essere effettuata immediatamente dopo la deliberazione di aggiudicazione L'Amministrazione si riserva il diritto di consegnare i lavori nel loro complesso contemporaneamente, ovvero per parti in più riprese: in questo caso la data legale della consegna, a tutti gli effetti di legge e regolamenti, sarà quella del primo verbale di consegna parziale.

Della consegna verrà redatto apposito verbale. Dalla data della consegna decorreranno i termini contrattuali.

#### **Art. 13 - Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori**

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

La Direzione Lavori si riserva in ogni modo il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

L'Appaltatore presenterà alla Direzione dei Lavori per l'approvazione, prima dell'inizio lavori, il programma operativo dettagliato delle opere e dei relativi importi a cui si atterrà nell'esecuzione delle opere, in armonia col programma di cui all'art. 40 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 207 del 5 ottobre 2010.

Il Direttore dei lavori impartirà tutte le disposizioni e istruzioni all'Appaltatore mediante un ordine di servizio, redatto in duplice copia sottoscritte dal Direttore dei Lavori emanante e comunicato all'Appaltatore che lo restituisce firmato per avvenuta conoscenza. L'invio a mezzo raccomandata con ricevuta di ritorno farà fede dell'avvenuta conoscenza da parte dell'appaltatore dell'ordine di servizio.

#### **Art. 14 – Esecuzione di categorie di lavoro non previste**

Per l'esecuzione di categorie di lavoro non previste (riguardanti modifiche e varianti di qualsiasi naturali lavori di cui all'oggetto dell'appalto) e per le quali non siano stati convenuti i relativi prezzi, o si procederà, concordando nuovi prezzi di volta in volta previa perizia suppletiva ai sensi della normativa vigente (art. 163 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 207 del 5 ottobre 2010), ovvero si provvederà in economia con operai, mezzi d'opera e provviste forniti dall'Appaltatore (a norma dell'art. 142 e

seguenti dello stesso Regolamento) o da terzi. In tale ultimo caso l'Appaltatore, a richiesta della Direzione Lavori, dovrà effettuare i relativi pagamenti, sull'importo dei quali sarà corrisposto l'interesse ritenuta del all'anno, seguendo le disposizioni dell'art. 28 del Capitolato Generale.

Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi.

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Saranno a carico dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.

**Art. 15 - Disposizioni generali relative ai prezzi dei lavori a misura e delle somministrazioni per opere in economia - Invariabilità dei prezzi**

I prezzi unitari in base ai quali, dopo deduzione del pattuito ribasso d'asta, saranno pagati i lavori appaltati a misura e le somministrazioni, sono indicati nel seguente elenco.

Essi compensano:

a) circa i materiali, ogni spesa (per fornitura, trasporto, dazi, cali, perdite, sprechi ecc.), nessuna eccettuata, che venga sostenuta per darli pronti all'impiego, a piede di qualunque opera;

b) circa gli operai e mezzi d'opera, ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi e utensili del mestiere, nonché per premi di assicurazioni sociali, per illuminazione dei cantieri in caso di lavoro notturno;

c) circa i noli, ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari e mezzi pronti al loro uso;

d) circa i lavori a misura ed a corpo, tutte le spese per forniture, lavorazioni, mezzi d'opera, assicurazioni d'ogni specie, indennità di cave, di passaggi o di deposito, di cantiere, di occupazione temporanea e d'altra specie, mezzi d'opera provvisori, carichi, trasporti e scarichi in ascesa o discesa ecc., e per quanto occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Appaltatore dovrà sostenere a tale scopo, anche se non esplicitamente detti o richiamati nei vari articoli e nell'elenco dei prezzi del presente Capitolato.

I prezzi medesimi, per lavori a misura ed a corpo, nonché il compenso a corpo, diminuiti del ribasso offerto, si intendono accettati dall'Appaltatore in base ai calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio. Essi sono fissi ed invariabili; però l'Amministrazione si riserva la facoltà di rivedere e modificare i prezzi di appalto alle condizioni e nei limiti di cui alle disposizioni legislative vigenti all'atto dell'aggiudicazione.

**Art. 16 - Elenco dei prezzi unitari in base ai quali, previa deduzione del ribasso d'asta, saranno pagati i lavori appaltati a misura e le somministrazioni relative ad opere in economia**

(VEDI ALLEGATO).

**SI PRECISA CHE A NORMA DELLE VIGENTI DISPOSIZIONI DI LEGGE ,POICHE' L'AGGIUDICAZIONE AVVIENE CON IL CRITERIO DEL PREZZO PIU' BASSO,I PREZZI SU CUI ANDRA' OFFERTO IL RIBASSO SONO DEPURATI DEL COSTO DELLA MANODOPERA CHE NON DEVE ESSERE OGGETTO DI RIBASSO.PERTANTO AGLI ELENCHI DEI PREZZI LORDI COMPRENSIVI DELLA MANODOPERA VIENE AGGIUNTO UN ULTERIORE ELENCO PREZZI, DERIVANTE DALL'ACCORPAMENTO DI TUTTI GLI ELENCHI DELLE QUATTRO CATEGORIE,OG2,OS 12 B , OS 2 A E OS 25, AL NETTO DEI COSTI DELLA MANODOPERA.E' SU QUEST'ULTIMO ELENCO CHE VA OFFERTO IL RIBASSO .**

**Art. 17 - Tempo utile per l'inizio e l'ultimazione dei lavori - Penale per ritardo**

L'Appaltatore dovrà provvedere entro 7 (sette) giorni dalla data di consegna all'impianto del cantiere che dovrà essere allestito nei tempi previsti dal programma dei lavori redatto dall'Appaltante sulla base di quanto definito in sede di progettazione esecutiva dell'intervento nel cronoprogramma. In caso di ritardo sarà applicabile una penale giornaliera pari ad € 200,00 (duecento).

Il tempo utile per dare ultimati tutti i lavori sarà di **270 (duecentosettanta) giorni** naturali successivi e continui decorrenti dalla data del verbale di consegna.

La penale pecuniaria di cui all'art. 23 del Capitolato Generale approvato con Decreto del Ministero LL.PP. 10 aprile 2000 n.145, rimane stabilita nella misura di **€ 200,00 (euro duecento)** per ogni giorno di ritardo. Per le eventuali sospensioni dei lavori si applicheranno le disposizioni contenute negli articoli 24 e 25 del Capitolato Generale; per le eventuali proroghe si applicheranno quelle contenute nel successivo art. 26.

**Art. 18 - Pagamenti in acconto**

L'Appaltatore avrà diritto a pagamenti in acconto, in corso d'opera, ogni qual volta il suo credito, al netto del ribasso d'asta e delle prescritte ritenute, di cui all'art. 7.2 del Capitolato Generale e 48 del Regolamento per la contabilità generale dello Stato approvato con R.D. 23 maggio 1924 n. 827 raggiunga la cifra di **€ 400.000,00 (euro quattrocentomila)**.

Il certificato per il pagamento dell'ultima rata del corrispettivo, qualunque sia l'ammontare, verrà rilasciato dopo l'ultimazione dei lavori.

I materiali approvvigionati nel cantiere, sempreché siano stati accettati dalla Direzione dei Lavori, verranno, ai sensi e nei limiti dell'art. 28.2 del Capitolato Generale, compresi negli stati di avanzamento dei lavori per i pagamenti suddetti.

**Art. 19 - Conto finale**

Ai sensi dell'art. 200 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 207 del 5 ottobre 2010, si stabilisce che il conto finale verrà compilato entro **15 (quindici)** giorni a decorrere dalla data dell'ultimazione dei lavori dal Direttore dei Lavori che lo trasmetterà entro lo stesso termine al responsabile del procedimento per i relativi adempimenti.

Il conto finale è accompagnato da una relazione con gli allegati connessi alla storia cronologica dell'esecuzione, oltre a quelle notizie di carattere tecnico ed economico atte ad agevolare le operazioni di collaudo.

A meno di eccezioni e riserve, l'appaltatore deve restituire alla stazione appaltante entro **15 (quindici)** giorni il conto finale firmato per l'accettazione.

**Art. 20 - Collaudo**

Il collaudo in corso d'opera dei lavori ed il relativo certificato sono eseguiti secondo le norme e le procedure previste nel titolo X del Regolamento approvato con D. P.R. n. 207 del 5 ottobre 2010. La stazione appaltante si riserva il diritto di prendere immediatamente in consegna le opere eseguite o parte delle stesse una volta ultimate, prima delle operazioni di collaudo, qualora ricorrano necessità dalla stessa discrezionalmente individuate. La presa in consegna anticipata è effettuata nel rispetto delle modalità e dei limiti di cui all'art. 200 Regolamento Generale. La stazione appaltante si assume la responsabilità della custodia, della manutenzione e della conservazione delle opere prese in consegna, restando comunque a carico dell'appaltatore gli interventi conseguenti a difetti di costruzione.

L'Amministrazione, nei casi previsti (art. 141, comma 3, d. Lgs. 163/2006), potrà optare (in sostituzione del certificato di collaudo) per il certificato di regolare esecuzione di cui all'art. 208 del R.G. da redigersi a cura del Direttore dei Lavori non oltre 90 (novanta) giorni dalla ultimazione dei lavori.

**Art. 21 - Oneri ed obblighi a carico dell'Appaltatore - Responsabilità dell'Appaltatore**

Oltre gli oneri previsti dal Capitolato Generale, dai piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori e agli altri indicati nel presente Capitolato Speciale, saranno a carico dell'Appaltatore gli oneri ed obblighi seguenti:

I movimenti di terra ed ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione all'entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, la recinzione del cantiere stesso con solido staccata in metallico, l'approntamento delle opere provvisorie necessarie all'esecuzione dei lavori ed allo svolgimento degli stessi in condizioni di massima sicurezza, la pulizia e la manutenzione del cantiere, in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti.

La guardia e la sorveglianza sia di giorno, con il personale necessario, del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutte le cose dell'Amministrazione appaltante che saranno consegnate all'Appaltatore

La costruzione, entro il recinto del cantiere e nei luoghi che saranno designati dalla Direzione dei lavori, di locali, ad uso Ufficio del personale di Direzione ed assistenza, allacciati alle utenze (luce, acqua, telefono ecc.), dotati di servizi igienici, arredati, illuminati e riscaldati a seconda delle richieste della Direzione, compresa la relativa manutenzione.

L'approntamento dei necessari locali di cantiere per le maestranze, che dovranno essere dotati di adeguati servizi igienici e di idoneo smaltimento dei liquami.

La redazione dei calcoli o dei disegni d'insieme e di dettaglio per tutte le opere strutturali in cemento armato, metalliche, in muratura, in legno, redatti da un ingegnere od architetto iscritto al rispettivo Ordine professionale; l'approvazione del progetto da parte del Direttore dei Lavori non solleva l'Appaltatore, il Progettista ed il Direttore del cantiere, per le rispettive competenze, dalla responsabilità relativa alla stabilità delle opere. L'Appaltatore dovrà inoltre far eseguire, a proprie spese, le prove sui cubetti di calcestruzzo e sui tondini d'acciaio, per i quali i laboratori legalmente autorizzati rilasceranno i richiesti certificati.

La redazione dei progetti esecutivi degli impianti idrici, termici, sanitari, di condizionamento, nonché degli impianti elettrici e speciali, da consegnare in triplice copia alla Stazione appaltante; dovranno altresì essere rilasciate all'Amministrazione appaltante, in osservanza della legge 46/90, le varie dichiarazioni di conformità a regola d'arte degli impianti.

L'esecuzione, presso gli Istituti incaricati, di tutte le esperienze ed assaggi che verranno in ogni tempo ordinati dalla Direzione dei Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi nella costruzione, in correlazione a quanto prescritto circa l'accettazione dei materiali stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio direttivo munendoli di suggelli a firma del Direttore dei lavori e dell'Impresa nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

L'esecuzione d'ogni prova di carico che sia ordinata dalla Direzione dei Lavori su pali di fondazione, solai, balconi, e qualsiasi altra struttura portante, di rilevante importanza statica.

Il mantenimento, fino al collaudo, della continuità degli scoli delle acque e del transito sulle vie o sentieri pubblici o privati antistanti alle opere da eseguire.

La riparazione d'eventuali danni che, in dipendenza delle modalità di esecuzione dei lavori, possano essere arrecati a persone o a proprietà pubbliche e private sollevando da qualsiasi responsabilità sia l'Amministrazione appaltante che la Direzione dei Lavori o il personale di sorveglianza e di assistenza.

L'osservanza delle norme derivanti dalle vigenti leggi e decreti relativi alle assicurazioni varie degli operai contro gli infortuni sul lavoro, la disoccupazione involontaria, la invalidità e vecchiaia, la tubercolosi, e delle altre disposizioni in vigore o che potranno intervenire in corso di appalto. Resta stabilito che in caso d'inadempienza, fermo restando che sia intervenuta denuncia da parte delle competenti autorità, l'Amministrazione procederà ad una detrazione della rata d'acconto nella misura del 20% che costituirà apposita garanzia per l'adempimento dei detti obblighi, ferma l'osservanza delle norme che regolano lo svincolo della cauzione e delle ritenute regolamentari. Sulla somma detratta non saranno per qualsiasi titolo corrisposti interessi. La comunicazione all'Ufficio, da cui i lavori dipendono, entro i termini prefissati dallo stesso, di tutte le notizie relative all'impiego della mano d'opera. Per ogni giorno di ritardo rispetto alla data fissata dall'Ufficio per l'inoltro delle notizie suddette, verrà applicata una multa pari al 10% della penalità prevista all'art. 35 del presente Capitolato, restando salvi i più gravi provvedimenti che potranno essere adottati in conformità a quanto sancisce il Capitolato Generale per la irregolarità di gestione e per le gravi inadempienze contrattuali.

Le spese per la fornitura di fotografie delle opere in corso nei vari periodi dell'appalto, nel numero e dimensioni che saranno di volta in volta indicati dalla Direzione.

L'assicurazione contro gli incendi di tutte le opere e del cantiere dall'inizio dei lavori fino al collaudo finale, comprendendo nel valore assicurato anche le opere eseguite da altre Ditte; l'assicurazione contro tali rischi dovrà farsi con polizza intestata all'Amministrazione appaltante.

Il pagamento delle tasse e l'accollo d'altri oneri per concessioni comunali (licenza di costruzione, d'occupazione temporanea di suolo pubblico, di passi carrabili ecc.), nonché il pagamento di ogni tassa presente e futura inerente ai materiali e mezzi d'opera da impiegarsi, ovvero alle stesse opere finite, esclusi, nei Comuni in cui essi sono dovuti, i diritti per l'allacciamento alla fognatura comunale.

La pulizia quotidiana col personale necessario dei locali in costruzione, delle vie di transito del cantiere e dei locali destinati alle maestranze ed alla Direzione Lavori, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre Ditte.

Il libero accesso al cantiere ed il passaggio, nello stesso e sulle opere eseguite od in corso d'esecuzione, alle persone addette a qualunque altra Impresa alla quale siano stati affidati lavori non compresi nel presente appalto, e alle persone che eseguono lavori per conto diretto dell'Amministrazione appaltante, nonché, a richiesta della Direzione dei Lavori, l'uso parziale o totale, da parte di dette Imprese o persone, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie, e degli apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente alla esecuzione dei lavori che l'Amministrazione appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre Ditte, dalle quali, come dall'Amministrazione appaltante, l'Appaltatore non potrà pretendere compensi di sorta.

Provvedere, a sua cura e spese e sotto la sua completa responsabilità, al ricevimento in cantiere, allo scarico e al trasporto nei luoghi di deposito, situati nell'interno del cantiere, od a piè d'opera, secondo le disposizioni della Direzione dei lavori, nonché alla buona conservazione ed alla perfetta custodia dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e provvisti od eseguiti da altre ditte per conto dell'Amministrazione appaltante. I danni che per cause dipendenti o per sua negligenza fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti dovranno essere riparati a carico esclusivo dell'Appaltatore.

L'adozione, nell'esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire l'incolumità e le migliori condizioni d'igiene e di lavoro degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nella vigente legislazione di sicurezza e di igiene del lavoro (D.Lgs n.81 /b 2008 e s.m.i.) e di tutte le norme in vigore in materia d'infortunistica.

L'osservanza e l'applicazione, nei casi d'applicazione del DLgs. 81/2008 e successive modifiche, dei Piani di sicurezza e di coordinamento elaborati dal Coordinatore in materia di sicurezza e di salute durante la progettazione dell'opera e le prescrizioni del Coordinatore in materia di sicurezza e di salute durante l'esecuzione dell'opera. Il rispetto dei contenuti e dei doveri previsti del suddetto decreto, con particolare riferimento agli articoli 8 e 9, e, per gli appalti pubblici, dell'art. 131 del D. Lgs. 163/2006 e successive modifiche. I piani di sicurezza e di coordinamento, i piani operativi di sicurezza e gli altri strumenti di pianificazione antinfortunistica previsti dai citati dispositivi di legge formano parte integrante del contratto di appalto.

Consentire l'uso anticipato dei locali che venissero richiesti dalla Direzione dei Lavori, senza che l'Appaltatore abbia perciò diritto a speciali compensi. Esso potrà, però, richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, per essere garantito dai possibili danni che potessero derivare ad esse. Entro 10 (dieci) giorni dal verbale di ultimazione l'Appaltatore dovrà completamente sgombrare il cantiere dei materiali, mezzi d'opera ed impianti di sua proprietà.

Provvedere, a sua cura e spese, alla fornitura e posa in opera, nei cantieri di lavoro, delle apposite tabelle indicative dei lavori, anche ai sensi di quanto previsto dall'art. 18, comma 6, della Legge 19 marzo 1990, n. 55, della Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 1729/UL del 1° giugno 1990 e, per quanto riguarda i nominativi dei Coordinatori per la sicurezza, dall'art.90, comma 7 del DLgs. 81/2008 e successive modifiche.

Assicurare il rispetto della disciplina inerente il subappalto così come prescritta dall'art. 18 della legge 55/90 e successive modifiche.

Il pagamento delle spese di contratto, le tasse di registro e di bollo, le spese per le copie esecutive del contratto e per le copie e successive modifiche.

Il pagamento delle spese di contratto, le tasse di registro e di bollo, le spese per le copie esecutive del contratto e per le copie dei progetti o dei capitolati da presentare agli organi competenti; le spese per il bollo dei registri di contabilità e di qualsiasi altro elaborato richiesto (verbali, atti di sottomissione, certificati ecc.)

**Il pagamento delle spese di pubblicità della gara di appalto che dovrà avvenire prima della stipulazione del contratto.**

All'atto della firma del contratto l'Impresa dovrà dichiarare il nome, cognome ed estremi di iscrizione all'Albo professionale del tecnico avente titolo professionale adeguato al quale intende affidare la

direzione del Cantiere e dovrà presentare dichiarazione del tecnico nominato che, visto il Foglio di Condizioni, accetta l'incarico.

Il Direttore di Cantiere, a richiesta e giudizio insindacabile del Direttore dei Lavori, dovrà essere comunque in cantiere durante l'intero svolgimento delle seguenti opere: tutte le operazioni, opere, prove, verifiche anche non precisate ai precedenti punti, ma per le quali è necessaria la competenza professionale dell'Ingegnere per il controllo della buona riuscita dei lavori.

Il direttore di Cantiere dovrà tenere in cantiere a disposizione della Direzione dei Lavori un registro in cui riporti le operazioni di cantiere.

Le spese per la fornitura di periodiche fotografie delle opere in corso nei vari periodi dell'appalto, nel numero e dimensioni che saranno volta per volta indicati dalla Direzione Lavori (in ogni caso non meno di 2 copie per un minimo di 50 scatti con dimensioni medie 18x24 cm). Dovrà altresì essere fornita una serie di diapositive a colori (una per soggetto) per ogni singolo intervento; per le opere di particolare rilievo potranno essere disposti dalla Direzione Lavori degli ingrandimenti di maggiore formato. Resta inteso che tale documentazione fotografica dovrà essere eseguita da esperto.

Il corrispettivo per tutti gli obblighi ed oneri sopra specificati è conglobato nei prezzi dei lavori e nell'eventuale compenso a corpo di cui all'art. 2 del capo I del presente Capitolato.

Detto eventuale compenso a corpo è fisso ed invariabile, essendo soggetto soltanto alla riduzione relativa all'offerto ribasso contrattuale.

#### **Art. 22 - Proprietà dei materiali di escavazione e di demolizione**

I materiali provenienti da escavazioni o demolizioni:

-vanno trasportati a rifiuto ovvero

-restano in proprietà dell'Amministrazione;

Nel caso in cui detti materiali restino in proprietà all'Amministrazione, ai sensi dell'art. 36, comma 1 e 2 del Capitolato Generale, l'Appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli nel luogo indicato dalla DL, intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni.

Nel caso in cui detti materiali siano ceduti all'Appaltatore si applica il disposto del comma 3 dell'art. 36 del Capitolato Generale.

#### **Art. 23 - Rinvenimenti**

L'Appaltatore sarà tenuto a consegnare all'Amministrazione tutti gli oggetti mobili ed immobili di valore artistico, storico, archeologico, compresi i relativi frammenti, rinvenuti fortuitamente durante l'esecuzione delle lavorazioni previste. L'Appaltatore dovrà, inoltre, avvisare immediatamente la Direzione Lavori, e dietro espressa autorizzazione dello stesso e degli organi preposti alla tutela dei beni storici-architettonici ed archeologici, depositare gli oggetti mobili in idonei locali e proteggere adeguatamente quelli non asportabili. Dovrà, altresì, celermente segnalare la presenza di eventuali decorazioni, affreschi, pitturazioni, pavimentazioni, modanature rinvenute durante il restauro, la rimozione e/o demolizione di pareti, intonaci, solai ecc.

L'Amministrazione rimborserà le spese sostenute dall'Appaltatore per la conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate e che abbiano eventualmente richiesto l'intervento di maestranze altamente specializzate (art. 35 Cap. Gen. D.M. 145/2000).

Nel caso l'impresa dovesse rinvenire nel corso dei lavori sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani dovrà immediatamente darne comunicazione al Direttore Lavori ed alle forze di pubblica sicurezza. Così pure deve essere per il rinvenimento di ordigni bellici ed esplosivi di qualsiasi genere

#### **Art. 24 – Definizione delle controversie**

La definizione di possibili controversie tra l'Impresa appaltatrice e la Stazione appaltante deve avvenire secondo l'art. 31/bis e 32 della legge 109/94 e successive modifiche.

### **PARTE II - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

**Art. 25 - Norme per la misurazione e valutazione dei lavori**

**Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti e prevalgono su quelle riportate nel prezziario relativamente ai prezzi di elenco.**

**25.1. SCAVI IN GENERE**

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore

devesi ritenere compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi.

Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

**25.2. RILEVATI E RINTERRI**

Il volume dei rilevati sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterrati di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera.

Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

**25.3. RIEMPIMENTO CON MISTO GRANULARE**

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

**25.4. PARATIE DI CALCESTRUZZO ARMATO**

Saranno valutate per la loro superficie misurata tra le quote di imposta delle paratie stesse e la quota di testata della trave superiore di collegamento.

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per la trivellazione, la fornitura ed il getto del calcestruzzo, la fornitura e posa del ferro d'armatura, la formazione e successiva demolizione delle corree di guida nonché la scapitozzatura, la formazione della trave superiore di collegamento, l'impiego di fanghi bentonitici, l'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali di risulta e gli spostamenti delle attrezzature.

### **25.5. MURATURE IN GENERE**

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m<sup>2</sup> e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m<sup>2</sup>, rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzaffo delle facce visibili dei muri. Tale rinzaffo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati a terrapieni. Per questi ultimi muri è pure sempre compresa la eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle immorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale. Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle murature rotte senza alcun compenso in più.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri ecc., di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature.

Per le ossature di aggetto inferiore a 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo.

Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sarà considerata come della stessa specie del muro stesso.

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a 1 m<sup>2</sup>, intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande ecc., nonché eventuali intelaiature in legno che la Direzione dei lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete.

### **25.6. MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO**

La pietra da taglio da pagarsi a volume sarà sempre valutata a metro cubo in base al volume del primo parallelepipedo retto rettangolare, circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e gli altri pezzi da pagarsi a superficie, saranno valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile.

Per le pietre di cui una parte viene lasciata grezza, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto delle dimensioni assegnate dai tipi prescritti.

Nei prezzi relativi di elenco si intenderanno sempre compresi tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

### **25.7. CALCESTRUZZI**

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc. e le strutture costituite da getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei relativi prezzi oltre agli oneri delle murature in genere, s'intendono compensati tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

### **25.8. CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO**

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte.

Quando trattasi di elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietra artificiale), la misurazione verrà effettuata in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo, e nel relativo prezzo si deve intendere compreso, oltre che il costo dell'armatura metallica, tutti gli

oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, nonché la posa in opera, sempreché non sia pagata a parte.

I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computati separatamente con i relativi prezzi di elenco. Pertanto, per il compenso di tali opere, bisognerà attenersi a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari.

Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

Il ferro tondo per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo nonché la rete elettrosaldata sarà valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

#### **25.9. SOLAI**

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo come ogni altra opera di cemento armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà invece pagato al metro quadrato di superficie netta misurato all'interno dei cordoli e delle travi di calcestruzzo, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo o su eventuali murature portanti.

Nei prezzi dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore della caldana, nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. Nel prezzo dei solai, di tipo prefabbricato, misti di cemento armato, anche predalles o di cemento armato precompresso e laterizi sono escluse la fornitura, lavorazione e posa in opera del ferro occorrente, è invece compreso il noleggio delle casseforme e delle impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseforme dei cementi armati.

Il prezzo a metro quadrato dei solai suddetti si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio sia sostituito da calcestruzzo; saranno però pagati a parte tutti i cordoli perimetrali relativi ai solai stessi.

#### **25.10. CONTROSOFFITTI**

I controsoffitti piani saranno pagati in base alla superficie della loro proiezione orizzontale. È compreso e compensato nel prezzo anche il raccordo con eventuali muri perimetrali curvi, tutte le forniture, magisteri e mezzi d'opera per dare controsoffitti finiti in opera come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, è esclusa e compensata a parte l'orditura portante principale.

#### **25.11. VESPAI**

Nei prezzi dei vespai è compreso ogni onere per la fornitura di materiali e posa in opera come prescritto nelle norme sui modi di esecuzione. La valutazione sarà effettuata al metro cubo di materiali in opera.

#### **25.12. PAVIMENTI**

I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati per la superficie vista tra le pareti intonacate dell'ambiente. Nella misura non sarà perciò compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, compreso il sottofondo.

In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi gli oneri, le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere stesse.

#### **25.13. RIVESTIMENTI DI PARETI**

I rivestimenti di piastrelle o di mosaico verranno misurati per la superficie effettiva qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato sono comprese la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, angoli ecc., che saranno computati nella misurazione, nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei giunti e la fornitura di collante per rivestimenti.

#### **25.14. FORNITURA IN OPERA DEI MARMI, PIETRE NATURALI ED ARTIFICIALI**

I prezzi della fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici effettive dei materiali in opera.

Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme, prescritte nel presente Capitolato, si intende compreso nei prezzi.

Specificatamente detti prezzi comprendono gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la provvisoria protezione in deposito, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiaccia di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chiavette, perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per il perfetto rifinimento dopo la posa in opera.

I prezzi di elenco sono pure comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento, e, dove richiesto, un incastro perfetto.

#### **25.15. INTONACI**

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi 5 *cm*. Varranno sia per superfici piane, che curve. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 *cm*, è pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contropavimenti, zoccolature e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di 15 *cm* saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate.

Tuttavia saranno detratti i vani di superficie maggiore di 4 *m*<sup>2</sup>, valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva; dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano, ed aggiunte le loro riquadrature.

Nessuno speciale compenso sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

#### **25.16. TINTEGGIATURE, COLORITURE E VERNICIATURE**

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere sono compresi tutti gli oneri prescritti nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione del presente Capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura d'infissi ecc.

Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme sancite per gli intonaci.

Per la coloritura o verniciatura degli infissi e simili si osserveranno le norme seguenti:

– per le porte, bussole e simili, si computerà due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra o allo sguincio, se ci sono, non detraendo la eventuale superficie del vetro.

È compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettoncino tipo romano per tramezzi e dell'imbotto tipo lombardo, pure per tramezzi. La misurazione della mostra e dello sguincio sarà eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti;

– per le opere in ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi a vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;

– per le opere in ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata due volte l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui al punto precedente;

– per le serrande in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sarà computata due volte e mezza la luce netta del vano, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche la coloritura della superficie non in vista.

Tutte le coloriture o verniciature s'intendono eseguite su ambo le facce e con i rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

#### **25.17. INFISSI DI LEGNO**

Gli infissi, come porte, finestre, vetrate, coprirulli e simili, si misureranno da una sola faccia sul perimetro esterno dei telai, siano essi semplici o a cassettoni, senza tener conto degli zampini da incassare nei pavimenti o soglie. Le parti centinate saranno valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscritto, ad infisso chiuso, compreso come sopra il telaio maestro, se esistente. Nel prezzo degli infissi sono comprese mostre e contromostre.

Gli spessori indicati nelle varie voci della tariffa sono quelli che debbono risultare a lavoro compiuto.

Tutti gli infissi dovranno essere sempre provvisti delle ferramenta di sostegno e di chiusura, delle codette a muro, maniglie e di ogni altro accessorio occorrente per il loro buon funzionamento. Essi dovranno inoltre corrispondere in ogni particolare ai campioni approvati dalla Direzione dei Lavori.

I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori di cui sopra, l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera.

#### **25.18. INFISSI DI ALLUMINIO**

Gli infissi di alluminio, come finestre, vetrate di ingresso, porte, pareti a facciate continue, saranno valutati od a cadauno elemento od al metro quadrato di superficie misurata all'esterno delle mostre e coprifili e compensati con le rispettive voci d'elenco. Nei prezzi sono compresi i controtelai da murare tutte le ferramenta e le eventuali pompe a pavimento per la chiusura automatica delle vetrate, nonché tutti gli oneri derivanti dall'osservanza delle norme e prescrizioni contenute nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

#### **25.19. LAVORI IN METALLO**

Tutti i lavori in metallo saranno in generale valutati a peso e i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse bene inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

#### **25.20. TUBI PLUVIALI**

I tubi pluviali potranno essere di plastica, metallo, ecc. I tubi pluviali di plastica saranno misurati al metro lineare in opera, senza cioè tener conto delle parti sovrapposte, intendendosi compresa nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura a posa in opera di staffe e cravatte di ferro.

I tubi pluviali di rame o lamiera zincata, ecc. saranno valutati a peso, determinato con le stesse modalità di cui al comma 19 e con tutti gli oneri di cui sopra.

#### **25.21. IMPIANTI TERMICO, IDRICO-SANITARIO, ANTINCENDIO, GAS, INNAFFIAMENTO**

##### **a) Tubazioni e canalizzazioni**

Le tubazioni di ferro e di acciaio saranno valutate a peso, la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, al quale verrà applicato il peso unitario del tubo accertato attraverso la pesatura di campioni effettuata in cantiere in contraddittorio.

Nella misurazione a chilogrammi di tubo sono compresi: i materiali di consumo e tenuta, la verniciatura con una mano di antiruggine per le tubazioni di ferro nero, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli di espansione.

Capitolato speciale per lavori di restauro e consolidamento

– Le tubazioni di ferro nero o zincato con rivestimento esterno bituminoso saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà valutata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendente linearmente anche i pezzi speciali.

Nelle misurazioni sono comprese le incidenze dei pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di consumo e di tenuta e l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza delle giunzioni e dei pezzi speciali.

– Le tubazioni di rame nude o rivestite di PVC saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, i materiali di consumo e di tenuta, l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza delle giunzioni e dei pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

– Le tubazioni in pressione di polietilene poste in vista o interrate saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i vari pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

– Le tubazioni di plastica, le condutture di esalazione, ventilazione e scarico saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera (senza tener conto delle parti sovrapposte) comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di tenuta, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

– I canali, i pezzi speciali e gli elementi di giunzione, eseguiti in lamiera zincata (mandata e ripresa dell'aria) o in lamiera di ferro nera (condotto dei fumi) saranno valutati a peso sulla base di pesature convenzionali. La quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, misurato in mezzeria del canale, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, giunzioni, flange, risvolti della lamiera, staffe di sostegno e fissaggi, al quale verrà applicato il peso unitario della lamiera secondo lo spessore e moltiplicando per i metri quadrati della lamiera, ricavati questi dallo sviluppo perimetrale delle

sezioni di progetto moltiplicate per le varie lunghezze parziali.

Il peso della lamiera verrà stabilito sulla base di listini ufficiali senza tener conto delle variazioni percentuali del peso.

È compresa la verniciatura con una mano di antiruggine per gli elementi in lamiera nera.

## **25.22. IMPIANTI ELETTRICO E TELEFONICO**

### **a) Canalizzazioni e cavi.**

– I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.

– I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati.

Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda ed i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.

– I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.

– I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm<sup>2</sup>, morsetti fissi oltre tale sezione.

– Le scatole, le cassette di derivazione ed i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.

Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

### **b) Apparecchiature in generale e quadri elettrici.**

– Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti.

Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

– I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:

- superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
- numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili ecc.

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette ecc.

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori ed i contattori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:

- a) il numero dei poli;
- b) la tensione nominale;
- c) la corrente nominale;
- d) il potere di interruzione simmetrico;
- e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello); comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.

– I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità.

Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

– I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato.

Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

#### **25.23. IMPIANTI ASCENSORI E MONTACARICHI**

Gli impianti saranno valutati a corpo per ciascun impianto.

Nel prezzo a corpo sono compresi tutti i materiali e prestazioni di manodopera specializzata necessari per dare l'impianto completo e funzionante.

#### **25.24. OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI**

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie, guide e porte ascensori;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
- i materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
- il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterri relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni;
- le opere e gli oneri di assistenza agli impianti dovranno essere calcolati in ore lavoro sulla base della categoria della manodopera impiegata e della quantità di materiali necessari e riferiti a ciascun gruppo di lavoro.

#### **25.25. MANODOPERA**

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di gradimento alla Direzione dei Lavori.

Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle Leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'impresa si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'impresa si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'impresa anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

L'impresa è responsabile in rapporto alla stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto.

Il fatto che il subappalto sia o non sia stato autorizzato, non esime l'impresa dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della stazione appaltante.

Non sono, in ogni caso, considerati subappalti le commesse date dall'impresa ad altre imprese:

a) per la fornitura di materiali;

b) per la fornitura anche in opera di manufatti ed impianti speciali che si eseguono a mezzo di ditte specializzate.

In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel presente articolo, accertata dalla stazione appaltante o ad essa segnalata dall'Ispettorato del Lavoro, la stazione appaltante medesima comunicherà all'Impresa e, se del caso, anche all'Ispettorato suddetto, l'inadempienza accertata e procederà ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono stati ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra.

Il pagamento all'impresa delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando dall'Ispettorato del Lavoro non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.

Per le detrazioni e sospensione dei pagamenti di cui sopra, l'impresa non può opporre eccezioni alla stazione appaltante, né ha titolo al risarcimento di danni.

#### **25.26. NOLEGGI**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

#### **25.27. TRASPORTI**

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

### **CAPO III - QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI – PROCEDURE ESECUTIVE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO**

## PARTE I - QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

### Art. 26 - Materiali in genere

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, occorrenti per i lavori di restauro o manutenzione oggetto del presente appalto dovranno presentare tutte le caratteristiche perché sia garantita la buona riuscita dei lavori, inoltre potranno provenire da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

Tale accettazione non esonera peraltro l'Appaltatore dall'obbligo di cambiare, anche rimuovendoli d'opera, quei materiali che o per difetti non visti, o per qualsiasi altra causa, subissero posteriormente un deperimento e rendessero l'opera meno perfetta.

L'Appaltatore avrà l'obbligo, durante le fasi lavorative, di effettuare o fare eseguire, presso gli stabilimenti di produzione e/o laboratori ed istituti di provata specializzazione, in possesso delle specifiche autorizzazioni, tutte le campionature e prove preliminari in grado di garantire l'efficacia e la non nocività dei prodotti da utilizzarsi e di tutte le metodologie di intervento. Tali verifiche faranno riferimento alle indicazioni di progetto, alle normative UNI e alle raccomandazioni NORMAL recepite dal Ministero per i Beni Culturali con Decreto 11 novembre 1982, n. 2093.

Nel caso che la Direzione dei Lavori rifiutasse per qualsiasi motivo l'impiego di tutta o di parte della fornitura di materiali qualsiasi, l'Appaltatore dovrà provvedere, immediatamente, alla loro sostituzione siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera, senza che l'Appaltatore abbia nulla da eccepire.

Si prescrive nondimeno quanto appresso:

### Art. 27 - Acqua, calci, leganti idraulici, pozzolane, coccio pesto, gesso, leganti sintetici

#### a) Acqua

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici od aerei dovrà essere dolce e limpida con un pH neutro, priva di sostanze organiche o grassi ed esente di sali (particolarmente solfati, cloruri e nitrati) in percentuali dannose e non essere aggressiva per l'impasto risultante.

#### b) Acqua per puliture

Per la pulitura di manufatti, si utilizzerà, in generale acqua limpida con un pH neutro e durezza inferiore al 2%, in presenza di calcari teneri si useranno acque più dure, dove si riscontreranno problemi di solubilità di carbonato di calcio si impiegheranno acque a grana molto fine mentre, per graniti e le rocce silicate si potrà utilizzare acqua distillata ovvero deionizzata si dovrà utilizzare acqua deionizzata ottenuta tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni acide (RSO<sub>3</sub>H) e basiche (RNH<sub>3</sub>OH) rispettivamente. Il processo di deionizzazione non renderà le acque sterili, nel caso in cui sia richiesta sterilità, si potranno ottenere acque di quel tipo operando preferibilmente per via fisica.

#### c) Calce

Le calce aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2231; tale decreto distingue i seguenti tipi di calce aerea:

calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore non inferiore al 94% e resa in grassello non inferiore al 2,5%;

calce magra in zolle o calce viva contenente meno del 94% di ossidi di calcio e magnesio e con resa in grassello non inferiore a 1,5%;

calce idrata in polvere ottenuta dallo spegnimento della calce viva, contenuto di umidità ≤ 3% e contenuto di impurità ≤ 6% comprende due categorie:

fiore di calce, quando il contenuto minimo di idrati di calcio e magnesio è ≥ al 91%;

calce idrata da costruzione quando il contenuto minimo di idrati di calcio e magnesio è ≥ al 82%.

Per quanto riguarda le calce idrauliche si distinguono in:

calce idraulica naturale in zolle ovvero sia il prodotto della cottura a bassa temperatura di calcari argillosi di natura tale che il prodotto cotto risulti di facile spegnimento;

calce idraulica naturale (NHL) in polvere ovvero sia il prodotto ottenuto con la cottura a bassa temperatura di marne naturali o

calcarei argillosi con successivo spegnimento, macinazione e stagionatura;

calce idraulica artificiale (NHL-Z) in polvere ovvero sia calce idrauliche naturali con materiali aggiunti cioè quelle calce che contengono una aggiunta fino ad un massimo del 20% di materiali pozzolanici od idraulici;

calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere ovvero sia miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di pozzolana e calce aerea idratata;

La calce idraulica sia naturale che artificiale si classificherà in rapporto al grado d'idraulicità della stessa inteso come rapporto tra la percentuale di argilla e di calce al variare di questo rapporto varieranno anche le caratteristiche:

debolmente idraulica 0,10-0,16

mediamente idraulica 0,16-0,31

propriamente idraulica 0,31-0,42

eminamente idraulica 0,42-0,50

Le calce idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella Legge 26 maggio 1965, n. 595 («Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici») nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972 («Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche»).

#### **d) Cementi e agglomerati cementizi**

1) I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella Legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 3 giugno 1968 («Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi») e successive modifiche.

Gli agglomerati cementizi (ovvero sia i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli stabiliti per i cementi normali) dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella Legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 31 agosto 1972.

2) A norma di quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'industria del 9 marzo 1988, n. 126 («Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi»), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della Legge 26 maggio 1965, n. 595 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della Legge 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

3) I cementi e gli agglomerati dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego. I cementi forniti in sacchi dovranno avere riportato sugli stessi il nominativo del produttore, il peso, la qualità del prodotto, la quantità d'acqua per malte normali e la resistenza minima a compressione ed a trazione a 28 giorni di stagionatura. I cementi si distingueranno come segue:

Cementi normali, titolo 325;

Cementi ad alta resistenza, titolo 425;

Cementi alluminosi, titolo 525;

Cementi per sbarramenti di ritenuta, titolo 225;

Cementi ad alta resistenza ed a rapido indurimento, titolo 525.

#### **e) Pozzolane**

Le pozzolane (tufo trachitico poco coerente e parzialmente cementato di colore grigiastro, rossastro o bruno) saranno ricavate da strati mondici da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; saranno di grana fine (dimensione massima dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico inferiore ai 5 mm), asciutte ed accuratamente vagliate, con resistenza a pressione su malta normale a 28 gg di 2,4 N/mm<sup>2</sup>, resistenza a trazione su malta normale a 28 gg di 0,4 N/mm<sup>2</sup> e residuo insolubile non superiore al 40% ad attacco acido basico. Qualunque sia la provenienza dovranno rispondere

a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

#### **f) Coccio pesto**

Granulato di coccio macinato disidratato, ricavato dalla frantumazione di laterizio a pasta molle, mattoni, tavelle e coppi fatti a mano cotti a bassa temperatura (< a 950°); a seconda dell'impiego si potrà utilizzare a grana impalpabile 00-0, polvere 0-1,2 mm, fine 1,2-3 mm, media 3-8 mm, grossa 8-20 mm. La polvere di coccio pesto dovrà essere lavata al fine di eliminare qualsiasi sostanza inquinante e nociva. Per le sue caratteristiche di pozzolanicità e traspirabilità è usato per la produzione di malte ed intonaci naturali anche con spessori consistenti.

**g) Gesso**

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti, approvvigionati in sacchi sigillati con stampigliato il nominativo del produttore e la qualità del materiale contenuto.

Non andranno mai impiegati in ambienti umidi né in ambienti con temperature superiori ai 110 °C; inoltre, non dovranno essere impiegati a contatto di leghe di ferro.

I gessi per l'edilizia vengono distinti in base alla loro destinazione (per muri, per intonaci, per pavimenti, per usi vari). Le loro caratteristiche fisiche (granulometria, resistenze, tempi di presa) e chimiche (tenore solfato di calcio, tenore di acqua di costituzione, contenuto di impurezze) vengono fissate dalla norma UNI 6782.

Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'art. 7 del presente capo.

**h) Leganti sintetici**

Le resine sono polimeri ottenuti partendo da molecole di composti organici semplici. In qualsiasi intervento di manutenzione e restauro sarà fatto divieto utilizzare prodotti di sintesi chimica senza preventive analisi di laboratorio, prove applicative, schede tecniche e garanzie da parte delle ditte produttrici. Sarà, inoltre, vietato il loro utilizzo in mancanza di una comprovata compatibilità fisica, chimica e meccanica con i materiali direttamente interessati all'intervento o al loro contorno. Le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti antinfortunistici dei leganti sintetici sono regolati dalle norme UNICHEM.

La loro applicazione dovrà sempre essere a cura di personale specializzato nel rispetto della normativa sulla sicurezza degli operatori/applicatori.

Resine acriliche composti termoplastici (molecole a catena lineare) ottenuti polimerizzando gli acidi acrilico, metacrilico e loro derivati. La maggior parte delle resine acriliche liberano i solventi con una certa difficoltà e lentezza, pertanto un solvente ad evaporazione rapida come l'acetone (in rapporto 1:1), fornisce, generalmente, risultati migliori rispetto ad altri solventi tipo toluolo e xilolo (che inoltre presentano un grado di tossicità più elevato). Questa classe di resine presenta buona resistenza all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici dell'inquinamento, hanno però il problema della scarsa capacità di penetrazione, è, infatti, difficile raggiungere profondità superiori a 0,5-1 cm (con i solventi alifatici clorurati si possono ottenere risultati migliori per veicolare la resina più in profondità). Possiedono in genere buona idrorepellenza che tende, però a decadere nel tempo; se il contatto con l'acqua si protrae per tempi superiori alle 90 ore, tendono, inoltre, a dilatarsi;

resine epossidiche prodotti termoindurenti (molecole tridimensionali) sono ottenute dalla formazione di catene con due tipi di molecole con un gamma illimitata di variazioni possibili (questa caratteristica fa sì che non esista un solo tipo di resina epossidica, ma svariati formulati epossidici che cambiano di volta in volta le proprie caratteristiche a seconda sia del rapporto resina-indurente sia degli eventuali additivi plastificanti, fluidificanti, acceleranti ecc.) presentano il vantaggio di poliaddizionarsi senza produrre sottoprodotti che porterebbero ad un aumento di volume. Si distinguono dalle resine acriliche per l'elevato

potere collante che ne giustifica l'uso come adesivo strutturale; presentano una buona resistenza chimica (soprattutto agli alcali), resistano molto bene all'acqua ed ai solventi organici. I maggiori pregi delle resine epossidiche risiederanno nelle loro elevate proprietà meccaniche (resistenze a compressione, a trazione, a flessione), nella perfetta adesione al supporto e nel ritiro molto limitato durante l'invecchiamento; gli svantaggi sono riconducibili alla difficoltà di penetrazione (dovuta all'elevata viscosità), alla bassa resistenza al calore ed ai raggi ultravioletti (con i conseguenti fenomeni d'ingiallimenti e sfarinamento superficiale).

**Art. 28 - Materiali inerti (ghiaia, sabbia, argilla espansa ecc.) per conglomerati e per malte**

**a) Ghiaia e pietrisco**

Le ghiaie saranno costituite da elementi omogenei pulitissimi ed esenti da materie terrose argillose e limacciose e dovranno provenire da rocce compatte, non gessose e marnose ad alta resistenza a compressione. I pietrischi oltre ad essere anch'essi scevri da materie terrose, sabbia e materie eterogenee, potranno provenire dalla spezzettatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o a calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto e all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo. Entrambe le tipologie di inerti dovranno avere dimensioni massime (prescritte

dalla D.L.) commisurate alle caratteristiche dell'impasto utilizzato. Le loro caratteristiche tecniche dovranno essere quelle stabilite dal D.M. 27 luglio 1985, allegato 1, punto 2 e rispondere alle seguenti norme UNI 8520-1/1999 e UNI 8520-2/1997. Gli elementi di ghiaie e pietrischi dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio a fori circolari del diametro:

di 50 mm se si tratta di lavori correnti di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpe e simili;

di 10 a 30 mm se si tratta di cappe di volte o di lavori in cemento armato od a pareti sottili.

Per il controllo granulometrico sarà obbligo dell'Appaltatore mettere a disposizione della Direzione dei Lavori i crivelli UNI 2334.

**b) Sabbie**

Le sabbie vive o di cava, di natura silicea, quarzosa, granitica o calcarea ricavate dalla frantumazione di rocce con alta resistenza alla compressione, né gessose, né gelive dovranno essere prive di materie terrose, argillose, limacciose e polverulente, da detriti organici e sostanze inquinanti. La sabbia dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso uno staccio, con maglie circolari, del diametro di 2 mm per murature in genere, e del diametro di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento od in pietra da taglio (setaccio 2-1 UNI 2332). Le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%. La sabbia all'occorrenza dovrà essere lavata al fine di eliminare qualsiasi sostanza

inquinante e nociva. L'accettabilità della sabbia verrà definita con i criteri indicati nell'allegato 1 del D.M. 3 giugno 1968 e nell'allegato 1, punto 2 del D.M. 27 luglio 1985; la distribuzione granulometrica dovrà essere assortita e comunque adeguata alle condizioni di posa in opera.

**c) Argille espanse**

Materiali, normalmente, ottenuti tramite cottura di piccoli grumi procurati accumulando l'argilla con poca acqua. Si utilizzano, principalmente come inerti per il confezionamento di calcestruzzi alleggeriti. Ogni granulo di colore bruno dovrà avere forma rotondeggiante (diametro compreso tra gli 8 e i 15 mm), essere scevro da sostanze organiche, polvere od altri elementi estranei, non dovrà essere attaccabile da acidi, dovrà conservare le sue qualità in un largo intervallo di temperatura.

In genere le argille espanse saranno in grado di galleggiare sull'acqua senza assorbirla. Sarà comunque possibile utilizzare argille espanse pre-trattate con resine a base siliconica in grado di conferire all'inerte la massima impermeabilità evitando fenomeni di assorbimento di acque anche in minime quantità.

I granuli potranno anche essere sinterizzati tramite appositi procedimenti per essere trasformati in blocchi leggeri che potranno utilizzarsi per pareti isolanti.

**Art. 29 - Elementi di laterizio e calcestruzzo**

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 20 novembre 1987 («Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento»).

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle delle norme UNI 8942.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 20 novembre 1987.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

È in facoltà del Direttore dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

I laterizi da impiegare per i lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233, e nell'allegato 1 del D.M. 30 maggio 1974, e alle norme UNI vigenti.

I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante, e presentare, sia all'asciutto che dopo la prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a quella indicata dalla UNI 5632-65.

I mattoni forati, le volterrane ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno  $kg\ 16$  per  $cm^2$  di superficie totale premuta (UNI 5631-65; 2105-07).

Le tegole piane o curve, di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme; appoggiate su due regoli posti a  $mm\ 20$  dai bordi estremi dei due lati corti, dovranno sopportare, sia un carico concentrato nel mezzo gradualmente crescente fino a  $kg\ 120$ , sia l'urto di una palla di ghisa del peso di  $kg\ 1$  cadente dall'altezza di  $cm\ 20$ . Sotto un carico di  $mm\ 50$  d'acqua mantenuta per 24 ore le tegole dovranno risultare impermeabili (UNI 2619-20-21-22). Le tegole piane infine non dovranno presentare difetto alcuno nel nasello.

#### **Art. 30 – Materiali ferrosi**

L'acciaio dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa; dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte e senza altre soluzioni di continuità. Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. attuativo della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 (D.M. 9 gennaio 1996) e relative circolari esplicative.

Caratteristiche meccaniche minime per barre nervate:

Tipo di acciaio	Fe B 38 k	Fe B 44 k
Diametro	5 ÷ 30 mm	5 ÷ 26 mm
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ N/mm	$\geq 375$	$\geq 375$
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$ N/mm <sup>2</sup>	$\geq 450$	$\geq 540$
Allungamento A5 %	$\geq 14$	$\geq 12$
Fino a 12 mm piegamento a 180° su mandrino/ piega a 180°	$3\sqrt{\quad}$	$4\sqrt{\quad}$
Oltre 12 mm fino ai 18 mm	$6\sqrt{\quad}$	$8\sqrt{\quad}$
Oltre 18 mm fino a 25 mm piega e raddrizzamento		$10\sqrt{\quad}$
Oltre 25 mm fino a 30 mm	$10\sqrt{\quad}$	$12\sqrt{\quad}$

È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Gli acciai inox per armatura di cemento armato ad aderenza migliorata dovranno corrispondere per analisi chimica alle norme AISI 304L e 316L (cioè ai rispettivi tipi Cr-Ni e Cr-Ni-Mo), entrambi a basso contenuto di carbonio così da garantire la saldabilità. Il tipo di acciaio a cui si fa riferimento per le caratteristiche meccaniche è il Fe B 44 k.

Reti in acciaio elettrosaldato: le reti di tipo "normale" avranno diametri compresi tra i 4 e i 12 mm, potranno su richiesta essere zincate in opera; quelle di tipo inossidabile dovranno essere ricoperte da più strati di zinco (circa 250 g/mq) perfettamente aderente alla rete. Tutte le reti e utilizzate in strutture di cemento armato dovranno avere le caratteristiche richieste dal D.M. 27 luglio 1985.

#### **Art. 31 - Prodotti a base di legno**

**31.1.** Si intendono per prodotti a base di legno quelli derivanti dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno e che sono presentati solitamente sotto forma di segati, pannelli, lastre ecc.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso. Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche

parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale, pavimentazioni, coperture ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

**31.2.** I segati di legno, a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 10 \text{ mm}$ ;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 2 \text{ mm}$ ;
- umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma UNI 8829 ;

**31.3.** I pannelli a base di fibra di legno, oltre a quanto specificato nel progetto, e/o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 3 \text{ mm}$ ;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5 \text{ mm}$ ;
- umidità non maggiore dell'8%, misurata secondo ;
- massa volumica: per tipo tenero, minore di  $350 \text{ kg/m}^3$ ;
- per tipo semiduro, tra  $350$  e  $800 \text{ kg/m}^3$ ;
- per tipo duro, oltre  $800 \text{ kg/m}^3$ , misurata secondo la norma UNI EN 323

La superficie potrà essere:

- grezza (se mantenuta come risulta dalla pressatura) .☐
  - levigata (quando ha subito la levigatura) ☐
  - rivestita su una o due facce mediante .☐
- (placcatura, carte impregnate, smalti, altri).

**31.4.** I pannelli a base di particelle di legno a compimento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulle lunghezza e larghezza:  $\pm 5 \text{ mm}$ ;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5 \text{ mm}$ ;
- umidità del 10% :  $\pm 3\%$ ;
- massa volumica: .....  $\text{kg/m}^3$ ;
- superficie: grezza ☐; levigata ☐; rivestita con .....
- resistenza al distacco degli strati esterni .....  $\text{N/mm}^2$  minimo.

Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:

- rigonfiamento dopo immersione in acqua: 12% massimo (oppure 16%), misurato secondo ;
- assorbimento d'acqua .....% massimo, misurato secondo.....;
- resistenza a flessione di .....  $\text{N/mm}^2$  minimo, misurata secondo.....;

**31.5.** I pannelli di legno compensato e paniforti a complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 5 \text{ mm}$ ;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 1 \text{ mm}$ ;
- umidità non maggiore del 12%, misurata secondo.....;
- grado di incollaggio ..... (da 1 a 10), misurato secondo UNI EN 314-1 e UNI EN 314-2.

Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione .....  $\text{N/mm}^2$ , misurata secondo.....;
- resistenza a flessione statica .....  $\text{N/mm}^2$  minimo, misurata secondo.....

#### **Art. 32 - Prodotti di pietre naturali o ricostruite**

1) La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato, le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti ecc.

**MARMO** (termine commerciale)

Rocce metamorfica le cui rocce originarie sono costituite da calcari di qualsiasi origine ovvero deposito meccanico, di deposito fisico-chimico ed organico; lucidabile, possono essere utilizzati per decorazione e per costruzione, prevalentemente costituiti da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite,

serpentino). A differenza dei calcari compatti microcristallini i marmi presentano la caratteristica traslucida che ne determina un maggiore valore estetico.

*Nota:* A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri ed i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;
- gli alabastrici calcarei;
- le serpentiniti;
- oficalciti.

**GRANITO** (termine commerciale)

Roccia eruttiva intrusiva composta prevalentemente da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, feldspati, e da scarsi minerali femici) compatta, di difficile lavorabilità ma mantiene a lungo la lucidatura se esposta all'esterno. I graniti possono essere utilizzati per decorazione e per costruzione; di colore biancastro, grigiastro, rossastro frequentemente con macchiettature

più scure, hanno una composizione chimica acida con abbondanza di silice in percentuale variabile tra il 70 e l'80%. La

struttura tipica è granulare olocristallina con cristalli di dimensione variabile da minuti (1-2 mm) a medio grandi (10-20 mm), peso specifico relativamente modesto.

*Nota:* A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline, costituite da quarzo, feldspati sodico-potassici emiche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri ecc.);
- le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

**TRAVERTINO**

Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da impiegare in rivestimenti esterni ed interni, in pavimenti, marcapiani, elementi architettonici in genere; alcune varietà sono lucidabili. È una roccia concrezionata, a struttura microcristallina, la sedimentazione delle concrezioni può essere molto evidenziata da stratificazioni parallele a bande e zonature talvolta anche molto marcate determinate da variazioni di colore e porosità.

**PIETRA** (termine commerciale)

Roccia compatta e resistente, di natura ed origine varia da impiegarsi sia nelle costruzioni e/o sia nelle decorazioni, di norma non lucidabile.

*Nota:* A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariata, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono: varie rocce sedimentarie (calcareni, arenarie a cemento calcareo ecc.), varie rocce piroclastiche (peperini, tufi ecc.); al secondo gruppo appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi ecc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma UNI 8458.

2) I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducono la resistenza o la funzione;
- b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
- c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale ed apparente, misurata secondo le norme UNI 9724-2 e UNI 9724-7;
- coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI 9724-2;
- resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI 9724-3;

- resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI 9724-5;
- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939 n. 2234;
- d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla Direzione dei Lavori anche in base ai criteri generali dell'art. 7 del presente capo.

#### **Art. 33 - Prodotti per pavimentazione**

**33.1.** Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

Per la realizzazione di integrazioni parziali o totali del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo specifico sull'esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**33.2.** I prodotti di legno per pavimentazione: tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, ecc. si intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica (vedere ad esempio ).

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

a) essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto;

b) sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:

b1) qualità I: piccoli nodi sani con diametro minore di 2 mm se del colore della specie (minore di 1 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 10% degli elementi del lotto; imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm e purché presenti su meno del 10% degli elementi;

b2) qualità II:

– piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm se del colore della specie (minore di 2 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 20% degli elementi del lotto;

– imperfezioni di lavorazione come per la classe I;

– piccole fenditure;

– alburno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti;

b3) qualità III: esenti da difetti che possono compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica). Alburno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti;

c) avere contenuto di umidità tra il 10 ed il 15%;

d) tolleranze sulle dimensioni e finitura:

d1) listoni: 1 mm sullo spessore; 2 mm sulla larghezza; 5 mm sulla lunghezza;

Capitolato speciale per lavori di restauro e consolidamento

d2) tavolette: 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;

d3) mosaico, quadrotti ecc.: 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;

d4) le facce a vista ed i fianchi da accertare saranno lisci;

e) la resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta ed altre caratteristiche saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura

f) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, umidità nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Nell'imballo un foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore e contenuto, almeno le caratteristiche di cui ai commi da a) ad e).

**33.3.** Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo la norma UNI EN 87.

a) A seconda della classe di appartenenza (secondo UNI EN 87) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alle norme seguenti:

Assorbimento d'acqua, E in %

Formatura Gruppo I

$E \leq 3\%$

Gruppo IIa

$3\% < E \leq 6\%$

Gruppo IIb

$6\% < E < 10\%$

Gruppo III

$E > 10\%$

Estruse (A) UNI EN 121 UNI EN 186 UNI EN 187 UNI EN 188

Pressate UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 159

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, ed, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione dei Lavori e fornitore.

b) Prodotti a pasta porosa ovverosia «pianelle comuni di argilla», «pianelle pressate ed arrotate di argilla» dovranno presentare una buona massa volumetrica (1800-1900 Kg/mq), essere ben cotti, di tinta forte ed omogenea, costituiti da argille esenti di composti idrosolubili e presentare buona resistenza a compressione e all'usura, devono inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni minime: resistenza alla flessione 4 N/mm<sup>2</sup>, resistenza a compressione 40 N/mm<sup>2</sup>, porosità 5%, resistenza all'urto 2 Nm; coefficiente di usura al tribometro 15 mm per 1 km di percorso per le pianelle comuni, coefficiente di usura al tribometro 25 mm per 1 km di percorso per le pianelle pressate ed arrotate. Saranno fornite nella forma, colore e dimensione che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

c) Pietrini di terracotta greificata ovverosia «mattonelle greificate», elementi di prima scelta greificati per tutto lo spessore, inattaccabili da agenti chimici e meccanici, di forma regolare a spigoli vivi e superficie piana. Sottoposti ad un esperimento di assorbimento mediante gocce d'inchiostro, queste non dovranno essere assorbite neanche in minima parte. Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni minime: resistenza alla flessione > 15 N/mm<sup>2</sup>, assorbimento d'acqua < 15%, resistenza all'urto 2 Nm; coefficiente di usura al tribometro 4 mm per 1 km di percorso, tolleranza dimensionale + 0,5-1 mm.

d) Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse (vedi norma UNI EN 87), per cui:

– per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;

– per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla Direzione dei Lavori;

e) I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporcatura ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

**33.4.** I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto ed in mancanza e/o a complemento devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

a) Essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista;

b) Avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2.

Per piastrelle di forniture diverse ed in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n. 3 della scala dei grigi.

c) Sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:

– piastrelle: lunghezza e larghezza  $\pm 0,3\%$ , spessore  $\pm 0,2$  mm;

– rotoli: lunghezza  $\pm 1\%$ , larghezza  $\pm 0,3\%$ , spessore  $\pm 0,2$  mm;

– piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012;

– rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm.

d) La durezza deve essere tra 75 e 85 punti di durezza Shore A.

e) La resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm<sup>3</sup>.

f) La stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli.

g) La classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984 allegato A3.1).

h) La resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alte razioni di colore prodotte dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2. Non sono inoltre ammessi affioramenti o rigonfiamenti.

i) Il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento,

per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento N3 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2.

l) Per le caratteristiche ed i limiti di accettazione vedere norma UNI 8273 e suo FA 174-87.

m) Il controllo delle caratteristiche di cui ai comma da a) ad i) e .....si intende effettuato secondo i criteri indicati in 8.1 utilizzando la norma UNI 8272.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore almeno le informazioni di cui ai commi da a) ad i).

**33.5.** I prodotti di vinile, omogenei e non, ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme:

- UNI 5573 per le piastrelle di vinile;
- UNI EN 649 per le piastrelle di vinile omogeneo;
- UNI EN 649 per le piastrelle di vinile non omogeneo.

I metodi di accettazione sono quelli del punto 8.1.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà le caratteristiche di cui alle norme precitate.

**33.6.** I prodotti di resina (applicati fluidi od in pasta) per rivestimenti di pavimenti realizzati saranno del tipo realizzato:

- mediante impregnazione semplice (I1);
- a saturazione (I2);
- mediante film con spessori fino a 200 mm (F1) o con spessore superiore (F2);
- con prodotti fluidi cosiddetti autolivellanti (A);
- con prodotti spatolati (S).

Le caratteristiche segnate come significative nel prospetto seguente devono rispondere alle prescrizioni del progetto.

I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dal Direttore Lavori.

I metodi di accettazione sono quelli contenuti nel punto 8.1 facendo riferimento alla norma UNI 8298 (varie parti).

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

**33.7.** I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti.

33.7.1. Mattonelle di cemento con o senza colorazione e superficie levigata; mattonelle di cemento con o senza colorazione con superficie striata o con impronta; marmette e mattonelle a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I prodotti sopracitati devono rispondere al R.D. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro ed alle

prescrizioni del progetto. L'accettazione deve avvenire secondo il punto 8.1 avendo il R.D. sopracitato quale riferimento.

33.7.2. Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza o da loro completamento devono rispondere a quanto segue:

a) essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse.

Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;

b) le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza  $\pm 15\%$  per il singolo massello e  $\pm 10\%$  sulle medie;

c) la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;

d) il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;

e) il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per 1 singolo elemento e  $\pm 3\%$  per le medie;

f) la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm<sup>2</sup> per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup> per la media;

g) ..

I criteri di accettazione sono quelli riportati nel punto 8.1.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

**33.8.** I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni.

Si intendono definiti come segue:

– elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiali lapideo (senza aggiunta di leganti);

– elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;

– lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;

– marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore ed indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;

– marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;

– marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture ecc., vedere la norma UNI 9379.

a) I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto ecc.) ed a quanto prescritto nell'articolo prodotti di pietre naturali o ricostruite.

In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette ecc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte);

b) le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm;

c) l'accettazione avverrà secondo il punto 8.1. Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

**33.9.** I prodotti tessili per pavimenti (moquettes).

a) Si intendono tutti i rivestimenti nelle loro diverse soluzioni costruttive e cioè:

- rivestimenti tessili a velluto (nei loro sottocasi velluto tagliato, velluto riccio, velluto unilivellato, velluto plurilivello ecc.);
- rivestimenti tessili piatti (tessuto, nontessuto).

In caso di dubbio e contestazione si farà riferimento alla classificazione e terminologia della norma UNI 8013/1.

b) I prodotti devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza o completamento a quanto segue:

- massa areica totale e dello strato di utilizzazione;
- spessore totale e spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;
- perdita di spessore dopo applicazione (per breve e lunga durata) di carico statico moderato;
- perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico.

In relazione all'ambiente di destinazione saranno richieste le seguenti caratteristiche di comportamento:

- tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;
- numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;
- forza di strappo dei fiocchetti;
- comportamento al fuoco;

*Nota per il compilatore:* completare l'elenco e/o eliminare le caratteristiche superflue.

c) I criteri di accettazione sono quelli precisati nel punto 8.1; i valori saranno quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dal Direttore dei Lavori. Le modalità di prova da seguire in caso di contestazione sono quelle indicate nella norma UNI 8014 (varie parti).

d) I prodotti saranno forniti protetti da appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, da agenti atmosferici ed altri agenti degradanti nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio informativo indicherà il nome del produttore, le caratteristiche elencate in b) e le istruzioni per la posa.

**33.10.** Le mattonelle di asfalto.

a) Dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto: 4 N/m (0,40 kg/m minimo); resistenza alla flessione: 3 N/mm<sup>2</sup> (20 kg/cm<sup>2</sup> minimo); coefficiente di usura al tribometro: 15 m/m massimo per 1 km di percorso.

b) Dovranno inoltre rispondere alle seguenti prescrizioni sui bitumi:

c) Per i criteri di accettazione si fa riferimento al punto 8.1; in caso di contestazione si fa riferimento alle norme CNR e UNI applicabili.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets ed eventualmente protetti da azioni degradanti dovute ad agenti meccanici, chimici ed altri nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione in genere prima della posa. Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra oltre alle istruzioni per la posa.

**33.11.** I prodotti di metallo per pavimentazioni dovranno rispondere alle prescrizioni date nella norma UNI 4630 per le lamiere bugnate e nella norma UNI 3151 per le lamiere stirate. Le lamiere saranno inoltre esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri ecc.) e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto.

**33.12.** I conglomerati bituminosi per pavimentazioni esterne dovranno rispondere alle caratteristiche seguenti:

- contenuto di legante in ..... %, misurato secondo .
- percentuale dei vuoti ..... %, misurata secondo
- massa per unità di volume in kg/m<sup>3</sup> ..... , misurato secondo .....
- deformabilità a carico costante , misurato secondo .....

*Nota per il compilatore:* completare l'elenco delle caratteristiche ed indicare le norme di controllo, per esempio citando CNR

B.U. 38, 39, 40, 106.

**Art. 34** - Prodotti per coperture discontinue (a falda)

**34.1.** Si definiscono prodotti per le coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari.

Per la realizzazione delle coperture discontinue nel loro insieme si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle coperture discontinue.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Nel caso di contestazione si intende che le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI citate di seguito.

**34.2.** Le tegole e coppi di laterizio per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominate secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, romana ecc.).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza od a completamento alle seguenti prescrizioni:

a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:

- le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
- le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) maggiore di 15 mm e non deve esserci più di 1 protuberanza; è ammessa 1 protuberanza di diametro medio tra 7 e 15 mm ogni 2 dm<sup>2</sup> di superficie proiettata;
- sbavature tollerate purché permettano un corretto assemblaggio;

b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le tolleranze seguenti: lunghezza  $\pm 3\%$ ; larghezza  $\pm 3\%$  per tegole e  $\pm 8\%$  per coppi;

c) sulla massa convenzionale è ammessa tolleranza del 15%;

d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di goccia d'acqua dall'intradosso;

e) resistenza a flessione: forza F singola maggiore di 1000 N;

f) carico di rottura valore singolo della forza F maggiore di 1000 N e valore medio maggiore di 1500 N;

g) i criteri di accettazione sono quelli del punto 9.1. In caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 e 8635.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets, legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nella fase di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo riportante almeno il nome del fornitore e le indicazioni dei commi da a) ad f) ed eventuali istruzioni complementari..

**34.3.** Le tegole di calcestruzzo per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (portoghese, olandese ecc.).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni:

a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:

- le fessure non sono ammesse;
- le incavature non devono avere profondità maggiore di 4 mm (escluse le tegole con superficie granulata);
- le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell'impasto;
- le scagliature sono ammesse in forma leggera;
- le sbavature e deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto;

b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze: lunghezza  $\pm 1,5\%$ ; larghezza  $\pm 1\%$ ;

altre dimensioni dichiarate  $\pm 1,6\%$ ; ortometria scostamento orizzontale non maggiore dell'1,6% del lato maggiore;

c) sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del  $\pm 10\%$ ;

d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua, dall'intradosso, dopo 24 h;

e) dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere maggiore od uguale a 1800 N su campioni maturati 28 giorni;

f) la resistenza a rottura F del singolo elemento deve essere maggiore od uguale a 1000 N; la media deve essere maggiore o uguale a 1500 N;

g) i criteri di accettazione sono quelli del punto 9.1. In caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 e UNI 8635.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

**34.4.** Le lastre di fibrocemento.

1) Le lastre possono essere dei tipi seguenti:

– lastre piane (a base: fibrocemento e silico calcare; fibrocemento; cellulosa; fibrocemento/silico calcare rinforzati);

– lastre ondulate a base di fibrocemento aventi sezione trasversale formata da ondulazioni approssimativamente sinusoidali;

possono essere con sezioni traslate lungo un piano o lungo un arco di cerchio;

– lastre nervate a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale grecata o caratterizzata da tratti piani e tratti sagomati.

I criteri di controllo sono quelli indicati in 9.2.

2) Le lastre piane devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione alle seguenti:

a) larghezza 1200 mm, lunghezza scelta tra 1200, 2500 o 5000 mm con tolleranza  $\pm 0,4\%$  e massimo 5 mm;

b) spessori ..... mm (scelto tra le sezioni normate) con tolleranza  $\pm 0,5$  mm fino a 5 mm e  $\pm 10\%$  fino a 25 mm;

c) rettilineità dei bordi: scostamento massimo 2 mm per metro, ortogonalità 3 mm per metro;

d) caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione);

tipo 1:13 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione lungo le fibre;

15 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;

tipo 2:20 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione lungo le fibre;

16 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;

e) massa volumica apparente:

tipo 1: 1,3 g/cm<sup>3</sup> minimo;

tipo 2: 1,7 g/cm<sup>3</sup> minimo;

f) tenuta d'acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 h sotto battente d'acqua ma senza formazione di gocce d'acqua;

g) resistenza alle temperature di 120 °C per 2 h con decadimento della resistenza a flessione non maggiore del 10%.

Le lastre rispondenti alla norma UNI-EN 492 sono considerate rispondenti alle prescrizioni predette, ed alla stessa norma si fa riferimento per le modalità di prova.

3) Le lastre ondulate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione alle seguenti:

a) facce destinate all'esposizione alle intemperie, lisce, bordi diritti e taglio netto e ben squadrate ed entro i limiti di tolleranza;

b) caratteristiche dimensionali e tolleranze di forma secondo quanto dichiarato dal fabbricante ed accettato dalla Direzione dei lavori (in mancanza vale la norma UNI 10636);

c) tenuta all'acqua, come indicato nel comma 2);

d) resistenza a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori (in mancanza vale la norma UNI 10636);

e) resistenza al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di +20°C seguito da permanenza in frigo a -20°C, non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;

f) la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm<sup>3</sup>.

Le lastre rispondenti alla norma UNI 10636 sono considerate rispondenti alle prescrizioni predette, ed alla stessa norma si fa riferimento per le modalità di prova.

Gli accessori devono rispondere alle prescrizioni sopraddette per quanto attiene l'aspetto, le caratteristiche dimensionali e di forma, la tenuta all'acqua e la resistenza al gelo.

4) Le lastre nervate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione a quelle indicate nel punto 3.

La rispondenza alla norma UNI-EN 494 è considerata rispondenza alle prescrizioni predette, ed alla stessa si fa riferimento per le modalità di prova.

**34.5.** Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata si intendono definite e classificate secondo le norme UNI vigenti.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni:

- a) le lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro devono essere conformi alla norma UNI 6774;
- b) le lastre di polistirene devono essere conformi alla norma UNI 7073;
- c) le lastre di polimetilmetacrilato devono essere conformi alla norma UNI EN ISO 7823-1;
- d) i criteri di accettazione sono quelli del punto 9.1.

**34.6.** Le lastre di metallo ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo la usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza ed a completamento alle seguenti caratteristiche:

a) i prodotti completamente supportati; tolleranze dimensioni e di spessore, resistenza al punzonamento, resistenza al piegamento a 360°; resistenza alla corrosione; resistenza a trazione

Le caratteristiche predette saranno quelle riferite al prodotto in lamina prima della lavorazione. Gli effetti estetici e difetti saranno valutati in relazione alla collocazione dell'edificio;

b) i prodotti autoportanti (compresi i pannelli, le lastre grecate ecc.) oltre a rispondere alle prescrizioni predette dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distanza tra gli appoggi.

I criteri di accettazione sono quelli del punto 9.1. In caso di contestazione si fa riferimento alle norme UNI.

La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

**34.7.** I prodotti di pietra dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza a flessione, resistenza all'urto, resistenza al gelo e disgelo, comportamento agli aggressivi inquinanti. I limiti saranno quelli prescritti dal progetto o quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I criteri di accettazione sono quelli indicati in 9.1. La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

#### **Art. 35 - Prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane**

35.1. Si intendono prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane quelli che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

a) Le membrane si designano descrittivamente in base:

- 1) al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato ecc.);
- 2) al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile ecc.);
- 3) al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie ecc.);
- 4) al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio sottile ecc.).

b) I prodotti forniti in contenitori si designano descrittivamente come segue:

- 1) mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- 2) asfalti colati;
- 3) malte asfaltiche;
- 4) prodotti termoplastici;
- 5) soluzioni in solvente di bitume;

- 6) emulsioni acquose di bitume;
- 7) prodotti a base di polimeri organici.

c) I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera.

Il Direttore dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**35.2.** Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento alle seguenti prescrizioni.

*Nota:* gli strati funzionali si intendono definiti come riportato nella norma UNI 8178.

a) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente a trazione ed avere adeguata impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9380, oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

*Nota:* le membrane rispondenti alle varie parti della norma UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

b) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9168, oppure per i prodotti non normati,

rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

*Nota:* le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

c) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione ed alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed alla permeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9168, oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

*Nota:* le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;

- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

e) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**35.3.** Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri dei tipi elencati nel seguente comma *a)* utilizzate per impermeabilizzazione delle opere elencate nel seguente comma *b)* devono rispondere alle prescrizioni elencate nel successivo comma *c)*.

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 10.1 comma *c)*.

*a)* I tipi di membrane considerati sono:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura:

*Nota:* per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fundamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata).

- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura.

*Nota:* per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperaturacorrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate).

- membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);
- membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosol fanato) dotate di armatura;
- membrane polimeriche accoppiate;

*Nota:* membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta. In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il

comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.

*b) Classi di utilizzo:*

*Classe A* -membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti ecc.).

*Classe B* -membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti ecc.).

*Classe C* -membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie ecc.).

*Classe D* -membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce.

*Classe E* -membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, discariche, vasche di raccolta e/o decantazione ecc.).

*Classe F* -membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti ecc.).

*Nota:* nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi. In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che nell'esperienza progettuale e/o applicativa risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali.

*c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898.*

**35.4.** I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) a secondo del materiale costituente, devono rispondere alle prescrizioni seguenti.

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 10.1 comma c).

35.4.1. Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per i diversi tipi, alle prescrizioni della norma UNI 4157.

35.4.2. Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alla norma UNI 5660 FA 227.

35.4.3. Gli asfalti colati per impermeabilizzazioni devono rispondere alla norma UNI 5654 FA 191.

35.4.4. Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla norma UNI 4377 FA 233.

35.4.5. Il mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla norma UNI 4378 FA 234.

35.4.6. I prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, epossipoliuretanic, epossicatrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutate in base alle caratteristiche seguenti ed i valori devono soddisfare i limiti riportati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 10.1 comma c).

*a) Caratteristiche identificative del prodotto in barattolo (prima dell'applicazione):*

– Viscosità in ..... minimo ....., misurata secondo

– Massa volumica  $kg/dm^3$  minimo ..... massimo ., misurata secondo .

– Contenuto di non volatile % in massa minimo ., misurato secondo .

– Punto di infiammabilità minimo % ., misurato secondo .

– Contenuto di ceneri massimo  $g/kg$  ., misurato secondo .

Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

*b) Caratteristiche di comportamento da verificare in sito o su campioni significativi di quanto realizzati in sito:*

– spessore dello strato finale in relazione al quantitativo applicato per ogni metro quadrato minimo *mm*, misurato secondo.

.....

– Valore dell'allungamento a rottura minimo . %, misurato secondo .

– Resistenza al punzonamento statico o dinamico: statico minimo ..... N; dinamico minimo . N, misurati secondo .

– Stabilità dimensionale a seguito di azione termica, variazione dimensionale massima in % misurati secondo .

– Impermeabilità all'acqua, minima pressione di . *kPa*, misurati secondo .

– Comportamento all'acqua, variazione di massa massima in % . , misurata secondo .

– Invecchiamento termico in aria a 70 °C, variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trattamento massimo °C , misurati secondo .

– Invecchiamento termico in acqua, variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trattamento massimo °C ., misurati secondo .

per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

*Nota per il compilatore* : completare l'elenco e/o eliminare le caratteristiche superflue. Indicare i valori di accettazione ed i metodi di controllo facendo riferimento ad esempio alle norme UNI e/o CNR esistenti sui bitumi, vernici, sigillanti, ecc.

#### **Art. 36 - Prodotti di vetro (lastre, profilati ad U e vetri pressati)**

**36.1.** Si definiscono prodotti di vetro quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro. Essi si dividono nelle seguenti principali categorie: lastre piane, vetri pressati, prodotti di seconda lavorazione.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi si fa riferimento alle norme UNI.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura.

Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni ed ai serramenti.

Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**36.2.** I vetri piani grezzi sono quelli colati e laminati grezzi ed anche cristalli grezzi traslucidi, incolori, cosiddetti bianchi, eventualmente armati.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche vale la norma UNI EN 572 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

**36.3.** I vetri piani lucidi tirati sono quelli incolori ottenuti per tiratura meccanica della massa fusa, che presenta sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate non avendo subito lavorazioni di superficie.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI EN 572 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

**36.4.** I vetri piani trasparenti float sono quelli chiari o colorati ottenuti per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI EN 572 che considera anche la modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

**36.5.** I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7142 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

**36.6.** I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi od altro in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

Le loro dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 10593 che definisce anche i metodi di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

**36.7.** I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie.

Il loro spessore varia in base al numero ed allo spessore delle lastre costituenti.

Essi si dividono in base alla loro resistenza, alle sollecitazioni meccaniche come segue:

- stratificati antivandalismo;
- stratificati anticrimine;
- stratificati antiproiettile.

Le dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche si fa riferimento alle norme seguenti:

a) i vetri piani stratificati antivandalismo ed anticrimine devono rispondere rispettivamente alle norme UNI 9186;

b) i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma UNI 9187.

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

**36.8.** I vetri piani profilati ad U sono dei vetri greggi colati prodotti sotto forma di barre con sezione ad U, con la superficie liscia o lavorata, e traslucida alla visione.

Possono essere del tipo ricotto (normale) o temprato armati o non armati.

Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche valgono le prescrizioni della norma UNI EN 572 che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

**36.9.** I vetri pressati per vetrocimento armato possono essere a forma cava od a forma di camera d'aria.

Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le caratteristiche vale quanto indicato nella norma UNI 7440 che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

#### **Art. 37 - Prodotti diversi (sigillanti, adesivi, geotessili, additivi)**

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei Lavori ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

**37.1.** Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua ecc.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;

- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto od alle norme UNI 9610 e 9611 e/o in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**37.2.** Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**37.3.** Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- Tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- Non tessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

(Sono esclusi dal presente articolo i prodotti usati per realizzare componenti più complessi).

Quando non è specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 1\%$ ;
- spessore:  $\pm 3\%$ ;
- resistenza a trazione .; resistenza a lacerazione .; resistenza a perforazione con la sfera ;
- assorbimento dei liquidi .; indice di imbibizione .;
- variazione dimensionale a caldo .;
- permeabilità all'aria .

*Nota per il compilatore:* completare l'elenco e/o eliminare le caratteristiche superflue. Indicare i valori di accettazione ed i metodi di controllo facendo riferimento, per esempio, alla norme UNI 8279, UNI 8986 e CNR B.U. n. 110, 111.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide ecc.).

Per i non tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

**37.4** Gli additivi per malte e calcestruzzi sono sostanze chimiche che, aggiunte in dosi calibrate, hanno la capacità di modificarne le proprietà. Dovranno essere forniti in recipienti sigillati con indicati il nome del produttore, la data di produzione, le modalità di impiego. Gli additivi dovranno, inoltre, possedere caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle rispettive norme UNI (fluidificanti n. 7102, agenti espansivi non metallici 8146 ecc.) e dal D.M. 26 marzo 1980. gli additivi per iniezione sono classificati dalla norma UNI EN 934-4/2001

Gli additivi sono classificati in funzione alle loro proprietà:

fluidificanti: migliorano la lavorabilità dell'impasto, tensioattivi in grado di abbassare le forze di attrazione tra le particelle della miscela, diminuendo, in questo modo, l'attrito nella fase di miscelazione;

porogeni-aeranti: in grado di creare micro e macro bolle d'aria ad elevata stabilità all'interno della massa legante 0,30-0,60 Kg per 100 Kg di legante sono sufficienti per ottenere una introduzione di aria del 4-6% (limite massimo di volume di vuoto per calcestruzzi al fine di mantenere le resistenze meccaniche entro valori accettabili); per rinzaffi ed arricci di intonaci macroporosi deumidificanti la percentuale d'aria dovrà salire fino al 30-40%;

ritardanti: distinti in ritardanti a presa rapida e ritardanti di indurimento, acceleranti: anch'essi si distinguono in acceleranti a presa rapida ed acceleranti di indurimento plastificanti: sostanze solide allo stato di polvere sottile di pari finezza di quella del legante, migliorano la viscosità e l'omogeneizzazione dell'impasto aumentando la coesione tra i vari componenti;

altri additivi in commercio sono i fluidificanti-aeranti, i fluidificanti-ritardanti, i fluidificanti-acceleranti ed antigelosuperfluidificanti

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme secondo i criteri dell'art. 7 del presente capo.

#### **Art. 38 - Infissi**

**38.1.** Si intendono per infissi gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Essi si dividono tra elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi si dividono, inoltre, in relazione alla loro funzione, in porte, finestre e schermi.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma UNI 8369.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nell'articolo relativo alle vetrazioni ed ai serramenti.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**38.2.** Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque devono nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti, garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

Il Direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

a) mediante controllo dei materiali costituenti il telaio + vetro + elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare trattamenti protettivi di legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti, ecc.;

b) mediante l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti ecc. (vedere 13.3 b); di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti (vedere 13.3).

**38.3.** I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre, e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto.

In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque nel loro insieme devono essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione ecc.; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

a) Il Direttore dei Lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta ed il telaio ed i loro trattamenti preservanti ed i rivestimenti mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, degli accessori. Mediante il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni ecc.) o per aderenza (colle, adesivi ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste.

b) Il Direttore dei Lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche od in mancanza a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

#### 1) Finestre

- isolamento acustico (secondo la norma UNI 8204), classe .;
- tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento (misurata secondo le norme UNI EN 86, 42 e 77), classi.....;.....e ;
- resistenza meccanica (secondo le norme UNI 9158 ed UNI EN 107);
- .

#### 2) Porte interne

- tolleranze dimensionali .....; spessore..... (misurate secondo norma UNI EN 1529); planarità .....(misurata secondo norma UNI EN 1530).
- resistenza all'urto corpo molle (misurata secondo la norma UNI 8200), corpo d'urto..... kg .....altezza di caduta ..... cm;
- resistenza al fuoco (misurata secondo la norma UNI 9723) classe ;
- resistenza al calore per irraggiamento (misurata secondo la norma UNI 8328) classe .....;
- ..

#### 3) Porte esterne

- tolleranze dimensionali .....; spessore..... (misurate secondo norma UNI EN 1529) planarità .....(secondo norma UNI EN 1530).
- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento (misurata secondo le norme UNI EN 86, 42 e 77);
- resistenza all'antintrusione (secondo la norma UNI 9569) classe .;

*Nota per il compilatore* : completare l'elenco ed indicare le tolleranze e/o le classi richieste facendo riferimento alle norme UNI

citare ed alla UNI EN 12207, 12208, 12210 per la tenuta all'acqua, aria e vento.

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

**38.4.** Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma,

con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, si

intende che comunque lo schermo deve nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti ecc.) ed agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

a) Il Direttore dei Lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e dei loro rivestimenti, controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o organi di manovra, mediante la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente dimensioni delle sezioni resistenti, conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni ecc.) o per aderenza (colle, adesivi ecc.) e comunque delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e durabilità agli agenti atmosferici.

b) Il Direttore dei Lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica, comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampade solari, camere climatiche ecc.). L'attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

#### **Art. 39 - Prodotti per rivestimenti interni ed esterni**

**39.1.** Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate) ed orizzontali (controsoffitti) dell'edificio.

I prodotti si distinguono:

A seconda del loro stato fisico:

- rigidi (rivestimenti in pietra - ceramica - vetro - alluminio - gesso - ecc.);
- flessibili (carte da parati - tessuti da parati - ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci - vernicianti - rivestimenti plastici - ecc.).

A seconda della loro collocazione:

- per esterno;
- per interno.

A seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento:

- di fondo;
- intermedi;
- di finitura.

Tutti i prodotti di seguito descritti in 14.2, 14.3 e 14.4 vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

#### **39.2. PRODOTTI RIGIDI**

a) Per le piastrelle di ceramica vale quanto riportato nell'articolo prodotti per pavimentazione, tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.

b) Per le lastre di pietra vale quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare.

In mancanza o ad integrazione del progetto valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'articolo: prodotti di pietra integrati dalle prescrizioni date nell'articolo prodotti per pavimentazioni di pietra (in particolare per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio). Sono comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione.

c) Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto.

Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi ecc.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte in norme UNI in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati ecc. le caratteristiche di resistenza all'usura, ai viraggi di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione, produzione di rumore tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.

d) Per le lastre di cartongesso si rinvia all'articolo su prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

e) Per le lastre di fibrocemento si rimanda alle prescrizioni date nell'articolo prodotti per coperture discontinue.

f) Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo su prodotti di calcestruzzo con in aggiunta le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) ed agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

*Nota:* in via orientativa valgono le prescrizioni della norma UNI 8981, varie parti.

Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima si debbono realizzare opportuni punti di fissaggio ed aggancio. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono per quanto applicabili e/o in via orientativa le prescrizioni dell'articolo sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo.

### **39.3. PRODOTTI FLESSIBILI**

a) Le carte da parati devono rispettare le tolleranze dimensionali dell'1,5% sulla larghezza e lunghezza; garantire resistenza meccanica ed alla lacerazione (anche nelle condizioni umide di applicazione); avere deformazioni dimensionali ad umido limitate; resistere alle variazioni di calore e quando richiesto avere resistenza ai lavaggi e reazione o resistenza al fuoco adeguate.

Le confezioni devono riportare i segni di riferimento per le sovrapposizioni, allineamenti (o sfalsatura) dei disegni ecc.; inversione dei singoli teli ecc.

b) I tessuti per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel comma a) con adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità ecc. per la posa a tensione.

Per entrambe le categorie (carta e tessuti) la rispondenza alle norme UNI EN 233, 235 è considerata rispondenza alle prescrizioni del presente articolo.

### **39.4. PRODOTTI FLUIDI OD IN PASTA**

a) Intonaci: gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce, cemento, gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, coccio pesto ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le caratteristiche seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'antincendio adeguata;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza a norme UNI è sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

b) Prodotti vernicianti: i prodotti vernicianti sono prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

I dati si intendono presentati secondo le norme UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme UNI.

**Art. 40 - Prodotti per isolamento termico**

**40.1.** Si definiscono materiali isolanti termici quelli atti a diminuire in forma sensibile il flusso termico attraverso le superfici sulle quali sono applicati (vedi classificazione tabella 1). Per la realizzazione dell'isolamento termico si rinvia agli articoli relativi alle parti dell'edificio o impianti.

I materiali vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione per le caratteristiche si intende che la procedura di prelievo dei campioni, delle prove e della valutazione dei risultati sia quella indicata nelle norme UNI ed in loro mancanza quelli della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

I materiali isolanti si classificano come segue:

A) MATERIALI FABBRICATI IN STABILIMENTO (blocchi, pannelli, lastre, feltri ecc.)

1) materiali cellulari

–composizione chimica organica: plastici alveolari;

–composizione chimica inorganica: vetro cellulare, calcestruzzo alveolare autoclavato;

–composizione chimica mista: plastici cellulari con perle di vetro espanso.

2) materiali fibrosi

–composizione chimica organica: fibre di legno;

–composizione chimica inorganica: fibre minerali.

3) materiali compatti

–composizione chimica organica: plastici compatti;

–composizione chimica inorganica: calcestruzzo;

–composizione chimica mista: agglomerati di legno.

4) combinazione di materiali di diversa struttura

–composizione chimica inorganica: composti «fibre minerali-perlite», amianto cemento, calcestruzzi leggeri;

–composizione chimica mista: composti perlite-fibre di cellulosa, calcestruzzi di perle di polistirene.

5) materiali multistrato (1)

–composizione chimica organica: plastici alveolari con parametri organici;

–composizione chimica inorganica: argille espanse con parametri di calcestruzzo, lastre di gesso associate a strato di fibre minerali;

–composizione chimica mista: plastici alveolari rivestiti di calcestruzzo.

(1) I prodotti stratificati devono essere classificati nel gruppo A5. Tuttavia, se il contributo alle proprietà di isolamento termico apportato da un rivestimento è minimo e se il rivestimento stesso è necessario per la manipolazione del prodotto, questo è da classificare nei gruppi da A1 ad A4.

Capitolato speciale per lavori di restauro e consolidamento

MATERIALI INIETTATI, STAMPATI O APPLICATI IN SITO MEDIANTE SPRUZZATURA

1) materiali cellulari applicati sotto forma di liquido o di pasta

–composizione chimica organica: schiume poliuretatiche, schiume di urea-formaldeide;

–composizione chimica inorganica: calcestruzzo cellulare.

2) materiali fibrosi applicati sotto forma di liquido o di pasta

–composizione chimica inorganica: fibre minerali proiettate in opera.

3) materiali pieni applicati sotto forma di liquido o di pasta

–composizione chimica organica: plastici compatti;

–composizione chimica inorganica: calcestruzzo;

–composizione chimica mista: asfalto.

4)combinazione di materiali di diversa struttura

–composizione chimica inorganica: calcestruzzo di aggregati leggeri;

– composizione chimica mista: calcestruzzo con inclusione di perle di polistirene espanso.

5) materiali alla rinfusa

–composizione chimica organica: perle di polistirene espanso;

–composizione chimica inorganica: lana minerale in fiocchi, perlite;

–composizione chimica mista: perlite bitumata.

**40.2.** Per tutti i materiali isolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare

le seguenti caratteristiche fondamentali:

a) dimensioni: lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti

progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate

dalla Direzione dei lavori;

b) spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle

prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;

c) massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime

due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;

d) resistenza termica specifica: deve essere entro i limiti previsti da documenti progettuali (calcolo in base alla Legge 9 gennaio

1991 n. 10) ed espressi secondo i criteri indicati nella norma UNI 7357;

e) saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto le seguenti caratteristiche:

– reazione o comportamento al fuoco;

– limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;

– compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

**40.3.** Per i materiali isolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite

ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. Il Direttore dei Lavori può inoltre attivare controlli della costanza

delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti ecc. significativi dello strato

eseguito.

**40.4.** Entrambe le categorie di materiali isolanti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, tra quelle della seguente tabella, in relazione alla loro destinazione d'uso: pareti, parete controterra, copertura a falda, copertura piana, controsoffittatura su porticati, pavimenti ecc.

Tabella da compilare a cura dell'estensore del capitolato

Destinazione d'uso

CARATTERISTICA A B C D

Unità di misura

Valori richiesti

Comportamento all'acqua

– assorbimento d'acqua per capillarità %

– assorbimento d'acqua per immersione %

– resistenza gelo e disgelocicli

– permeabilità vapor d'acqua  $\mu$

Caratteristiche meccaniche

– resistenza a compressione a carichi di lunga durata N/mm<sup>2</sup>

– resistenza a taglio parallelo alle facce N

– resistenza a flessione N

– resistenza al punzonamento N

- resistenza al costipamento %
- Caratteristiche di stabilità
- stabilità dimensionale %
- coefficiente di dilatazione lineare mm/m
- temperatura limite di esercizio °C

A =

B =

C =

D =

Se non vengono prescritti valori per alcune caratteristiche si intende che la Direzione dei Lavori accetta quelli proposti dal fornitore; i metodi di controllo sono quelli definiti nelle norme UNI. Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

#### **Art. 41 - Prodotti per pareti esterne e partizioni interne**

**41.1.** Si definiscono prodotti per pareti esterne e partizioni interne quelli utilizzati per realizzare i principali strati funzionali di queste parti di edificio.

Per la realizzazione delle pareti esterne e partizioni interne si rinvia all'articolo che tratta queste opere.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione si intende che la procedura di prelievo dei campioni, le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI ed in mancanza di questi quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali).

**41.2.** I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale (vedere articolo murature) ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed a loro completamento alle seguenti prescrizioni:

- a) gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale od alleggerito devono rispondere alla norma UNI 8942;
- b) gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella norma UNI 8942 (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea), i limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed in loro mancanza quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei lavori;
- c) gli elementi di calcio silicato, pietra ricostruita, pietra naturale, saranno accettati in base alle loro caratteristiche dimensionali e relative tolleranze; caratteristiche di forma e massa volumica (foratura, smussi, ecc.); caratteristiche meccaniche a compressione, taglio a flessione; caratteristiche di comportamento all'acqua ed al gelo (imbibizione, assorbimento d'acqua, ecc.).

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto ed in loro mancanza saranno quelli dichiarati dal fornitore ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

**41.3.** I prodotti ed i componenti per facciate continue dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in loro mancanza alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi dell'ossatura devono avere caratteristiche meccaniche coerenti con quelle del progetto in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, ecc.) alla struttura portante, resistere alle corrosioni ed azioni chimiche dell'ambiente esterno ed interno;
- gli elementi di tamponamento (vetri, pannelli ecc.) devono essere compatibili chimicamente e fisicamente con l'ossatura;
- resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti ecc.); resistere alle sollecitazioni termoigrometriche dell'ambiente esterno e chimiche degli agenti inquinanti;
- le parti apribili ed i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte;
- i rivestimenti superficiali (trattamenti dei metalli, pitturazioni, fogli decorativi ecc.) devono essere coerenti con le prescrizioni sopra indicate;
- le soluzioni costruttive dei giunti devono completare ed integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

La rispondenza alle norme UNI per gli elementi metallici e loro trattamenti superficiali, per i vetri, i pannelli di legno, di metallo o di plastica e per gli altri componenti, viene considerato automaticamente soddisfacimento delle prescrizioni sopradette.

41.4. I prodotti ed i componenti per partizioni interne prefabbricate che vengono assemblate in opera (con piccoli lavori di adattamento o meno) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza, alle prescrizioni indicate al punto precedente.

41.5. I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza, alle prescrizioni seguenti: avere spessore con tolleranze  $\pm 0,5 \text{ mm}$ , lunghezza e larghezza con tolleranza  $\pm 2 \text{ mm}$ , resistenza all'impronta, all'urto, alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio) ed, a seconda della destinazione d'uso, con basso assorbimento d'acqua, con bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore), con resistenza all'incendio dichiarata, con isolamento acustico dichiarato. I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

**Art. 42 - Prodotti per assorbimento acustico**

**42.1.** Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà è valutata con il coefficiente di assorbimento acustico ( $\alpha$ ), definito dall'espressione:

$$\alpha = W_a / W_i$$

dove:  $W_i$  è l'energia sonora incidente;

$W_a$  è l'energia sonora assorbita.

**42.2.** Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dallo spessore.

I materiali fonoassorbenti si classificano secondo lo schema di seguito riportato.

a) Materiali fibrosi

1) Minerali (fibra di amianto, fibra di vetro, fibra di roccia);

2) Vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).

b) Materiali cellulari

1) Minerali:

– calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);

– laterizi alveolari;

– prodotti a base di tufo.

2) Sintetici:

– poliuretano a celle aperte (elastico - rigido);

– polipropilene a celle aperte.

**42.3.** Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

– lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;

– spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;

– massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione Tecnica;

– coefficiente di assorbimento acustico, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI EN 20354, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto od in assenza a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

– resistività al flusso d'aria;

– reazione e/o comportamento al fuoco;

– limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;

– compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

**42.4.** Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione dei lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti ecc. significativi dello strato eseguito.

23.5. Entrambe le categorie di materiali fonoassorbenti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, tra quelle della seguente tabella, in relazione alla loro destinazione d'uso (pareti, coperture, controsoffittature, pavimenti ecc.).

Tabella da compilare da parte dell'estensore del capitolato

Destinazione d'uso

CARATTERISTICA A B C D

Unità

di misura

Valori richiesti

Comportamento all'acqua

- assorbimento d'acqua per capillarità %
- assorbimento d'acqua per immersione %
- resistenza gelo e disgelocicli
- permeabilità vapor d'acqua  $\mu$

Caratteristiche meccaniche

- resistenza a compressione a carichi di lunga durata N/mm<sup>2</sup>
- resistenza a taglio parallelo alle facce N
- resistenza a flessione N
- resistenza al punzonamento N
- resistenza al costipamento %

Caratteristiche di stabilità

- stabilità dimensionale %
- coefficiente di dilatazione lineare mm/m
- temperatura limite di esercizio °C

A =

B =

C =

D =

Se non vengono prescritti i valori valgono quelli proposti dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere). Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

#### **Art. 43 - Prodotti per isolamento acustico**

**43.1.** Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa.

Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante (R) definito dalla seguente formula:

$$R = 10 \log W_i / W_t$$

dove:  $W_i$  è l'energia sonora incidente;

$W_t$  è l'energia sonora trasmessa.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia posseggono proprietà fonoisolanti.

Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica.

Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture ecc.) formate da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento, dalla eventuale presenza di intercapedine d'aria.

**43.2.** Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

– dimensioni: lunghezza-larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettata dalla Direzione dei Lavori;

– spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettata dalla Direzione dei lavori;

– massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettata dalla Direzione Tecnica;

– potere fonoisolante, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI EN ISO 140-3, deve rispondere

ai valori prescritti nel progetto od in assenza a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

– modulo di elasticità;

– fattore di perdita;

– reazione o comportamento al fuoco;

– limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;

– compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

**43.3.** Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione dei lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

**43.4.** Entrambe le categorie di materiali fonoisolanti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, come indicato in 17.5, in relazione alla loro destinazione d'uso.

### **CAPO III**

#### **PARTE II: PROCEDURE ESECUTIVE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO**

##### **PU ml. Operazioni di Pulitura materiali lapidei**

###### **PU ml. 1. Generalità**

Prima di eseguire le operazioni di pulitura è opportuno attenersi a delle specifiche procedure al fine di salvaguardare l'integrità del materiale e, allo stesso tempo, prepararlo in modo da garantire l'efficacia, più o meno incisiva, dell'intervento. Le operazioni preliminari comprendono:

- analisi puntuale e dettagliata della consistenza dei materiali da pulire al fine di avere un quadro esplicativo relativo alla loro natura, compattezza ed inerzia chimica;
- analisi dei prodotti di reazione, così da poter identificare la loro effettiva consistenza, la natura e la reattività chimica;

- preconsolidamento (preferibilmente reversibile), se si riscontra la necessità, del materiale prima di iniziare la pulitura;
- applicazione del sistema di pulitura prescelto su campionature di materiale;
- analisi dei risultati ottenuti sulla superficie campione prima di estendere le operazioni di pulitura a tutta la superficie.

Lo scopo che ogni operazione di pulitura, indipendentemente dal sistema prescelto, deve prefiggersi è quello di asportare dalla superficie ogni tipo di deposito incoerente in particolare modo quelli che possono proseguire il deterioramento del materiale. La facilità o difficoltà dell'asportazione e, di conseguenza, il ricorso a metodologie più o meno aggressive, dipende strettamente dalla natura del deposito stesso:

- depositi incoerenti (particellato atmosferico terroso o carbonioso) che non risultano coesi con il materiale o derivati da reazione chimica, depositati per gravità, o perché veicolati dalle acque meteoriche, o di risalita (efflorescenze saline);
- depositi incoerenti (particelle atmosferiche penetrate in profondità, sali veicolati dall'acqua di dilavamento ecc.) che tendono a solidarizzarsi alla superficie del materiale tramite un legame meccanico non intaccando, però, la natura chimica del materiale;
- strato superficiale derivato dalla combinazione chimica delle sostanze esterne (volatili o solide) con il materiale di finitura; i prodotti di reazione che ne derivano sono, ad esempio, le croste (prodotti gessosi) e la ruggine (ossidi di ferro).

La rimozione dei depositi incoerenti presenti sul materiale che, a differenza delle croste, non intaccano la natura chimica del materiale, potrà essere eseguita ricorrendo a dei sistemi meccanici semplici facili da applicare come ad esempio: stracci, spazzole di saggina, scope, aspiratori ecc. integrati, dove il caso specifico lo richiede, da bisturi piccole spatole e lavaggi con acqua; invece nel caso in cui si debbano asportare depositi solidarizzati con il materiale, sarà conveniente ricorrere a dei cicli di pulitura più consistenti come, ad esempio tecniche di pulitura a base d'acqua, pulitura con impacchi acquosi o con sostanze chimiche, pulitura meccanica, pulitura mediante l'uso di apparecchi aeroabrasivi, sabbatura controllata ecc..

Ogni qualvolta si utilizzeranno sistemi di pulitura che implicheranno l'uso di considerevoli quantitativi d'acqua (spray di acqua a bassa pressione, idropulitura, acqua nebulizzata, acqua atomizzata ecc.) dovrà essere pianificato in sede di cantiere, prima di procedere con l'intervento, il sistema di raccolta e di convogliamento del liquido e dovrà essere prevista la protezione (mediante l'utilizzo di teli impermeabili) delle parti che, non essendo interessate dall'operazione di pulitura (serramenti, vetri ecc.), potrebbero essere danneggiate durante la procedura.

Ogni procedura di pulitura, in special modo se caratterizzata dall'utilizzo di prodotti specifici anche se prescritti negli elaborati di progetto, dovrà essere preventivamente testata tramite l'esecuzione di campionature eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; in ogni etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni ovverosia miscele di due liquidi rapporto volume/volume) o di concentrazione (se si tratterà di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto peso/volume) utilizzate, le modalità ed i tempi di applicazione.

#### **PU ml. 2. Sistemi di pulitura per gli elementi lapidei**

I materiali lapidei rientrano nella categoria dei materiali a pasta porosa e come tali risentono particolarmente dell'azione disgregatrice operata dalle condizioni al contorno. La superficie, generalmente lavorata, a contatto con gli agenti atmosferici è sottoposta ad una serie di lente trasformazioni chimiche-fisiche che portano, nel corso degli anni, alla formazione di una patina superficiale, non dannosa, una sorta di protezione naturale che si limita ad alterare solo l'aspetto cromatico del materiale.

Attualmente, le sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera ostacolano la formazione della patina attaccando direttamente i materiali lapidei favorendone la disgregazione e l'insorgenza di croste nere. L'intervento di pulitura su questo tipo di materiali deve, principalmente, essere indirizzato ad eliminare la

presenza di efflorescenze, croste nere, macchie ecc. che provocano il lento deterioramento della materia e, laddove è presente, conservare la patina naturale.

Le croste nere che ricoprono gli elementi lapidei, costituiscono un tipo di degrado che più di altri può alterare lo stato di fatto del materiale; oltre a mascherare le policromie, annullando l'originale gioco di luce e di ombre caratteristici degli apparati decorativi, costituiscono una fonte pericolosa di sali solubili e la loro persistenza fa sì che la superficie sia sempre a contatto con le sostanze inquinanti. La presenza di croste nere può inoltre accentuare l'effetto di variazioni termiche, accelerare il fenomeno di esfoliazione degli strati superficiali della pietra provocando il distacco di frammenti.

### **PU ml. 3. Pulitura mediante spray di acqua a bassa pressione**

Tecnica particolarmente adatta quando si tratterà di rimuovere polveri e depositi solubili in acqua o non troppo coesi al substrato; indicata soprattutto per asportare depositi superficiali sottili legati con gesso o calcite secondaria, su materiali lapidei di natura calcarea e poco porosi. Sconsigliata in presenza di croste nere di spessore considerevole (1-3 mm) e contenenti percentuali di gesso elevate (tra il 20% e il 30%) poiché i tempi di applicazione troppo lunghi potrebbero recare danni al materiale. La superficie da trattare sarà invasa da getti d'acqua a bassa pressione (2-3 atm) proiettati con l'ausilio di ugelli (simili a quelli comunemente usati negli impianti di irrigazione o in orticoltura) indirettamente dall'alto verso il basso, in modo tale da giungere sul materiale in caduta. L'acqua da impiegare in questi casi dipenderà dalla natura del materiale (anche se nella pratica si ricorre spesso all'acqua di rubinetto): in presenza di calcari teneri si useranno acque più dure, dove si risconteranno problemi di solubilità di carbonato di calcio si impiegheranno acque a grana molto fine mentre, per graniti e rocce silicate si potrà utilizzare acqua distillata ovvero deionizzata (la produzione d'acqua deionizzata in cantiere avverrà tramite l'utilizzo di appropriata apparecchiatura con gruppo a resine scambioioniche di adeguata capacità). Quest'operazione di pulitura, oltre all'azione chimica, svolgerà anche una moderata azione meccanica e dilavante, (dovuta al moderato

ruscigliamento), grazie alla quale gran parte dei sali solubilizzati potranno essere rimossi. Importante è tenere presente che la quantità d'acqua da impiegare dovrà essere tale da non inumidire troppo la muratura (l'intervento non deve superare i 15-20 minuti consecutivi); inoltre, è consigliabile evitare i cicli di pulitura a base d'acqua nei mesi freddi così da evitare gli inconvenienti connessi sia all'azione del gelo sia alla lenta evaporazione, per questo la temperatura esterna non dovrebbe essere mai sotto i 14°C.

La pulitura dovrà procedere per porzioni limitate di muratura; nel caso questa tecnica sia utilizzata per la pulitura di materiali lapidei porosi si dovrà, necessariamente, ridurre al minimo indispensabile la quantità d'acqua in modo da riuscire ad evitare la movimentazione dei sali presenti all'interno del materiale. Considerata la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate all'articolo sulle generalità.

### **PU ml. 5. Pulitura meccanica**

La pulitura meccanica di superfici lapidee, comprende tutta una serie di strumenti specifici il cui impiego è in stretta relazione al grado di persistenza delle sostanze patogene che si dovranno asportare. Prima di procedere ad illustrare la gamma di utensili disponibili e le relative tecniche, è opportuno precisare che, la riuscita delle operazioni di pulitura meccanica, sarà strettamente connessa all'abilità ed alla sensibilità dell'operatore che dovrà prestare particolare attenzione a non arrecare danni irreversibili al materiale (incisioni o segni). La pulitura meccanica consentirà la rimozione di scialbature, depositi ed incrostazioni più o meno aderenti alla superficie; a tal fine si potrà ricorrere a strumenti di vario tipo partendo dai più semplici come: spazzole di saggina o di nylon, bisturi, piccole spatole metalliche, sino ad arrivare ad utilizzare apparecchiature meccanizzate più complesse di tipo dentistico che, alimentate da un motore elettrico o pneumatico, consentiranno la rotazione di un utensile come ad esempio: microspazzolini in fibre vegetali o nylon (per asportare depositi più o meno aderenti), microfresse (atte all'asportazione di incrostazioni dure e di modeste dimensioni), micromole in gomma abrasiva (ovviano l'inconveniente di lasciare tracce da abrasione grazie al supporto relativamente morbido), microscalpelli su cui si monteranno punte in vidia di circa 5 mm di diametro (adatti per la rimozione di depositi calcarei), vibroincisori, apparecchi che montano punte a scalpello o piatte con diametro di circa 2-3 mm (eliminano incrostazioni molto dure e coese come scialbi, stuccature cementizie ecc.). La carta abrasiva fine (400-600 Mesh) o la pomice potranno essere impiegate in presenza di superfici piane o poco irregolari anche se, la

bassa velocità di avanzamento che caratterizza questo sistema, implicherà tempi di lavoro troppo lunghi e, per

questo, potrà essere applicato solo su porzioni limitate di materiale. In presenza di stuccature cementizie, o in casi analoghi, si potrà procedere alla loro asportazione ricorrendo all'uso di un mazzuolo e di uno scalpello (unghietto); considerato l'impatto che potrà avere l'intervento sul materiale, si consiglia di effettuare l'operazione in maniera graduale in modo da poter avere sempre sotto controllo l'intervento.

#### **PU ml. 10. Macroflora**

Appartengono alla macroflora tutti quegli organismi microscopicamente visibili (alghe, muschi, licheni, vegetazione superiore ecc.) il cui sviluppo, sulle superfici lapidee, è favorito dalla presenza di dissesti dell'apparecchio come lesioni, cavità, interstizi ecc. all'interno dei quali si può accumulare dell'humus (formato da depositi composti da particolato atmosferico e da organismi morti); sul quale, i depositi di spore trasportate dal vento agevolano la riproduzione di alghe muschi e licheni; le alghe provocano sulla superficie un'azione meccanica corrosiva agevolando l'impianto d'ulteriori micro e macrorganismi; i licheni creano fenomeni di copertura, fratturazione, decoesione e corrosione; i muschi coprono la superficie e, penetrati in profondità, svolgono un'azione meccanica di disgregazione. La comparsa d'alghe muschi e licheni, implica la presenza di un elevato tasso d'umidità e ne incrementa ulteriormente la persistenza agevolando l'accumulo e il ristagno delle acque. Per quanto concerne la vegetazione superiore l'azione distruttiva operata dalle radici radicatesi all'interno delle discontinuità può comportare dei danni meccanici che portano, in molti casi, alla caduta del materiale.

#### **PU ml. 10.1. Generalità**

Prima di procedere con le operazioni diserbanti, in special modo quelle indirizzate alle piante infestanti, è opportuno:

- identificare il tipo di vegetazione (erbacea o arbustiva) e la specie di pianta così da poter capire quanto profonde e resistenti potranno essere le loro radici,
- prevedere i danni che le operazioni meccaniche di asportazione delle radici e dei semi penetrati in profondità potrebbero recare alla struttura muraria,
- definire la reale possibilità d'intervento sulle diverse specie presenti e soprattutto accertare se esistono le circostanze per cui poter operare su tutta la superficie invasa.

Nel caso si decida di ricorrere all'utilizzo di biocidi, la scelta dovrà essere fatta in riferimento al compito specifico che dovranno assolvere, in base a questo si distingueranno:

- prodotti indicati ad estirpare piante a foglia larga da quelli per piante a foglia stretta,
- prodotti da assorbimento fogliare da quelli ad assorbimento radicale,
- prodotti circoscritti contro la vegetazione erbacea da quelli arbusticidi,
- prodotti come erbicidi "di contatto" (agiscono sugli apparati vegetativi delle specie già sviluppate) dagli erbicidi "residuali" (penetrano anche nel terreno garantendo un'azione prolungata nel tempo).

I biocidi impegnati dovranno, inoltre, indipendentemente dal tipo selezionato, presentare le seguenti caratteristiche:

- essere incolori o trasparenti con principi attivi poco solubili in acqua,
- presentare un basso grado di tossicità,
- essere degradabili nel tempo,
- non provocare azione fisica o chimica nei riguardi delle strutture murarie,
- dopo l'applicazione non persistere sulla superficie trattata lasciando residui di inerti stabili per questo si dovranno evitare sostanze oleose o colorate.

Indipendentemente dal tipo di prodotto chimico selezionato l'applicazione potrà avvenire per:

- irrorazione, previa diluizione (normalmente 0,1-1%) del biocidi in acqua e la conseguente applicazione sulla vegetazione. Si può applicare sia su piante erbacee sia su arboree; l'irrorazione avverrà utilizzando annaffiatori dotati di pompe manuali (da evitare pompe a pressione) o più specifici nebulizzatori;
- iniezioni, di soluzioni acquose di biocidi (diluizione 1:10), direttamente nei canali conduttori della pianta; tecnica che si attua previo taglio della pianta all'altezza del colletto radicale, particolarmente adatta per piante lignificate di una certa consistenza.

L'iniezione eviterà la dispersione della soluzione al di fuori dell'area del trattamento evitando in questo modo possibili fenomeni d'interferenza con il materiale lapideo;

- impacchi applicati al colletto della radice appena tagliato particolarmente indicati contro le piante lignificate realizzati con argille impregnate di biocida.

L'uso dei biocidi dovrà essere fatto con la massima attenzione e cautela da parte dell'operatore che, durante l'applicazione, dovrà ricorrere ai dispositivi di protezione personale, come guanti ed occhiali, ed osservare le norme generali di prevenzione degli infortuni relativi all'utilizzo di prodotti chimici velenosi.

#### **PU ml. 10.1.1. Diserbo da piante superiori**

Lo scopo della pulitura sarà di asportare, dai materiali lapidei, vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea. L'asportazione dovrà essere preferibilmente eseguita nel periodo invernale e potrà essere fatta sia meccanicamente, mediante il taglio a raso con l'ausilio di mezzi a bassa emissione di vibrazioni (seghe elettriche, seghe manuali, forbici, asce, accette ecc.), sia ricorrendo all'uso di disinfestanti liquidi selezionati seguendo le indicazioni riportate nell'articolo sulle generalità. Le due operazioni potranno coesistere nei casi in cui l'asportazione meccanica non risulterà risolutiva. Si potrà ricorrere all'uso dei biocidi quando

l'asportazione diretta delle piante (vive e con radice profonde) risulterà eccessivamente lesiva per il substrato e in situazioni d'abbandono prolungato dove le piante crescono, solitamente, rigogliose.

L'uso dei biocidi non dovrà essere fatto nei periodi di pioggia, di forte vento o eccessivo surriscaldamento delle superfici allo scopo di evitare la dispersione o l'asportazione stessa del prodotto. Tra i biocidi indicati ad estirpare organismi macrovegetali ci sono anche i composti neutri della triazina, a bassa solubilità in acqua, e i derivati dell'urea che presentando una scarsissima mobilità nel terreno, consentiranno di ridurre i pericoli d'inquinamento delle aree limitrofe circoscrivendo l'intervento alle sole zone interessate; la clorotriazina (per assorbimento radicale) risulterà efficace per applicazioni al suolo, su piante a foglia larga

e a foglia stretta, la metossitriazina potrà essere utilizzata anche sulle murature.

La verifica dell'efficacia dei biocidi, indispensabile per procedere all'estirpazione della radice, avverrà dopo 30-60 giorni dalla loro applicazione. L'applicazione del prodotto sulla vegetazione potrà essere realizzata seguendo le metodologie (irrorazione, iniezione ed impacco) che la D.L. riterrà più consone al caso specifico. L'operazione terminerà con un accurato lavaggio delle superfici con acqua pulita a pressione moderata, così da garantire l'eliminazione di ogni traccia residua di biocida.

#### **PU ml. 10.1.2. Disinfestazione da alghe muschi e licheni**

Alghe, muschi e licheni crescono su substrati argillosi depositatesi sulle pietre e su queste si manifestano tramite delle escrescenze più o meno aderenti e spesse; la loro asportazione potrà essere, sia meccanica (che difficilmente risulterà completamente risolutiva) mediante l'ausilio di spazzole rigide, bisturi, spatole ecc. facendo attenzione a non intaccare la superficie, sia con biocidi. Se i licheni risulteranno molto spessi e tenaci la rimozione meccanica sarà preceduta dall'applicazione sulla superficie di una soluzione di ammoniaca diluita in acqua al 5% al fine di ammorbidire la patologia e facilitarne l'asportazione. L'uso dei biocidi potrà essere in alternativa o in correlazione alla rimozione meccanica utilizzandoli, sia nello specifico della patologia da rimuovere sia a vasto raggio d'azione; l'applicazione potrà essere fatta a spruzzo, a

pennello o ad impacco in relazione alle caratteristiche del prodotto prescelto. Un'efficace risoluzione per l'asportazione di alghe, muschi e licheni prevederà l'utilizzo di biocidi ad azione immediata quali: acqua ossigenata 120 volumi (l'operazione dovrà essere ripetuta a distanza di 24 ore fino alla totale "bruciatura" degli organismi vegetali), formaldeide in soluzione acquosa 0,1-1% ed ossido di etilene (ETO) al 10% in miscela gassosa di aria ed anidride carbonica; trascorso un tempo variabile tra i 5-15 giorni dall'ultimo trattamento biocida si procederà all'asportazione delle patine biologiche e depositi humiferi (i quali si manifesteranno fragili, ingialliti, secchi e/o polverulenti) mediante spazzolatura con spazzole di saggina.

Inoltre, nello specifico, possiamo ricorrere a biocidi come alghicidi e lichenicidi; gli alghicidi comprendono prodotti tra i quali derivati del fenolo, sali di ammonio quaternario, composti organo metallici ecc. utilizzati sotto forma di soluzione o dispersioni acquose (in concentrazione tra 1% e il 10%); i lichenicidi comprendono i sali di ammonio quaternario e gli enzimi proteolitici, questi biocidi sono solubili in acqua e applicati in soluzioni acquose debolmente concentrate (1-3%). Dopo l'applicazione del biocida, si dovrà eseguire un ripetuto lavaggio della superficie con acqua pulita e, con l'eventuale utilizzo d'idropulitrice

(regolando la pressione in relazione alla consistenza del supporto) così da garantire la rimozione completa del prodotto. L'uso del biocida dovrà implicare tutte le precauzioni illustrate sia nell'articolo sulle generalità sia in quello inerente il diserbo da piante superiori.

#### **PU ml. 11. Microflora**

La microflora è costituita da batteri e funghi; il loro sviluppo è favorito da condizioni al contorno caratterizzate da elevata umidità relativa e/o dalla presenza ristagnante d'acqua all'interno del materiale lapideo condizioni aggravate, in molti casi, anche da una limitata circolazione d'aria. Questi microrganismi possono indurre sulla superficie un degrado di natura meccanica e/o chimica. I funghi possono, infatti, rivelarsi nocivi penetrando, con le appendici filiformi, all'interno delle fessure presenti nel manufatto sollecitando meccanicamente la struttura, incrementando la decoesione del materiale. La loro presenza sulle superfici lapidee si manifesta tramite macchie, efflorescenze di sali solubili e patine di ossalati, patologie che, inevitabilmente, ne alterano l'aspetto estetico. È opportuno ricordare che, l'asportazione della microflora non potrà essere considerata definitiva se, preventivamente, non sono state eliminate le cause al contorno che ne favoriscono la crescita.

#### **PU ml. 11.1. Generalità**

Le sostanze biocide utilizzate per la rimozione della microflora dovranno rispondere a delle specifiche esigenze tra le quali:

- non dovranno risultare tossiche per l'uomo e per gli animali,
- dovranno essere biodegradabili nel tempo,
- non dovranno provocare azione fisica o chimica nei riguardi delle strutture murarie,
  - dopo l'applicazione non dovranno persistere sulla superficie trattata lasciando residui di inerti stabili per questo si dovranno evitare sostanze oleose o colorate.

L'uso dei biocidi dovrà essere fatto con la massima attenzione e cautela da parte dell'operatore che, durante l'applicazione,

dovrà ricorrere ai dispositivi di protezione personale, come guanti ed occhiali, ed osservare le norme generali di prevenzione

degli infortuni relativi all'utilizzo di prodotti chimici velenosi.

#### **PU ml. 11.1.1. Rimozione della microflora**

La rimozione della patina biologica potrà essere fatta tramite pulitura manuale (bisturi, spazzole ecc.), meccanica (di microsabbatura) o mediante l'uso di biocidi. L'efficacia dei sistemi d'asportazione manuale potrà risultare limitata poiché non risulteranno sempre in grado di rimuovere completamente la patologia così come la sabbatura potrà risultare lesiva per il substrato del materiale. Le sostanze biocide utilizzate dovranno essere applicate seguendo le indicazioni dettate nello specifico dal prodotto utilizzato e si dovranno relazionare alla natura del materiale lapideo allo scopo di evitare il danneggiamento del substrato e alterarne lo stato conservativo, in molti casi, precario. Le sostanze biocide in relazione al tipo d'organismi che saranno in grado di rimuovere, si distingueranno in battericidi e fungicidi; la loro applicazione potrà essere fatta a pennello, a spruzzo o tramite impacchi. In presenza di materiali molto porosi sarà preferibile applicare il biocida mediante impacchi o a pennello che favoriscono la maggior penetrazione del prodotto e ne prolungano l'azione (per il timolo e la formaledeide si può ricorrere anche alla vaporizzazione, poiché si tratta di sostanze attive sotto forma di vapore); o a trattamento a spruzzo (applicato con le dovute precauzioni e protezioni da parte dell'operatore) che sarà particolarmente indicato in presenza di materiali fragili e decoesi. Gli interventi saranno ripetuti per un numero di volte sufficiente a debellare la crescita della patologia. Dopo l'applicazione della sostanza biocida si procederà all'asportazione manuale della patina; l'operazione verrà ultimata da una serie di lavaggi ripetuti con acqua deionizzata, in modo da eliminare ogni possibile residuo di sostanza sul materiale. In presenza di patine spesse ed aderenti, prima dell'applicazione del biocida, si eseguirà una parziale rimozione meccanica (mediante l'uso di pennelli dotati di setole rigide) della biomassa.

### **CAPO III procedure esecutive**

#### **AS Operazioni di asportazioni, demolizioni e smontaggi**

### **AS 1. Generalità**

Le operazioni di demolizioni e smontaggi dovranno essere conformi a quanto prescritto nel DPR 7 gennaio 1956, n.164 (in modo particolare articoli 10, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76). Le demolizioni e/o le asportazioni totali o parziali di murature, intonaci, solai, ecc., nonché l'operazione di soppressione di stati pericolosi in fase critica di crollo, anche in presenza di manufatti di pregevole valore storico-architettonico, dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, al fine sia da non provocare eventuali danneggiamenti alle residue strutture, sia da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro; dovranno, inoltre, essere evitati incomodi, disturbi o danni collaterali. Particolare attenzione dovrà essere fatta allo

scopo di eludere l'eventuale formazione d'eventuali zone d'instabilità strutturale.

Sarà divieto demolire murature superiori ai 5 m d'altezza senza l'uso d'idonei ponti di servizio indipendenti dalla struttura oggetto d'intervento. Per demolizioni da 2 m a 5 m d'altezza sarà obbligo, per gli operatori, indossare idonee cinture di sicurezza complete di bretelle e funi di trattenuta.

Sarà assolutamente interdetto: gettare dall'alto i materiali, i quali dovranno essere, necessariamente, trasportati o meglio guidati a terra, attraverso idonei sistemi di canalizzazione (ad es., tubi modulari telescopici) la cui estremità inferiore non dovrà risultare ad altezza maggiore di 2 m dal livello del piano di raccolta; l'imboccatura superiore del canale, dovrà, inoltre, essere protetta al fine di evitare cadute accidentali di persone o cose. Ogni elemento del canale dovrà imboccare quello successivo e, gli eventuali raccordi, dovranno essere opportunamente rinforzati. Il materiale di demolizione costituito da elementi pesanti od ingombranti (ad es., la carpenteria lignea), dovrà essere calato a terra con idonei mezzi (gru, montacarichi ecc.). Al fine di ridurre il sollevamento della polvere prodotta durante i lavori sarà consigliabile bagnare, sia le murature, sia i materiali di risulta.

Prima dell'inizio della procedura dovrà, obbligatoriamente, essere effettuata la verifica dello stato di conservazione e di stabilità delle strutture oggetto di intervento e dell'eventuale influenza statica su strutture corrispondenti, nonché il controllo preventivo della reale disattivazione delle condutture elettriche, del gas e dell'acqua onde evitare danni causati da esplosioni o folgorazioni. Si dovrà, inoltre, provvedere alle eventuali, necessarie opere di puntellamento ed alla messa in sicurezza temporanea (mediante idonee opere provvisoriale) delle parti di manufatto ancora integro o pericolanti per le quali non

saranno previste opere di rimozione. Sarà, inoltre, necessario delimitare ed impedire l'accesso alla zona sottostante la demolizione (mediante tavolato ligneo o d'altro idoneo materiale) ed allestire, in corrispondenza ai luoghi di transito o stazionamento, le doverose protezioni e barriere parasassi (mantovane) disposte a protezione contro la caduta di materiali minuti dall'alto. L'accesso allo sbocco dei canali di scarico del materiale di demolizione per le operazioni di carico e trasporto dovrà essere consentito soltanto dopo che sarà sospeso lo scarico dall'alto. Preliminarmente all'asportazione ovvero smontaggio di elementi da ricollocare *in situ* sarà indicato il loro preventivo rilevamento, classificazione e posizionamento di segnali atti a facilitare la fedele ricollocazione dei manufatti.

Questo tipo di procedura dovrà essere strettamente limitata e circoscritta alle zone ed alle dimensioni prescritte negli elaborati di progetto. Nel caso in cui, anche per l'eventuale mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, enissero asportate altre parti od oltrepassati i confini fissati, si dovrà provvedere al ripristino delle porzioni indebitamente demolite seguendo scrupolosamente le prescrizioni enunciate negli articoli specifici.

Tutti i materiali riutilizzabili (mattoni, piastrelle, tegole, travi, travicelli ecc.) dovranno essere opportunamente calati a terra, scalcinati, puliti (utilizzando tecniche indicate della D.L.), ordinati e custoditi, nei luoghi di deposito che saranno segnati negli elaborati di progetto (in ogni caso dovrà essere un luogo pulito, asciutto, coperto eventualmente con teli di pvc, e ben ventilato sarà, inoltre, consigliabile non far appoggiare i materiali di recupero direttamente al contatto con il terreno interponendovi apposite pedane lignee o cavalletti metallici), usando cautele per non danneggiarli, sia nelle operazioni di pulitura, sia in quelle di trasporto e deposito. Detti materiali, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, resteranno tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e/o rimozioni dovranno sempre essere trasportati (dall'appaltatore) fuori dal cantiere, in depositi indicati ovvero alle pubbliche discariche nel rispetto delle norme in materia di smaltimento delle Le operazioni di demolizioni e smontaggi dovranno essere conformi a quanto prescritto nel DPR 7 gennaio 1956, n.164 (in modo particolare articoli 10, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76). Le demolizioni e/o le asportazioni totali o parziali di murature, intonaci, solai, ecc., nonché l'operazione di soppressione di stati pericolosi in fase critica di crollo, anche in presenza di manufatti di pregevole valore storico-architettonico, dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, al fine sia da non provocare eventuali danneggiamenti alle residue strutture, sia da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro; dovranno, inoltre, essere evitati incomodi, disturbi o danni collaterali. Particolare attenzione dovrà essere fatta allo scopo di eludere l'eventuale formazione d'eventuali zone d'instabilità strutturale.

Sarà divieto demolire murature superiori ai 5 m d'altezza senza l'uso d'idonei ponti di servizio indipendenti dalla struttura oggetto d'intervento. Per demolizioni da 2 m a 5 m d'altezza sarà obbligo, per gli operatori, indossare idonee cinture di sicurezza complete di bretelle e funi di trattenuta.

Sarà assolutamente interdetto: gettare dall'alto i materiali, i quali dovranno essere, necessariamente, trasportati o meglio guidati a terra, attraverso idonei sistemi di canalizzazione (ad es., tubi modulari telescopici) la cui estremità inferiore non dovrà risultare ad altezza maggiore di 2 m dal livello del piano di raccolta; l'imboccatura superiore del canale, dovrà, inoltre, essere protetta al fine di evitare cadute accidentali di persone o cose. Ogni elemento del canale dovrà imboccare quello successivo e, gli eventuali raccordi, dovranno essere opportunamente rinforzati. Il materiale di demolizione costituito da elementi pesanti od ingombranti (ad es., la carpenteria lignea), dovrà essere calato a terra con idonei mezzi (gru, montacarichi ecc.). Al fine di ridurre il sollevamento della polvere prodotta durante i lavori sarà consigliabile bagnare, sia le murature, sia i materiali di risulta.

Prima dell'inizio della procedura dovrà, obbligatoriamente, essere effettuata la verifica dello stato di conservazione e di stabilità delle strutture oggetto di intervento e dell'eventuale influenza statica su strutture corrispondenti, nonché il controllo preventivo della reale disattivazione delle condutture elettriche, del gas e dell'acqua onde evitare danni causati da esplosioni o folgorazioni. Si dovrà, inoltre, provvedere alle eventuali, necessarie opere di puntellamento ed alla messa in sicurezza temporanea (mediante idonee opere provvisoriale) delle parti di manufatto ancora integro o pericolanti per le quali non

saranno previste opere di rimozione. Sarà, inoltre, necessario delimitare ed impedire l'accesso alla zona sottostante la demolizione (mediante tavolato ligneo o d'altro idoneo materiale) ed allestire, in corrispondenza ai luoghi di transito o stazionamento, le doverose protezioni e barriere parasassi (mantovane) disposte a protezione contro la caduta di materiali minuti dall'alto. L'accesso allo sbocco dei canali di scarico del materiale di demolizione per le operazioni di carico e trasporto dovrà essere consentito soltanto dopo che sarà sospeso lo scarico dall'alto. Preliminarmente all'asportazione ovvero smontaggio di elementi da ricollocare *in situ* sarà indicato il loro preventivo rilevamento, classificazione e posizionamento di segnali atti a facilitare la fedele ricollocazione dei manufatti.

Questo tipo di procedura dovrà essere strettamente limitata e circoscritta alle zone ed alle dimensioni prescritte negli elaborati di progetto. Nel caso in cui, nche per l'eventuale mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero asportate altre parti od oltrepassati i confini fissati, si dovrà provvedere al ripristino delle porzioni indebitamente demolite seguendo scrupolosamente le prescrizioni enunciate negli articoli specifici.

Tutti i materiali riutilizzabili (mattoni, piastrelle, tegole, travi, travicelli ecc.) dovranno essere opportunamente calati a terra, scalcinati, puliti (utilizzando tecniche indicate della D.L.), ordinati e custoditi, nei luoghi di deposito che saranno segnati negli elaborati di progetto (in ogni caso dovrà essere un luogo pulito, asciutto, coperto eventualmente con teli di pvc, e ben ventilato sarà, inoltre, consigliabile non far appoggiare i materiali di recupero direttamente al contatto con il terreno interponendovi apposite pedane lignee o cavalletti metallici), usando cautele per non danneggiarli, sia nelle operazioni di pulitura, sia in quelle di trasporto e deposito. Detti materiali, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, resteranno tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e/o rimozioni dovranno sempre essere trasportati (dall'appaltatore) fuori dal cantiere, in depositi indicati ovvero alle pubbliche discariche nel rispetto delle norme in materia di smaltimento delle macerie, di tutela dell'ambiente e di eventuale recupero e riciclaggio dei materiali stessi.

Per demolizioni di notevole estensione sarà obbligo predisporre un adeguato programma nel quale verrà riportato l'ordine delle varie operazioni.

#### **AS 2. Indagini preliminari (accertamento sulle caratteristiche costruttive-strutturali)**

Prima di iniziare qualsiasi procedura di demolizione e/o rimozione e più in generale qualsiasi procedura conservativa e non (specialmente su manufatti di particolare pregio storico-architettonico) sarà, opportuno, operare una serie di indagini diagnostiche preventive finalizzate alla sistematica e scientifica acquisizione di dati inerenti la reale natura del materiale e il relativo stato di conservazione. Sarà, pertanto, necessario redigere una sorta di pre-progetto capace di far comprendere il manufatto interessato all'intervento, nella sua totalità e complessità. Tali dati risulteranno utili al fine di poter ricostruire le

stratigrafie murarie così da procedere in maniera corretta e attenta. Il progetto d'indagine diagnostica non dovrà, soltanto anticipare l'intervento vero e proprio, ma ne dovrà far parte, guidando i lavori previsti, verificandone la validità, indicando casomai nuove soluzioni.

#### **AS 3. Demolizione di strutture murarie di fondazione ( CATEGORIA NON PRESENTE IN PROGETTO)(**

La demolizione parziale o totale d'elementi di fondazione avverrà a mano o con l'ausilio di piccoli mezzi meccanici (ad es., piccoli martelli pneumatici) in funzione del materiale, delle dimensioni, della tipologia e della sicurezza. Quando sarà possibile il manufatto da demolire dovrà essere reso agibile da ogni lato (avendo cura però di non scalzare l'intera struttura) mediante precedente scavo a sezione obbligata del terreno circostante preferibilmente eseguiti a mano o con l'ausilio di piccoli scavatori (per maggiori specifiche si rimanda a quanto indicato agli articoli specifici sugli scavi) e successive opere di sbatacchiature al fine di eludere eventuali frane. Le suddette sbatacchiature dovranno essere controllate periodicamente, specialmente in seguito a piogge o gelate, ed eventualmente incrementandole se necessario.

La procedura si attuerà dall'alto verso il basso (tenendo sempre ben presente il ruolo strutturale dell'elemento interessato e delle eventuali azioni di spinta, di contropinta o di contenimento che esso esercita rispetto ad altre strutture o al terreno) per modesti cantieri in senso longitudinale allorché il manufatto oggetto di intervento costituisce contrasto con il terreno, che non sia contemporaneamente o anteriormente rimosso. Precedentemente alla demolizione si renderà necessario costituire un presidio d'opere provvisorie atte sia alla puntellazione delle eventuali strutture adiacenti o limitrofe, sia alla puntellazione del terreno; inoltre, per altezze superiori a 1,50 m, sarà opportuno costituire dei ponti di servizio indipendenti dall'opera da demolire.

#### **AS 4. Demolizione di strutture murarie**

La demolizione delle murature di qualsiasi genere esse siano, dovrà essere preceduta da opportuni saggi per verificare la tipologia ed il reale stato di conservazione. Gli operatori addetti alla procedura dovranno lavorare su ponti di servizio indipendenti dal manufatto in demolizione: non si potrà intervenire sopra l'elemento da demolire se non per altezze di possibile caduta inferiore ai 2 m. Nel caso di demolizioni di murature soprastanti al perimetro di solai o strutture a sbalzo sarà, indispensabile attuare ogni cautela al fine di non innescare, di conseguenza alla diminuzione del grado d'incastro, eventuali cedimenti od improvvise cadute delle strutture (anche sotto carichi limitati o per solo peso proprio). Particolare attenzione dovrà essere fatta in presenza di tiranti annegati nella muratura oggetto di intervento; una loro involontaria rottura, o quantomeno lesione, potrebbe innescare fenomeni di dissesto non previsti in fase di progetto pertanto, in presenza di tali dispositivi, sarà opportuno operare con la massima cautela liberando perimetralmente la catena e proteggendola da eventuali cadute di materiali che potrebbero compromettere il suo tiraggio.

##### **AS 4.1. Strutture portanti e/o collaboranti**

Prima esecuzione di tutte le procedure preliminari (saggi, puntellamenti, opere di contraffortatura ecc.) al fine di individuare esattamente tutti gli elementi che saranno direttamente od indirettamente sostenuti dalle strutture portanti o collaboranti oggetto d'intervento (al fine di eludere crolli improvvisi e/o accidentali), la demolizione di setti murari portanti in mattoni pieni, in pietra

o misti dovrà procedere dall'alto verso il basso per successivi cantieri orizzontali di estensione limitata (così da controllare l'avanzare dei lavori e le loro eventuali conseguenze nelle zone limitrofe); di norma i blocchi non dovrebbero superare i quattro mattoni od analoga dimensione, quando si tratta di pietre od altro materiale (circa 10-15 kg), così da consentire la rimozione e la manovrabilità diretta da parte del singolo operatore. La rimozione sarà preferibilmente eseguita manualmente con l'ausilio di mazzetta e scalpello (ovvero punta o raschino), oppure, se l'apparecchio presenta elevata compattezza, con scalpello meccanico leggero; solo in casi particolari, e sempre sotto prescrizione della D.L., si potrà utilizzare il piccone, mentre dovrà essere bandito l'uso di strumenti a leva.

#### **AS 9. Rimozione e smontaggio di rivestimenti lapidei**

La procedura di smontaggio di pannelli lapidei dovrà necessariamente adottare, ogni volta, la metodologia, la tecnica e gli strumenti più consoni per separare i componenti di ancoraggio che potranno variare dalle unioni con chiodature, perni e zanche in ferro a mastici e malte adesive. Qualsiasi procedura sarà adottata l'operazione di smontaggio dovrà essere preceduta da un accurato rilievo dello stato di fatto delle lastre di rivestimento, con conseguente numerazione dei pezzi e segnatura delle facce combacianti tenendo conto dell'ordine secondo cui gli elementi saranno disancorati dal supporto, così da facilitare l'organizzazione di una corretta sequenza operativa indispensabile per, l'eventuale, rimontaggio. In questa fase sarà,

inoltre, necessario sia valutare le dimensioni e il peso dei singoli manufatti da rimuovere (ovvero delle parti risultanti lo smontaggio), sia verificare se lo smontaggio potrà interessare il singolo elemento o più elementi contemporaneamente (ad es., nel caso in cui la singola lastra sia collegata o composta con altri pezzi). In linea generale si dovrà evitare, il più possibile, di ricorrere all'uso di tagli, se questi non potranno essere evitati si dovrà cercare di effettuarli (mediante l'ausilio di frullini elettrici manuali muniti di idoneo disco in ragione della consistenza del litotipo da tagliare) in punti appropriati come, ad esempio, sulla stuccatura del giunto tra lastra e torello o nella giuntura d'angolo di due pannelli, facendo attenzione a non danneggiare i bordi così da rendere possibile il loro successivo raccostamento.

Preventivamente alla rimozione, sarà necessario predisporre idonea attrezzatura di sollevamento e calo a terra in ragione del peso e della manovrabilità delle lastre (ad es. montacarichi). Allo stesso tempo, potrà risultare utile realizzare dei presidi di sostegno ed un'opportuna operazione di preconsolidamento degli elementi (si veda gli articoli specifici) affinché il loro smontaggio possa avvenire in piena sicurezza e tutela degli operatori e dei pannelli stessi.

La prima operazione di smontaggio vero e proprio sarà quella di rimuovere gli elementi (perni, zanche ecc.) o i materiali (malte, mastici ecc.) che garantiscono la connessione dei pannelli alla struttura muraria. Nel caso di elementi metallici questa operazione potrà avvenire: se sono di modeste dimensioni (ad es., chiodature), esercitando sugli elementi una controllata trazione sfruttando il principio della leva mentre, se si tratta di elementi di una certa consistenza (ad es., zanche in ferro), ricorrendo al taglio che consente una facile asportazione successiva; in ogni caso, questa operazione, dovrà essere realizzata avendo cura di non danneggiare il pannello lapideo. Prima di distaccare del tutto il pannello dal supporto, la lastra dovrà

essere messa in sicurezza imbracandola con idonei nastri telati collegati all'organo di posa a terra.

Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, la procedura avrà inizio partendo da un elemento privo di decorazioni già sconnesso o degradato cosicché, in caso di perdita, non verrà a mancare una parte rilevante del rivestimento, altrimenti si potrà iniziare da un pannello (anch'esso privo di decorazioni o appartenente ad eventuali disegni di rivestimento) posto in posizione defilata, sovente, infatti, la prima operazione di smontaggio potrà comportare la rottura o la perdita del pannello.

### **AG ml. Operazioni di stucature, integrazioni dei materiali lapidei (aggiunte)**

#### **AG ml. 1. Generalità**

Prima di mettere in pratica i protocolli di stuccatura, integrazione ed aggiunte sui materiali lapidei (con questo termine saranno intesi, oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti) sarà opportuno seguire delle operazioni preliminari indirizzate alla conoscenza del materiale oggetto di intervento (pietra arenaria, calcarea, travertini, tufi ecc.). L'adesione tra la superficie originale e quella d'apporto sarà in funzione della

scrupolosa preparazione del supporto, operazione alla quale si dovrà porre molta attenzione dal momento che si rileverà fondamentale per assicurare l'efficacia e la durabilità dell'intervento di "stuccatura-integrazione". Le modalità con cui si eseguiranno questo tipo di operazioni saranno correlate alle caratteristiche morfologiche del materiale da integrare (pietra, laterizio, intonaco ecc.) e alla percentuale delle lesioni, oltre che dalla loro profondità ed estensione.

#### **Verifiche preliminari**

Prima di eseguire qualsiasi operazione sarà necessario procedere alla verifica del quadro fessurativo così da identificare eventuali lesioni "dinamiche" (che potranno essere dovute a svariati motivi tra i quali assestamenti strutturali non ancora terminati, dilatazioni termiche interne al materiale o fra materiali diversi ecc.); in tal caso non si potrà procedere semplicemente alla stuccatura della fessurazione ma si dovranno identificare e risolvere le cause a monte che hanno procurato tale dissesto.

L'intervento di stuccatura ed integrazione sarà lecito solo su fessurazioni oramai stabilizzate (lesione statica).

#### **Asportazione di parti non compatibili**

Si procederà, seguendo le indicazioni della D.L., all'ablazione puntuale tramite scopini (di saggina), spatole, cazzuolini, mazzetta e scalpello di piccole dimensioni, martelline, vibroincisori ecc., di tutte le parti non compatibili con il supporto (legno, ferro, malte erose o gravemente degradate ecc.), ovvero stuccature od integrazioni realizzate con malte troppo crude (cementizie) in grado di creare col tempo stress meccanici. L'operazione dovrà avvenire con la massima cura evitando accuratamente di non intaccare il manufatto originale.

#### **Pulitura della superficie**

Ciclo di pulitura con d'acqua deionizzata e successiva spazzolatura (o con altra tecnica indicata negli elaborati di progetto) della superficie da trattare allo scopo di rimuovere sporco, polveri, oli, scorie e qualsiasi altra sostanza estranea al materiale lapideo. Tutte le operazioni di pulitura dovranno tendere a lasciare l'interno della lesione o del giunto privo di detriti o patine, ma con la superficie scabra, così da favorire un idoneo contatto con malta da ripristino. Nel caso in cui la superficie, oggetto di intervento, si dovesse presentare con efflorescenze saline od altre patologie derivate dalla presenza di sali si renderà indispensabile procedere alla desalinazione della muratura utilizzando metodi e tecniche dettate dalle indicazioni della D.L. (ad es., impacchi di polpa di cellulosa imbevuti in acqua deionizzata). Lo stesso criterio sarà utilizzato se l'apparecchio murario risultasse affetto da umidità di risalita capillare od ancora dovesse presentare muschi, licheni o vegetazione superiore infestante:

prima di qualsiasi intervento d'integrazione si dovrà procedere alla bonifica della muratura.

Per specifiche sulle tecniche di pulitura, desalinazione, bonifica o deumidificazione si rimanda a quanto esposto agli articoli specifici.

*Specifiche sulle stuccature:* saranno da evitare le stuccature a base di cementi tradizionali, perché questi potranno cedere ioni alcalini e solfati che potrebbero portare alla formazione di sali solubili dannosi per il materiale lapideo. Inoltre, gli impasti a base di cemento sono, spesso, meno porosi di molti materiali lapidei, cosicché, se si verificasse un movimento d'acqua all'interno di una struttura, la sua evaporazione e la conseguente cristallizzazione dei sali presenti potrebbe avvenire a carico delle parti più porose e non delle stuccature. Infine, le differenze di dilatazione termica fra pietra e cemento potrebbero provocare fessurazioni o danni di tipo meccanico (estratto dalla Raccomandazione NORMAL n. 20/85).

*Avvertenze:* sarà vietato effettuare qualsiasi procedura di stuccatura, integrazione o, più in generale, utilizzo di prodotti, anche

se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; su tale etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni ovverosia miscele di due liquidi rapporto volume/volume) o di concentrazione (se si tratterà di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

## **AG ml. 2. Stuccatura-Integrazione di elementi in laterizio**

L'intervento si rivolge agli apparecchi "faccia vista" in laterizio e avrà come obiettivo quello di mettere in sicurezza i frammenti in cui si sono suddivisi i laterizi, integrare le eventuali lacune (dovute alla disgregazione, erosione, alveolizzazione del materiale) e, allo stesso tempo, difendere l'apparecchio dagli agenti atmosferici. Sarà un'operazione, sia di consolidamento che di protezione, che dovrà essere necessariamente estesa anche alle più piccole lesioni e fratture del mattone, affinché la superficie non abbia soluzioni di continuità e possa, così, opporre alla pioggia ed agli agenti aggressivi ed inquinanti, un corpo solido e compatto.

Previa esecuzione delle operazioni preliminari di preparazione (asportazione parti non consistenti e lavaggio della superficie) ed abbondante bagnatura con acqua deionizzata della superficie oggetto d'intervento, si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati separati e successivi secondo la profondità della lacuna da riempire, al fine di evitare spaccature e lesioni durante la stagionatura e successivi rischi di distacco. L'impasto della malta sarà effettuato seguendo le indicazioni di progetto; in assenza di queste si potrà utilizzare uno stucco a base di grassello di calce (10 parti) caricato con tre parti di polvere di coccio pesto (30 parti); in alternativa il coccio pesto potrà essere sostituito per metà, o del tutto, con pozzolana (rapporto legante-inerte 1:3);

questo impasto potrà, eventualmente, essere "aiutato" con una parte di resina acrilica in emulsione al 10% in acqua con funzione di fluidificante (quantità < al 2%). La stuccatura sarà effettuata utilizzando cazzuolini, cucchiariotto o piccole spatole tipo quelle a foglia d'olivo evitando con cura di intaccare le superfici non interessate (sia con la malta, sia con gli attrezzi); a tal fine potrà essere conveniente schermare le superfici limitrofe utilizzando nastro di carta, o altro sistema idoneo. Con la spatola si dovrà dare forma alla porzione mancante del mattone costipando il materiale al fine di eliminare sia l'acqua in eccesso, sia di migliorare la compattezza e l'aderenza alla parte sana del laterizio oggetto di intervento.

Dovranno essere effettuate miscele di prova, delle quali si trascriveranno le proporzioni e si prepareranno dei piccoli campioni di malta, così da poterli avvicinare alla superficie da stuccare per la verifica del tono finale. Nel realizzare i provini delle malte bisognerà tener conto di eseguirli molto tempo prima per confrontare i colori dopo la presa e la naturale stagionatura.

In presenza di lievi fessure ovvero sacche intergranulari nel mattone, si potrà ricorrere ad applicare a pennello o mediante iniezioni una boiaccia (miscelata con l'ausilio di frusta da zabaione) simile a quella descritta precedentemente, ma con un rapporto legante-inerte di 1:1 (1000 parti di acqua; 100 parti calce idraulica naturale NHL 2; 100 parti coccio pesto o pozzolana; 10 parti di resina acrilica in emulsione; 1 parte di gluconato di sodio); le cariche saranno super ventilate (granulazioni inferiori a 60 µm). Al fine di favorire l'efficacia dell'assorbimento, in special modo per le iniezioni, si renderà necessario un pre-trattamento della cavità con acqua ed alcool denaturato con l'eventuale aggiunta di dispersione acrilica al 10%.

*Specifiche sul grassello:* si dovrà cercare di evitare la consuetudine di realizzare grassello semplicemente aggiungendo un'adeguata quantità d'acqua (circa il 20%) alla calce idrata. Così facendo si otterrà un grassello in appena 24 ore ma sarà un prodotto scadente; pertanto, risulterà opportuno utilizzare grassello di calce spenta da almeno sei mesi al fine di diminuire la possibilità che restino grumi di calce non spenta nella malta.

#### **Eventuale inserimento di armatura**

Nel caso in cui si dovesse operare in cospetto di parti mancanti consistenti si renderà necessario "armare" la stuccatura con rete metallica elettrosaldata a doppia zincatura a maglia stretta (per es., filo 2 mm maglia 10x10 mm) e/o con perni filettati di acciaio inossidabile, preferibilmente di tipo austenitico, della serie AISI 300L (314L o 316L), che presenterà anche buone doti di piegabilità (ad es., 2-3 \_ 4 mm), opportunamente sagomati allo scopo di migliorare l'aderenza al supporto della malta da ripristino. Si eseguiranno i fori per l'inserimento dei perni con trapano a sola rotazione a bassa velocità dopodiché, previa aspirazione degli eventuali detriti con pera di gomma ed iniezione di acqua deionizzata ed alcool, (rapporto 5:1 in volume) si inserirà il perno. In questa operazione si dovrà ricorrere ad ogni accortezza al fine di evitare danni o rotture ai manufatti.

I perni dovranno essere annegati in particolari malte a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 e pozzolana superventilata, rapporto 1:2, con l'eventuale aggiunta di gluconato di sodio (per migliorare la fluidità) ed, eventualmente, di cemento bianco (per aumentare le proprietà meccaniche). In alternativa si potranno utilizzare collanti a base di resine epossidiche a bassa viscosità, esenti da solventi,

polimerizzabili a temperatura ambiente ed in presenza di umidità. In ogni caso si utilizzerà un impasto di adeguata tixotropicità o fluidità in relazione alla dimensione e caratteristiche degli elementi da far riaderire.

*Specifiche sui perni:* dovrà essere evitato l'uso di metalli facilmente ossidabili come il ferro, il rame e le sue leghe; mentre potranno essere utilizzati con tutta tranquillità: perni in titanio o in acciaio inossidabile o, se l'integrazione interessa parti non sottoposte a particolari sollecitazioni meccaniche, barre in vetroresina. Il perno dovrà possedere buona stabilità chimica e coefficiente di dilatazione termica lineare e il più possibile vicino a quello dei materiali da ripristinare.

#### **Trattamento finale**

A presa avvenuta la superficie stuccata verrà trattata con spugna inumidita (esercitando una leggera pressione) con il risultato di arrotondare gli spigoli, compattare lo stucco e, nello stesso tempo, rendere scabra la superficie rendendola simile ai mattoni limitrofi. Allo scopo di rendere l'integrazione non troppo discordante dagli elementi originali, si può trattare la superficie con una patinatura di polvere di pozzolana (per maggiori dettagli si rimanda alla procedura specifica).

### **AG ml. 3. Stucature di elementi lapidei**

Lo scopo dell'intervento sarà quello di colmare le lacune e le discontinuità (parziale mancanza di giunti di malta, fatturazione del concio di pietra ecc.) presenti sulla superficie della pietra (qualsiasi sia la loro origine) così da "unificare" la superficie ed offrire agli agenti di degrado (inquinanti atmosferici chimici e biologici, nonché infiltrazioni di acqua) un'adeguata resistenza.

Prima esecuzione delle operazioni preliminari di preparazione (asportazione di parti non consistenti e lavaggio della superficie) e bagnatura con acqua deionizzata si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati separati e successivi secondo la profondità della lacuna da riempire: per le parti più arretrate sarà consigliabile utilizzare una malta a base di calce idraulica naturale NHL 2 a basso contenuto di sali composta seguendo le indicazioni di progetto e la tipologia di lapideo (ad es., si utilizzeranno, preferibilmente, delle cariche pozzolaniche su materiali di natura vulcanica e degli inerti calcarei se si opererà su pietre calcaree); in assenza di queste si potrà utilizzare, un impasto caricato con una parte di sabbia silicea lavata (granulometria costituita da granuli del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%) ed una parte di cocchio pesto; in alternativa al cocchio pesto si potrà utilizzare pozzolana ventilata (rapporto legante-inerte 1:3). La stuccatura si eseguirà utilizzando piccole spatole a foglia o cazzuolini evitando con cura di intaccare le superfici non interessate (sia con la malta sia con gli attrezzi); si potranno, eventualmente, mascherare le superfici limitrofe utilizzando nastro di carta. Nel caso occorra preparare una malta particolarmente resistente a compressione si potrà ricorrere

all'utilizzo di piccole quantità di cemento bianco esente da gesso e sali solubili; le eventuali quantità dovranno essere limitate in quanto il cemento bianco presenta notevoli ritiri in fase di presa (un sovradosaggio porterebbe a delle malte di eccessiva durezza, ritiro e scarsa permeabilità al vapore acqueo).

La stuccatura di superficie sarà eseguita con grassello di calce (sarà necessario utilizzare grassello ben stagionato; minimo 12 mesi, se non si avrà certezza sulla stagionatura si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione); la carica dell'impasto sarà di pietra macinata (meglio se tritata a mano così da avere una granulometria simile a quella del materiale originale); verrà, preferibilmente, utilizzata la polvere della pietra stessa o, in mancanza di questa, un materiale lapideo di tipologia uguale a quella del manufatto in questione in modo da ottenere un impasto simile per colore e luminosità;

potranno essere utilizzate anche polveri di cocchio pesto, sabbie silicee ventilate, pozzolana, o carbonato di calcio: rapporto tra legante-inerte di 1:3 (per es., 1 parte grassello di calce; 1 parte pietra macinata; 2 parti di polvere di marmo fine). Sarà consigliabile tenere l'impasto dello stucco piuttosto asciutto in modo da favorire la pulitura dei lembi della fessura.

In alternativa si potranno effettuare stucature di superficie invisibili utilizzando idoneo stucco costituito da elastomeri fluorurati e polvere della stessa pietra o altra carica con caratteristiche e granulometria simile (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all'articolo sul fissaggio e riadesione di elementi sconnessi e distaccati).

**Specifiche sulla stuccatura:** la scelta di operare la stuccatura a livello o in leggero sotto-quadro nella misura di qualche millimetro (così da consentirne la distinguibilità), dovrà rispondere principalmente a criteri conservativi; sovente, infatti, le integrazioni sottolivello creano percorsi preferenziali per le acque battenti innescando pericolosi processi di degrado. Gli impasti dovranno essere concepiti per esplicare in opera valori di resistenza meccanica e modulo elastico inferiori a quelle del supporto, pur rimanendo con ordini di grandezza non eccessivamente lontani da quelli del litotipo. A stagionatura ultimata si potranno verificare, in opera i seguenti intervalli di valori:

modulo elastico 10-20000 N/mm<sup>2</sup>;

resistenza meccanica compressione 30-50 N/mm<sup>2</sup>, flessione 7,5-9,5 N/mm<sup>2</sup>;

adesione al supporto a trazione diretta 1-4 N/mm<sup>2</sup> (in funzione della scabrosità della superficie);

permeabilità al vapore < 50  $\mu$  ;

resistenza al passaggio CO<sub>2</sub> 1000-3000  $\mu$  .

#### **Additivi organici**

Le malte utilizzate potranno essere caricate, se le disposizioni di progetto lo prevedono, con additivi organici (in quantità < al 2- 5%), quali: resine acriliche in emulsione al 10% in acqua con funzione di fluidificante, o, nel caso d'utilizzo con calce aerea, di colloidale protettore che tende a trattenere l'acqua, così da non far "bruciare" prematuramente la pasta da stucco. Qualora, invece, venga richiesta alla malta una forte adesività strutturale (ad es., per stuccature profonde non esposte ai raggi UV) ed un'alta resistenza meccanica sarà più opportuno impiegare resine termoindurenti come quelle epossidiche. In ogni caso, salvo diverse disposizioni della D.L., il rapporto legante-additivo sarà generalmente 10:1.

#### **Colore stuccatura**

Al fine di rendere possibile un'adeguata lettura cromatica si potrà "aiutare" il colore dell'impasto additivandolo con terre colorate e pigmenti (massimo 5% di pigmenti minerali o 10% di terre). Il colore della pietra si raggiungerà amalgamando, a secco, le cariche fino ad ottenere il tono esatto ma più scuro per bilanciare il successivo schiarimento che si produrrà aggiungendo la calce. Effettuate le miscele di prova si dovranno, necessariamente, trascrivere le proporzioni e preparare dei piccoli campioni di malta su mattone o lastra di pietra, così da poterli avvicinare alla superficie da stuccare per la verifica del tono finale. Per tutte quelle stuccature che interesseranno porzioni di muro vaste potrà essere preferibile ottenere una risoluzione cromatica in leggera difformità con la pietra originale.

#### **Trattamento finale**

A presa avvenuta, al fine di ottenere una stuccatura opaca, la superficie interessata verrà lavata e/o tamponata (esercitando una leggera pressione) con spugna inumidita di acqua deionizzata, così da compattare lo stucco, far emergere la cromia della punteggiatura ed eliminare eventuali residui di malta.

#### **AG ml. 4. Risarcimento-Stilatura giunti di malta**

L'intervento prevederà l'integrazione delle porzioni di malta mancanti e sarà eseguito mediante impasti plastici a base di calce con i requisiti di resistenza simili a quelle del materiale originale e con caratteristiche fisiche (tessitura, grana, colore ecc.) simile o discordanti in relazione alle disposizioni di progetto. Lo scopo della rabbocatura sarà quello di preservare le cortine murarie da possibili fenomeni di degradazione e di restituire continuità alla tessitura, al fine di evitare infiltrazioni od attacchi di vegetazione infestante, accrescendone le proprietà statiche. L'operazione di stillatura dovrà essere evitata (previa rimozione) su

manufatti saturi di sali, in particolare in presenza di estese efflorescenze saline, ovvero di muffe, polveri o parti non solidali che potrebbero impedire la solidificazione della malta tra gli elementi.

Previo esecuzione delle verifiche e delle operazioni preliminari (asportazione parti non consistenti e lavaggio della superficie) la procedura prevederà l'abbondante bagnatura con acqua pulita (specialmente se il substrato è particolarmente poroso) del giunto, così da garantire alla malta originale, ed alle superfici limitrofe l'utile saturazione, basilare per evitare che si verifichi l'assorbimento del liquido dalla nuova malta compromettendone la presa. Una volta inumidito il giunto si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati successivi secondo la profondità e la lunghezza della lacuna da riempire. Per l'impasto, seguendo le disposizioni di progetto, si potranno utilizzare appositi formulati costituiti da calce

idraulica, grassello di calce, sabbie od altri aggregati minerali di granulometria nota; per le parti più arretrate sarà opportuno utilizzare un impasto a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (ottenuta per calcinazione a bassa temperatura, esente da sali solubili, con un'ottima permeabilità al vapore) e sabbia di fiume vagliata (granulometria 0,5-1,5 mm). **In alternativa alla sabbia si potranno utilizzare altre cariche quali: pozzolana, o cocchio pesto (cocchio macinato disidratato ricavato dalla frantumazione d'argilla cotta a basse**

**temperature); in ogni caso il rapporto legante inerte sarà sempre di 1:2.** Questo strato di "fondo" si effettuerà utilizzando cazzuolino, cucchiaretto o una piccola spatola metallica facendo attenzione a non "sporcare" le superfici non interessate. A questo scopo sarà conveniente proteggere, preventivamente, con idonea pellicola protettiva (ad es., nastro di carta adesivo) o con teli di nylon, sia le superfici lapidee o laterizie dei conci che delimitano il giunto d'allettamento, sia gli eventuali serramenti od elementi ornamentali prossimi alla zona d'intervento. Per la stirlatura di finitura si potrà utilizzare un impasto a base di grassello di calce; la carica dell'impasto potrà essere di pietra macinata, sabbia di fiume fine (granulometria 0,5-0,8 mm) o, in caso di apparecchio in laterizi, polvere di cotto macinato: rapporto tra legante-inerte di 1:3. La scelta degli inerti sarà dettata dalle analisi preventive effettuate su materiali campioni, e dalla risoluzione cromatica che si vorrà ottenere in sintonia o in difformità con le malte esistenti.

Dopo un periodo di tempo sufficiente a consentire un primo indurimento dell'impasto si provvederà a "stringere" la malta mediante una leggera pressione della mano o della punta della cazzuola, così da compattarla e renderla più solida. Questa operazione andrà ripetuta dopo circa 5-6 ore d'estate e dopo 24 ore d'inverno nell'arco di mezza giornata fino a che, il giunto, apparirà coeso e senza cretti.

Se gli elaborati di progetto richiederanno un giunto con finitura scabra si potrà intervenire sulla malta della stillatura (appena questa abbia "tirato" ma sia ancora modellabile) "segnandola" con spazzola di saggina o tamponandola con tela di Juta ruvida. Si ricorda che la spazzola non dovrà essere strofinata sulla superficie, ma battuta leggermente, altrimenti si rischierà di danneggiare la rabbocatura. Saranno da evitare spazzole di ferro in quanto si potrebbero danneggiare il giunto ed i supporti limitrofi.

**Specifiche:** a seconda delle disposizioni di progetto l'operazione di integrazione-risarcitura potrà essere più o meno connotata;

si potrà, infatti, eseguire una stillatura dei giunti seguendo il filo esistente oppure eseguirla in leggero sottofilo, od ancora sfruttando la granulometria ed il colore degli inerti si potrà ottenere un risultato mimetico o di evidente contrasto tra la vecchia e la nuova malta.

Nel caso in cui il progetto preveda una risarcitura "mimetica" si dovrà porre particolare attenzione nell'individuazione della composizione e colorazione specifica della malta che dovrà accordarsi, mediante la cromia dell'impasto e la granulometria degli aggregati, una volta applicata ed essiccata; alla granulometria delle malte di supporto considerando le diverse gradazioni cromatiche e caratteristiche tessiture presenti nell'apparecchio murario dovute al diverso orientamento, esposizione agli agenti atmosferici ed alla presenza di materiali diversi.

#### **Trattamento finale**

L'operazione di stuccatura si completa con spugna ed acqua deionizzata per eliminare i segni della spazzola, far risaltare le dimensioni e la cromia dell'aggregato e per togliere le eventuali cariche distaccate che potrebbero conferire al giunto asciutto un aspetto polverulento.

### **CN ml. Operazioni di Consolidamento di materiali lapidei**

#### **CN ml. 1. GENERALITÀ**

Le procedure di consolidamento risultano essere sempre operazioni particolarmente delicate, e come tali necessitano di un'attenta analisi dello stato di fatto sia dal punto di vista della conservazione dei materiali sia del quadro fessurativo così da poter comprendere a fondo e nello specifico la natura del supporto e le cause innescanti le patologie di degrado; in riferimento a queste analisi si effettuerà la scelta dei prodotti e delle metodologie di intervento più idonee; ogni operazione di consolidamento dovrà essere puntuale, mai generalizzata; sarà fatto divieto di effettuare qualsiasi procedura di consolidamento o, più in generale, utilizzare prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione

di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; sull'etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni ovvero sia miscele di due liquidi rapporto volume/volume) o di concentrazione (se si tratta di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto

peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

Ad operazione eseguita dovrà, sempre, essere verificata l'efficacia, tramite prove e successive analisi, anche con controlli periodici cadenzati nel tempo (operazioni che potranno essere inserite nei programmi di manutenzione periodica postintervento).

**I consolidamenti che si potranno realizzare sono diversi:**

**consolidamento coesivo** il prodotto consolidante verrà applicato localmente o in modo generalizzato sulla superficie del materiale (consolidamento corticale) per ristabilire la coesione di frazioni degradate con gli strati sani sottostanti: l'obiettivo che si porrà sarà di ristabilire con un nuovo prodotto il legante degradato o scomparso. Le sostanze consolidanti potranno essere leganti dello stesso tipo di quelli contenuti nel materiale (consolidanti inorganici o a base di silicio), oppure sostanze sintetiche (consolidanti organici) estranee alla composizione originaria del materiale ma comunque in grado di migliorarne le

caratteristiche fisiche; di norma si realizzerà con impregnazione fino al rifiuto;

**consolidamento adesivo** con questo termine s'intenderà un'operazione di "rincollaggio" di rivestimenti distaccati dal loro supporto originale come, ad esempio, un frammento di pietra o uno strato di intonaco per i quali si renderà necessario ristabilire la continuità fra supporto e rivestimento. Questo tipo di consolidamento, avverrà tramite iniezioni di malte fluide o resine acriliche in emulsione ovvero, con ponti di pasta adesiva a base di calce idraulica o resina epossidica. Sarà obbligatorio verificare, anche sommariamente, il volume del vuoto da riempire al fine di scegliere la giusta "miscela" da iniettare. Cavità piuttosto ampie dovranno essere riempite con malte dense e corpose; al contrario, modeste cavità necessiteranno di betoncini più fluidi con inerti piuttosto fini.

**CN ml. 2. Fissaggio e riadesione di elementi sconnessi e distaccati (mediante perni)**

La procedura ha come obiettivo quello di far riaderire parti in pietra staccate o in fase distacco mediante idonei adesivi sia a base di leganti aerei ed idraulici (calci) sia leganti polimerici (soprattutto resine epossidiche). Si ricorrerà a questa procedura allorché si dovranno incollare, o meglio riaderire, piccole scaglie di materiale, porzioni più consistenti, riempire dei vuoti o tasche associate a un distacco di strati paralleli alla superficie esterna della pietra (dovuti ad es., a forti variazioni termiche). La procedura applicativa varierà in ragione dello specifico materiale di cui sarà costituito l'elemento da incollare, dei tipi di frattura che questo presenterà e che occorrerà ridurre e dei vuoti che sarà necessario colmare affinché l'operazione risulti efficace.

Nel caso di interventi su manufatti e superfici particolarmente fragili e degradate e su frammenti molto piccoli, l'adesivo dovrà presentare una densità e un modulo elastico il più possibile simile a quello del o dei materiali da incollare in modo tale che la sua presenza non crei tensioni tra le parti; per la riadesione di pellicole pittoriche, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, sarà opportuno utilizzare un'emulsione acrilica (tipo *Primal AC-33*) al 2-3% diluita in alcool incolore stesa a pennello a setola morbida.

Allorché si dovranno riaderire dei frammenti o porzioni più consistenti, sarà preferibile inserire adeguati sistemi di supporto costituiti da perni in acciaio inossidabile AISI 316L (minimo \_ 4 mm), in titanio o, se l'incollaggio interesserà parti non sottoposte a particolari sollecitazioni meccaniche, barre in vetroresina. La procedura operativa seguirà quella descritta all'articolo sulle stuccature degli elementi lapidei.

In alternativa alla malta di calce idraulica, per il fissaggio e la riadesione di parti più consistenti si potranno utilizzare modeste porzioni di resina epossidica (bicomponente ed esente da solventi) in pasta stesa con l'ausilio di piccole spatole ed eventualmente, se indicato dagli elaborati di progetto, caricate con aggregati tipo carbonato di calcio o sabbie silicee o di quarzo al fine di conferire maggiore consistenza alla pasta e consentire il raggiungimento degli spessori previsti. I rinforzanti da impiegare per la formazione di

betoncini di resina dovranno avere un tasso d'umidità in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; salvo diverse prescrizioni di progetto, le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%.

In ogni caso si ricorrerà ad un impasto d'adeguata tissotropicità o fluidità in relazione alla dimensione e caratteristiche degli elementi da far riaderire. Durante la fase di indurimento dell'adesivo sarà necessario predisporre dei dispositivi di presidio temporaneo costituiti, a seconda delle dimensioni del frammento, da carta giapponese, nastro di carta, morsetti di legno ecc. facendo attenzione a non danneggiare in alcun modo il manufatto.

Al fine di coprire gli eventuali ponti di resina epossidica, stesi per il consolidamento, si potrà utilizzare un betoncino elastico del colore simile al supporto originario, ottenuto dall'impasto fra polvere della stessa pietra e da un legante copolimero vinilidene fluoro-esafluoropropene al 10% in acetone (tipo *Akeogard stucco*). La preparazione dell'impasto, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, avverrà amalgamando una parte in peso di prodotto con 0,75 parti d'inerte della stessa granulometria e colore dell'originale (in alternativa si potrà utilizzare sabbia silicea con granulometria tra 0,10-1,5 mm e aiutare il colore con pigmenti in polvere) mescolando bene fino ad ottenere una consistenza simile ad una malta. Sarà consigliabile non preparare grandi quantità di stucco al fine di evitare la presa prima della completa messa in opera. Il prodotto sarà completamente reversibile tramite acetone.

#### **CN ml. 5. Sigillatura materiali lapidei (mediante resine sintetiche)**

La procedura prevedrà l'esecuzione di stuccature delle soluzioni di continuità mediante intasamento eseguito con iniezione, colatura o spatola in profondità di miscela adesiva costituita da polimeri sintetici acrilici in soluzione, o in emulsione, caricata con carbonato di calcio o polvere di pietra macinata (in alternativa si potranno utilizzare polveri di cocchio pesto o cariche pozzolaniche); le resine acriliche non potranno, causa la loro natura termoplastica, essere impiegate come adesivi strutturali, pertanto se si rendesse necessario effettuare una sigillatura con tale caratteristica sarà opportuno ricorrere ad un adesivo

epossidico bicomponente (componente A = resina, componente B = indurente, i più utilizzati sono indurenti che reagiscono a temperatura ambiente come gli amminici o ammidici il rapporto tra A e B sarà variabile da 1:1 a 1:4) esente da solventi, dietro specifica indicazione di progetto il composto potrà essere caricato con sabbia silicea (granulometria massima 0,3 mm), filler, quarzo. I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere un tasso d'umidità in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; salvo diverse prescrizioni di progetto, le miscele

secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%. Normalmente il composto di resina epossidica verrà preparato a piè d'opera e, a seconda del tipo di impasto (fluidico, colabile, tissotropico), in relazione alle necessità di progetto,

potrà essere applicato a pennello con setole rigide, con iniettori, o con spatole in ogni caso sotto scrupoloso controllo dal momento che presenta, generalmente, un limitato tempo pot-life. Nel caso in cui si prevederà, invece, l'utilizzo di composti a base di resina acrilica, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, si utilizzerà lattice acrilico (tipo *Primal AC-33*) aggiungendo al lattice non diluito una quantità adeguata di carbonato di calcio sino a rendere la maltina estraibile.

La procedura prevedrà, dopo le opportune operazioni preliminari di pulitura, eventuale preconsolidamento di parti particolarmente decoese o distaccate e, la predisposizione di opportune protezioni (ad es., delimitazione con nastro di carta) sulle superfici limitrofe a quelle da consolidare in modo da evitare che queste vengano a contatto con il prodotto consolidante,

l'esecuzione d'idonee campionature al fine di valutare la quantità e la tipologia del consolidante. Eseguite tutte queste operazioni si potrà procedere alla sigillatura in profondità delle soluzioni di discontinuità mediante l'utilizzo di siringhe o piccole spatole secondo le dimensioni delle fessurazioni da sigillare e le specifiche di progetto, in ogni caso la resina dovrà penetrare fino a rifiuto nel vuoto da colmare tra le facce e frammenti destinati a combaciare nella nuova unione. Durante la procedura sarà opportuno che

siano controllate eventuali vie di fuga che potrebbero far percolare il materiale intromesso (specialmente se

verrà fatto uso di resine epossidiche), in tal caso si renderà necessaria l'immediata rimozione con spugne o tamponi umidi se si utilizzeranno maltine a legante acrilico, con acqua e detergenti idonei (ovvero seguendo scrupolosamente le indicazioni del produttore della resina) se invece si utilizzeranno adesivi epossidici. Una volta che sarà verificato "l'intasamento" della fessurazione si potrà passare alla realizzazione di stuccature di superficie costituite da malte a base di leganti idraulici naturali a basso contenuto di sali, sabbie silicee vagliate e lavate (granulometria 0-1,2 mm), eventuali additivi polimerici, terre colorate o pietre macinate in ogni caso eseguite seguendo la procedura descritta all'articolo sulle stuccature di materiali lapidei.

In alternativa si potranno effettuare delle stuccature invisibili utilizzando idoneo stucco costituito da elastomeri fluorurati e polvere della stessa pietra utili anche a coprire micro lesioni o fori di trapani (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all'articolo sul fissaggio e riadesione d'elementi sconnessi e distaccati).

**Specifiche sui materiali:** le resine epossidiche prodotti termoindurenti (molecole tridimensionali) sono ottenute dalla formazione di catene con due tipi di molecole con un gamma illimitata di variazioni possibili (questa caratteristica fa sì che non esista un solo tipo di resina epossidica, ma svariati formulati epossidici che cambiano di volta in volta le proprie caratteristiche a seconda sia del rapporto resina-indurente sia degli eventuali additivi plastificanti, fluidificanti, acceleranti ecc.) presentano il vantaggio di poliaddizionarsi senza produrre sottoprodotti che porterebbero ad un aumento di volume. Si distinguono dalle resine acriliche per l'elevato potere collante che ne giustifica l'uso come adesivo strutturale; presentano una buona resistenza chimica (soprattutto agli alcali), resistano molto bene all'acqua ed ai solventi organici. I maggiori pregi delle resine epossidiche risiederanno nelle loro elevate proprietà meccaniche (resistenze a compressione, a trazione, a flessione), nella perfetta adesione al supporto e nel ritiro molto limitato durante l'invecchiamento; gli svantaggi sono riconducibili alla difficoltà di penetrazione

(dovuta all'elevata viscosità), alla bassa resistenza al calore ed ai raggi ultravioletti (con i conseguenti fenomeni d'ingiallimenti e sfarinamento superficiale).

Per le resine acriliche si rimanda a quanto detto all'articolo sul consolidamento mediante impregnazione.

#### **CN ml. 6. Consolidamento in profondità mediante iniezioni con miscele leganti**

La procedura sarà eseguita al fine di consolidare strati di intonaco, anche affrescato, distaccato dal supporto, così da risarcire le eventuali lesioni e riempire le sacche perimetrali presenti tra il substrato e l'apparecchio retrostante. Prima di procedere al consolidamento vero e proprio sarà necessario effettuare delle operazioni di "saggiatura" preventiva eseguite mediante leggera, ma accurata battitura manuale, (tramite martelletto di gomma o semplicemente con le nocche della mano) sulla muratura al fine di individuare con precisione sia le zone compatte sia delimitare (ad es., con un segno tratteggiato a gesso) il perimetro di quelle in fase di distacco (zone gonfiate e formanti "sacche"). In alternativa potranno essere individuate le zone di distacco mediante indagine termografica od altra indagine non distruttiva specificata dagli elaborati di progetto.

In assenza di piccole fessure, lacune o fori già presenti sulle superfici intonacate attraverso le quali operare l'iniezione si eseguiranno delle perforazioni, tramite piccolo trapano a mano (se le condizioni di conservazione del materiale lo consentono si potrà usare trapano elettrico) ad esclusiva rotazione con una punta di circa 2-4 mm (in caso di microconsolidamento si potrà ricorrere all'utilizzo di punteruoli), rade nelle zone ben incollate e più ravvicinate in quelle distaccate; il numero dei fori sarà proporzionato all'entità del distacco ed indicato negli elaborati di progetto (in assenza di indicazioni si potrà operare in ragione di 8-10 fori per m<sup>2</sup>); in genere la distanza tra loro sarà di circa 40-60 cm mentre, la loro localizzazione, sarà tale da favorire il percolamento della miscela da iniettare, pertanto sarà necessario iniziare la lavorazione a partire dalla quota più elevata. In caso di distacco d'estensione limitata si potrà procedere all'esecuzione di un unico foro ed eventualmente, di un secondo se necessario per la fuoriuscita dell'aria dalla sacca di distacco durante l'immissione del consolidante.

Dopo aver eseguito le perforazioni si renderà necessario aspirare, attraverso una pera di gomma, gli eventuali detriti della foratura, le polveri e quanto altro possa ostacolare la corretta immissione e percolazione della miscela. In seguito si eseguirà una prima iniezione di acqua deionizzata ed alcool (5:1 in volume) con lo scopo di creare dei canali nella parte retrostante e di verificare allo stesso tempo l'eventuale esistenza di lesioni o fori da dove la miscela consolidante potrebbe fuoriuscire; in presenza di queste fessure si procederà alla loro puntuale stuccatura (che verrà rimossa a presa avvenuta) tramite malta

“magra”, a bassa resistenza meccanica di ancoraggio al supporto, cotone idrofilo, lattice di gomma, argilla ecc. In presenza di forti distacchi e di supporti in buono stato di conservazione, si potranno inserire nel foro piccole guarnizioni in gomma a perfetta tenuta opportunamente sigillate per impedire la fuoriuscita del prodotto.

Risultati soddisfacenti potranno essere raggiunti con miscele formate da 2 parti di calce aerea naturale a basso peso specifico e 1 parte di metacaolino pozzolanico o cocci pesto superventilato e lavato (rapporto 1:1) con l'aggiunta di una minima parte di resina acrilica in emulsione al 10% in acqua (con funzione di fluidificante). In alternativa si potrà ricorrere ad una miscela formata da 1 parte di grassello di calce (sostituibile parzialmente o totalmente con calce idraulica naturale NHL 2) e 1 parte di carbonato di calcio (granulometria 0,02-0,06 mm), la miscela sarà diluita con percentuali del 5-10% di resina acrilica (con

funzione di colloidale protettore o verosia tenderà a trattenere l'acqua così da non far “bruciare” prematuramente la miscela iniettata) ed eventualmente additivata con gluconato di sodio (con funzione di fluidificante), nei casi di distacchi consistenti, con una parte di cocci pesto vagliato e lavato o in alternativa pozzolana (granulometria massima 0,5 mm).

Per distacchi di lieve entità, fra strato e strato, con soluzioni di continuità dell'ordine di 0,5 mm, non essendo possibile iniettare miscele idrauliche si rileverà utile una micro-iniezione di una parte di resina acrilica in emulsione acquosa in concentrazione variabile (comunque comprese tra l'8% e il 10%), caricata con 0,5-1 parte di carbonato di calcio o polvere di pomice (granulometria tra 0,02 mm e 0,06 mm) per rendere il composto più granuloso e facilitare l'aggrappaggio dello stesso al supporto da consolidare.

Un'altro composto utilizzabile in ambienti interni e, per piccole cavità (spessore non superiore a 4-5 mm), sarà il caseato di calcio, ottenuto mescolando caseina lattica e grassello di calce; esistono due tipi di “ricette”: la prima (alla fiorentina) si comporrà di una parte di caseina; 4 parti di grassello di calce; 0,4 parti di resina acrilica in emulsione la seconda, (alla romana) sarà costituita da 1 parte di caseina (gonfiata nell'acqua); 9 parti di grassello di calce; 1/5 parte di dispersione acrilica (allo scopo di elasticizzare l'adesivo); questo composto presenterà sia ottime proprietà collanti sia ottima stabilità nel tempo, ma avrà l'inconveniente di avere tempi d'incollaggio molto lenti. Il caseato di Calcio, dopo la presa, sarà fragile a trazione e resterà permeabile al vapore acqueo, per questo potrà essere indicato utilizzarlo in ambienti asciutti.

Prima umidificazione del foro e della zona circostante con acqua pulita, si eseguiranno le iniezioni con una normale siringa di plastica (da 10 cc o 60 cc) procedendo attraverso i fori posti nella parte più bassa per poi avanzare, una volta che la miscela fuoriuscirà dai fori limitrofi, verso quelli situati in alto (questo per evitare sia che squilibri di peso possano alterare l'eventuale precario equilibrio della struttura sia per favorire la distribuzione uniforme del consolidante); nel caso in cui la miscela non dovesse penetrare in profondità si passerà al foro successivo. Ad infiltrazione del formulato avvenuta, passati circa 30-35 minuti, si procederà con il consolidamento di un'altra area di distacco.

Le iniezioni verranno eseguite, o tramite la punta dell'ago metallico (fori ed aree di modeste dimensioni od in presenza di intonaci particolarmente degradati), o direttamente dal beccuccio della siringa nel foro di accesso attraverso una cannula precedentemente posizionata (in caso di sacche di maggior dimensione ed estensione), controllando e graduando la compressione dello stantuffo. Le miscele dovranno essere iniettate a bassa pressione poiché le tensioni prodotte dal fluido sotto pressione, alterando l'equilibrio del manufatto, potrebbero causare pericolosi fenomeni di precarietà statica. Nel corso dell'operazione occorrerà stare attenti che il colante non fuoriesca da fori o linee di fratture limitrofe sulla superficie sottostante, nel caso questo succedesse si procederà all'immediata pulizia tramite spugnette ad alto potere assorbente (ad es., ritagli di gommapiuma o spugnette tipo *Blitz Fix*). In caso di iniezione per mezzo di ago metallico sarà consigliabile tamponare il punto di innesto dell'ago con un batuffolo di

cotone imbevuto di acqua distillata al fine sia di favorire la riadesione del supporto sia in modo da asportare l'eventuale prodotto in eccesso fuoriuscito dai fori. Per la riadesione di elevate superfici d'intonaco, potrà

rilevarsi utile una compressione della superficie in questione tramite una pressione regolare ed uniforme, sia durante il periodo di iniezione del consolidante, sia durante la presa; tale pressione potrà essere eseguita, a seconda dei casi, per mezzo di mani, molle, martinetti a vite montati sull'impalcatura, tavolette di legno rivestite di feltro o carta per una durata variabile da qualche decina di minuti a 12-14 ore in ragione del tipo e della quantità di prodotto immesso.

Privo indurimento del consolidante (minimo 7 giorni) si rimuoveranno manualmente le stuccature provvisorie e le eventuali, cannule in gomma e si sigilleranno i fori con stucco costituito da grassello di calce e polveri di marmo (per maggiori dettagli sulla stuccatura si rimanda alla procedura specifica). Il collaudo si effettuerà mediante le stesse tecniche non distruttive utilizzate per individuare le zone di intervento.

**Specifiche sui materiali:** l'iniezione della sola emulsione acrilica dovrà essere evitata (se non dietro specifica indicazione di progetto) in quanto potrebbe dar vita ad un corpo di plastica che riempirebbe la sacca ma non farebbe riaderire le facce distaccate.

Anche l'iniezione di calce idrauliche naturali potrà avere degli inconvenienti in quanto il calcio idrato potrebbe non carbonatare all'interno della muratura, e migrare dentro di essa (a causa della sua parziale solubilità in acqua) provocando efflorescenze di calcio carbonato in superficie o, in presenza di solfati e alluminati potrebbe reagire dando vita a subflorescenze quali thaumasite o ettringite.

**Specifiche sui materiali premiscelati:** nel caso in cui il progetto dovesse prevedere l'uso di malta premiscelata per iniezioni sarà opportuno che questa sia a base di calce naturale, priva di sali solubili, rafforzata con metacaolino purissimo ad alta reattività pozzolanica (od in alternativa con polvere di coccio pesto) e caricata con carbonato di calcio scelto e micronizzato, (o perlite superventilata se si ricerca una malta a basso peso specifico) a cui non andranno aggiunti additivi quali ritenitori d'acqua di

origine naturale e superfluidificanti al fine di poter iniettare la miscela a bassa pressione. Nel caso d'iniezioni per riadesione di parti intonacate o per riempire sacche vuote potrà essere conveniente che la malta premiscelata presenti un basso peso specifico (variabile da 0,4 kg/dm<sup>3</sup> a 1,02 kg/dm<sup>3</sup>). Le caratteristiche medie di una malta per iniezione premiscelata dovranno essere: bleeding assente, fluidità iniziale e dopo 60 min. < 20 sec., granulometria aggregati 0-0,03 mm, inizio presa a +20°C 20-24 h, fine presa a +20°C 44-48 h, resistenza a compressione a 7 gg 20-30 N/mm<sup>2</sup>, a 28 gg 45-55 N/mm<sup>2</sup>, resistenza a

flessione a 7 gg. 6-8 N/mm<sup>2</sup>, a 28 gg. 10-15 N/mm<sup>2</sup>, modulo elastico > 3000 N/mm<sup>2</sup>, temperatura massima durante l'indurimento < 30°C, ritiro 0,7-1,8 \_\_m, ritenzione acqua > 80%, permeabilità al vapore 3-4 \_.

Il prodotto dovrà essere miscelato con acqua potabile pulita (la quantità di acqua sarà variabile a seconda del prodotto scelto da un minimo di 5-5,5 l ad un massimo di 8,5-9 l per sacco da 10 kg); in ogni caso, sarà consigliabile, introdurre, inizialmente, nel miscelatore solo i 3/4 di acqua necessaria e di omogeneizzare a bassa velocità per qualche minuto, aggiungendo di seguito la restante acqua, mescolando ancora qualche minuto fino ad ottenere la consistenza voluta. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa.

## **CN ml. 7. Consolidamento lastre lapidee da rivestimento (messa in sicurezza)**

### **CN ml. 7.1. Generalità**

Prima di procedere ad un qualsiasi intervento di smontaggio e successivo consolidamento che potrebbe, se mal effettuato, andare a peggiorare la situazione (per maggiori dettagli sulla procedura di smontaggio si rimanda a quanto detto all'articolo specifico) sarà, sempre conveniente preventivare un'accurata campagna diagnostica preliminare piuttosto approfondita volta a conoscere in maniera completa il manufatto oggetto di intervento, i materiali che lo compongono, la loro consistenza fisicomaterica,

le tecniche costruttive e di ancoraggio, le patologie in atto, le lesioni esistenti, le eventuali cause indirette di degrado, non sottovalutando mai la possibilità di consistenza di situazioni diversificate nell'ambito dello stesso apparecchio murario.

Non di rado, la causa del dissesto del rivestimento lapideo potrà essere attribuita all'assenza di punti d'appoggio distribuiti a varie quote, i quali permetterebbero di assorbire frazionatamente il peso delle lastre. Il paramento potrà, inoltre, essere ancorato alla muratura di supporto, attraverso un'imbottitura posteriore completa o parziale eseguita con colatura di malta di calce, in questo caso con il passare del tempo, a causa della perdita progressiva di adesività della malta alla struttura, le sollecitazioni delle lastre potrebbero diventare insostenibili.

In altri casi le strutture di sostegno utilizzate (per lo più zanche) potrebbero essere in ferro, materiale che con il passare del tempo potrebbe subire fenomeni di forte ossidazione e corrosione causando, sul rivestimento lapideo: l'ovvia perdita del sostegno (che non sarà più in grado di reggerlo), la generazione di sforzi di trazione, causati dal maggior peso specifico degli ossidi e idrati di ferro nonché sgradevoli colature di ruggine che andranno a deturpare il pannello lapideo. Allo stesso tempo, nel caso in cui il manufatto avesse già subito un'operazione di manutenzione, potrebbe verificarsi il fenomeno opposto ovvero, la presenza di un numero elevato di tasselli potrebbe vincolare eccessivamente la struttura generando situazioni tensionali insopportabili (per questo risulterà opportuno procedere alla loro eliminazione, progettando un nuovo e più idoneo sistema di ancoraggio).

Raramente gli ancoraggi preesistenti si presenteranno efficienti e ben conservati, in tal caso potranno comunque essere integrati all'interno di un valido sistema di messa in sicurezza; se dovessero rilevarsi ancoraggi assolutamente inefficienti, ormai inutili, ma non dannosi poiché realizzati con materiali stabili e posizionati in modo da non disturbare la struttura, si potrà, dietro specifica indicazione di progetto, lasciarli in opera.

Non di rado, si rileva la mancanza di efficienti sigillature tra i pannelli se non addirittura di adeguati giunti di dilatazione, in questo modo l'acqua piovana, non incontrando idonee barriere, riuscirà facilmente ad infiltrarsi velocizzando la corrosione delle zanche in ferro, erodendo la malta di allettamento ed innescando tutta una serie di patologie (creazione di muschi, cristallizzazione dei sali, cicli di gelo e disgelo ecc.) dannose al rivestimento. L'assenza dei giunti di dilatazione potrà costituire un punto critico della struttura, tanto da determinare pressioni insostenibili indotte dalle variazioni della temperatura.

### **CN ml. 7.2. Messa in sicurezza**

Previa esecuzione di tutte le procedure di smontaggio e di analisi preventive CN ml. 7.2.1. Messa in sicurezza con sistemi di fissaggio portanti rigidi I sistemi portanti rigidi più comunemente utilizzati sono:

Σ piattina metallica (dimensioni minime 6x40x250-300 mm) da inserire nelle scanalature (di dimensioni di circa 2-3 mm superiori a quella della piattina) eseguite nei bordi di due pannelli sovrapposti, munita di doppia zancatura (costituita da due monconi di dimensioni minime 8x40x100 mm) annegate nella muratura d'ambito con malta di calce idraulica naturale NHL 5 a ritiro compensato. Le zanche di questo tipo si rileveranno particolarmente resistenti e quindi indicate per lastre di grande spessore (maggiore 3-4 cm);

Σ piattina metallica (dimensioni minime 8x60x150-180 mm) sdoppiata, in ambedue le teste, in due lembi ripiegati in versi opposti: un'estremità si inserirà nelle scanalature (di dimensioni di circa 2-3 mm superiori a quella della piattina) eseguite nei bordi di due pannelli sovrapposti, l'altra estremità verrà inghisata nella muratura con malta di calce a ritiro compensato, questo sistema potrà essere utilizzato per lastre di spessore medio-grande (2-3 cm); Σ due piattine metalliche (dimensioni minime singola piattina 6x40x150 mm) accostate e ripiegate in versi opposti alle estremità in modo da trattenerle separatamente, i bordi di due pannelli contigui, le zanche dovranno essere posizionate sui bordi orizzontali del pannello di spessore medio-grande;

Σ sistema con tassello meccanico (ad espansione forzata o geometrica) o chimico (tasselli a calza, a rete, a bussola retinata o a fiala di vetro, in ragione del supporto murario, la fiala di vetro sarà da utilizzarsi solo in presenza di materiali compatti) da inserire in perfori eseguiti sul pannello mediante l'ausilio di strumenti a sola rotazione (ad es., carotatrici); i tasselli dovranno essere serrati seguendo i tempi ed il valore del carico previsto, così da evitare sia serraggi troppo elevati che potrebbero provocare fenomeni

di snervamenti delle viti sia serraggi troppo lenti che non garantirebbero un'adeguata rigidità all'ancoraggio. Questo sistema rigido sarà adatto per pannelli di spessore medio-grande.

Il tassello meccanico ad espansione forzata o geometrica sarà inserito nel perforo (precedentemente ben pulito con scovolino) con un'adeguata, quanto debole, percussione dopo aver controllato l'assialità dell'elemento, si passerà all'operazione di serraggio mediante l'ausilio d'idonea chiave dinamometrica tarata al valore di carico prefissato dal progetto. L'ancoraggio con i tasselli ad espansione geometrica, al contrario di quello a percussione, provocherà meno tensioni nel materiale di supporto e, pertanto, consentirà l'applicazione con interasse e distanze dai bordi ridotti.

L'esecuzione del fissaggio del tassello chimico sarà leggermente differente: la procedura prevederà, previo inserimento del tassello a rete, a calza o di una bussola retinata (in ragione del tipo di materiale costituente il supporto) di dimensioni uguali a quelle del foro (precedentemente ben pulito sia con scovolino sia con soffietto) e lunghezza misurata a partire dal fondo cieco della perforazione, l'estrusione, mediante pompa manuale o pneumatica, della resina collante entro i fori precedentemente predisposti iniziando l'iniezione dal fondo sino al riempimento di circa 2/3 del volume della cavità. Successivamente si inserirà

manualmente, con movimento circolare, la barra metallica filettata, con  $\phi$  e lunghezza stabiliti dagli elaborati di progetto; al fine di favorire l'introduzione nella resina sarà vantaggioso tagliare la punta della barra a 45°. Dopo aver controllato la corretta assialità si procederà all'inserimento della rondella di guarnizione (in resina siliconica), alla rondella in metallo ed al dado, passato il tempo necessario affinché la resina indurisca (circa 60-90 minuti) si potrà procedere al serraggio del dado con l'ausilio di chiave dinamometrica tarata al valore di carico prefissato dal progetto.

## **PR ml. Operazioni di protezione dei materiali lapidei**

### **PR ml. 1. Generalità**

Considerato l'impatto e il ruolo attribuito ai protettivi la loro scelta dovrà essere operata sulla base dei risultati delle analisi di laboratorio realizzate su campioni di materiale; i provini dovranno essere preservati così da essere in grado di valutare l'effettiva efficacia e la durata nel tempo. Le campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L. dovranno, necessariamente, essere catalogate ed etichettate; su tale etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni ovverosia miscele di due liquidi rapporto volume/volume) o di concentrazione (se si tratterà di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

La durata e l'inalterabilità del prodotto dipenderanno, principalmente, dalla stabilità chimica e dal comportamento in rapporto alle condizioni igrotermiche e all'azione dei raggi ultravioletti. L'alterazione dei composti, oltre ad essere determinante sulle prestazioni, potrà portare alla composizione di sostanze secondarie, dannose o insolubili, che invalideranno la reversibilità del prodotto.

### **PR ml. 2. Applicazione di impregnante idrorepellente**

La procedura dovrà essere eseguita alla fine del ciclo di interventi previsti e solo in caso di effettivo bisogno, su apparecchi murari e manufatti eccessivamente porosi esposti sia agli agenti atmosferici, sia all'aggressione di umidità da condensa o di microrganismi animali e vegetali.

L'applicazione si effettuerà irrorando le superfici dall'alto verso il basso, in maniera uniforme ed abbondante fino a completa saturazione del supporto. Le mani da applicare dipenderanno dalla capacità di assorbimento del supporto in ogni caso non potranno essere inferiori a due passaggi (consumo variabile da 0,2 a 1 l/m<sup>2</sup>). L'intervallo di tempo tra le varie applicazioni potrà variare, fermo restando che la mano precedente sia stata completamente assorbita, di norma i prodotti saranno applicati:

Σ a spruzzo, tramite l'utilizzo di apposite apparecchiature in grado di vaporizzare il liquido messo in pressione manualmente o da pompa oleo-pneumatica;

Σ a pennello morbido o rullo sino a rifiuto, utilizzando i prodotti in soluzione particolarmente diluita, aumentando gradualmente la concentrazione sino ad oltrepassare lo standard nelle ultime mani. Sarà

utile alternare mani di soluzione delle resine (se in solvente) a mani di solo solvente per ridurre al minimo l'effetto bagnato (per maggiori dettagli sulle tecniche d'applicazione si rimanda a quanto detto nell'articolo sul consolidamento per impregnazione).

Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto il trattamento protettivo dovrà essere applicato su supporti puliti, asciutti, privi d'umidità e di soluzioni di continuità (fessure superiori di 0,3 mm dovranno essere adeguatamente stuccate come da articoli specifici) a temperature non eccessivamente alte, intorno ai 20 °C (possibilmente su apparecchi murari non esposti ai raggi solari) al fine di evitare una brusca evaporazione dei solventi utilizzati. I prodotti utilizzabili, di norma, dovranno possedere un basso peso molecolare ed un elevato potere di penetrazione; buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti

atmosferici; buona resistenza chimica in ambiente alcalino; assenza d'effetti collaterali e la formazione di sottoprodotti di reazione dannosi (produzione di sali); perfetta trasparenza ed inalterabilità dei colori; traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%; risultare atossici.

Sarà sempre opportuno, a trattamento avvenuto, provvedere ad un controllo (cadenzato nel tempo) mirato a controllare la riuscita dell'intervento così da verificarne l'effettiva efficacia.

La pluralità del potere idrorepellente sarà direttamente proporzionale alla profondità di penetrazione all'interno dei materiali.

Penetrazione e diffusione del fluido dipenderanno, quindi, dalla porosità del materiale, dalle dimensioni e dalla struttura molecolare della sostanza impregnante in relazione al corpo poroso (pesanti macromolecole ricche di legami incrociati non attraverseranno corpi molto compatti e si depositeranno in superficie), dell'alcalinità del corpo poroso, dalla velocità e catalisi della reazione di condensazione (prodotti fortemente catalizzati possono reagire in superficie senza penetrare nel supporto).

**Specifiche sui materiali:** i protettivi più efficaci per materiali lapidei (naturali ed artificiali tipo intonaci e cotti) apparterranno fondamentalmente alla classe dei composti organici e dei composti a base di silicio la scelta sarà in ragione alle problematiche riscontrate.

#### **Composti organici**

Elastomeri fluororati: protettivi idro e oleorepellenti con caratteristiche di aggreganti superficiali (adatti anche per il consolidamento corticale). Il prodotto manterrà costanti nel tempo le sue caratteristiche chimico-fisiche: ottime doti di stabilità, reversibilità e permeabilità al vapore d'acqua, generalmente verranno disciolti in solventi organici (ad es. acetone, acetato di butile ecc.) dal 2-3% fino al 7-10% in peso (la viscosità elevata consiglia tuttavia di utilizzare soluzioni a basse concentrazioni) e potranno essere applicati a pennello o a spray in quantità variabile a seconda del tipo di materiale da trattare e della sua porosità. Il loro impiego dovrà essere attentamente valutato quando in presenza di manufatti fortemente degradati si richiederanno particolari prestazioni ai prodotti protettivi.

#### **Composti a base di silicio**

Silani (alchil-alcossi-silani monomeri): date le ridotte dimensioni delle molecole (uguali a quelle dell'acqua) presenteranno ottima penetrabilità e saranno capaci di idrofobizzare i capillari più piccoli e di opporre resistenza alla penetrazione dei cloruri e dei sali solubili. Presenteranno la capacità di trattare superfici umide grazie alla possibilità di solubilizzazione in solventi polari quali alcoli ed acqua; generalmente utilizzati su supporti alcalini e silicei, risulteranno perciò convenienti su oggetti in cotto, materiali lapidei, tufo, intonaci in malta bastarda ecc.; il loro uso sarà sconsigliato su marmi carbonatici e intonaci di calce

aerea. Normalmente saranno utilizzati in soluzioni di solvente con concentrazione in secco variabile dal 20 al 40% in peso; in casi particolari si potranno utilizzare anche al 10%. Il loro impiego sarà, in ogni modo, abbastanza limitato in quanto la notevole volatilità del composto ed un'eventuale pioggia battente a breve distanza di tempo dal trattamento (in pratica prima della polimerizzazione) potrà distaccare gran parte del prodotto applicato, con il conseguente onere, necessario, di maggior quantità di prodotto per avere gli effetti richiesti; inoltre, presentano l'inconveniente di generare un effetto perlante.

Silossani (Alchilsilossani oligomeri): polimeri reattivi a basso peso molecolare, costituiti da quattro atomi di monomeri silanico condensati; buono l'utilizzo su supporti compatti e scarsamente assorbenti; in funzione della loro particolare struttura chimica saranno in grado di infiltrarsi all'interno dei più fini

capillari con elevata diffusità; offriranno, inoltre, sufficienti garanzie contro l'aggressione delle soluzioni alcaline, presentando alta resistenza a temperature elevate e ai raggi ultravioletti. Potranno essere utilizzati sia in forma pura (in questo caso sarà consigliabile l'uso di monomeri piuttosto che quello di oligomeri o polimeri) sia in soluzione di solvente (generalmente con contenuto attivo del 5-10% in peso). Il trattamento ai silossani modificherà lo stato di tensione superficiale del sottofondo in modo tale che le gocce di pioggia scorreranno sulla superficie verticale senza inibirla; inoltre, il trattamento non creerà una pellicola continua sul supporto, lasciando in questo modo al sottofondo la possibilità di traspirare, senza modificare l'equilibrio. L'elevata riduzione d'assorbimento dei sali da parte dei manufatti impregnati con silossani renderà il trattamento particolarmente indicato nei casi di risalita capillare nelle murature. Due, essenzialmente, saranno i fattori determinanti in favore dei silossani rispetto a silani: ovvero la più celere reazione per formare la materia attiva e la non perdita di materiale causata dall'evaporazione.

### **DM am. Operazioni di Deumidificazione di apparecchi murari**

#### **DM am. 1. Generalità**

I lavori di deumidificazione delle murature, qualsiasi sia il sistema di risanamento adottato (drenaggi, vespai, intonaci macroporosi, iniezioni con miscele idrofobizzanti ecc.) necessiteranno di analisi preventive, al fine di stabilire la natura del degrado e, di conseguenza, definire la metodologia da adottare più appropriata per risolvere lo specifico problema.

#### **DM am. 2. Drenaggi, intercapedini, vespai**

Le procedure d'intervento si riferiscono a varie tecnologie atte a fronteggiare la presenza dell'umidità; le operazioni si relazionano principalmente a fondazioni o muri controterra poiché elementi che possono facilmente impregnarsi d'acqua, in fase liquida, proveniente direttamente dal sottosuolo, per capillarità. L'assorbimento si potrà verificare al piede delle fondazioni, sulle pareti laterali e sulle pavimentazioni a diretto contatto con il terreno (mancanza del primo solaio a terra).

Tutte queste procedure implicheranno demolizioni e scavi che potrebbero risultare dannosi per l'equilibrio statico del manufatto; per questo, prima di procedere dovranno essere attuate appropriate indagini preliminari allo scopo di definire un preciso quadro diagnostico sia sul terreno sia sulla muratura al fine di conoscere la reale configurazione e natura geologica del suolo, nonché il reale stato conservativo delle murature interrato. L'eliminazione di una consistente parte di terreno con funzione di contenimento per la parte di muro fondale, potrebbe innescare cedimenti e provocare quadri fessurativi. Nella probabilità che

ciò possa verificarsi sarà basilare intervenire preventivamente con il consolidamento delle strutture e, in seguito, con lo scavo della trincea. Maggiori specifiche sulle modalità di scavo potranno essere desunte dagli articoli specifici sugli scavi (scavi in genere, scavi di sbancamento, scavi in trincea ecc.).

#### **DM am. 2.1. Drenaggi, pozzi assorbenti**

L'intervento, da effettuarsi all'esterno del manufatto, ha lo scopo di evitare il contatto diretto tra la muratura ed il terreno umido; la tecnica è in grado di convogliare lontano dalla muratura le acque di scorrimento e quelle derivanti dalla falda freatica.

Questo tipo di dispositivo potrà essere localizzato, sia in aderenza agli apparecchi murari, (questi si riveleranno utili ad intercettare le acque in pendii vicini al manufatto) sia distaccato; nel primo caso si renderà necessario posizionare, a contatto con il muro, una barriera impermeabile costituita da membrane bitume polimero elastomeriche, o realizzata mediante vernici impermeabilizzanti (minimo 2 mani a distanza di 24 - 48 ore per uno spessore finale di circa 2-3 mm ed un consumo di almeno 2-2,5 kg/m<sup>2</sup>).

Prima la rimozione, o la demolizione dell'eventuale marciapiede perimetrale, dovrà essere realizzato uno scavo (eseguito a mano o con l'ausilio di piccoli escavatori a cucchiaio) per piccoli cantieri successivi, al fine di creare una trincea di profondità e larghezza dettate dalle disposizioni di progetto; in assenza di queste si procederà fino all'estradosso della fondazione o, quantomeno, ad una quota inferiore a quella dei pavimenti interni (larghezza minima 40-50 cm, altezza circa 70-80 cm) eseguendo gli eventuali, quanto opportuni, sbatacchiamenti in presenza di terreno incoerente o con terreno che non offra

assolute garanzie di sicurezza. Successivamente, previa accurata ripulitura della parete controterra (con tecnica indicata da disposizioni di progetto, ad es. acqua deionizzata ed energica spazzolatura con l'ausilio di spazzole di saggina) messa al vivo, al fine di rimuovere ogni traccia di terreno ed eventuali residui umiferi, si procederà alla stuccatura dei giunti con malta di calce idraulica ed all'eventuale messa in opera di un nuovo intonaco (spessore consigliato 20 mm) con malta sempre a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 caricata con cocchio pesto (per es. una parte di calce, 2 parti di sabbia fine, 1 di cocchio pesto). In alternativa, in presenza di apparecchio "faccia a vista", potrà essere sufficiente stillare i giunti di malta con apposita malta di calce idraulica caricata con cocchio pesto ovvero pozzolana (rapporto legante-inerte 1:2). Tirato e consolidato l'intonaco si applicherà la guaina isolante bituminosa che potrà essere a teli saldati a caldo (caratteristiche medie: spessore 4 mm, armata con tessuto non tessuto di poliestere imputrescibile, flessibilità a freddo di  $-20^{\circ}\text{C}$ , resistenza a trazione long.  $970\text{ N/cm}^2$  e trasv.  $700\text{ N/cm}^2$ , allungamento a rottura long. 50 % e trasv. 50 %, resistenza alte temperature  $>150^{\circ}\text{C}$ ) o liquida data a pennello od a rullo (prodotto a consistenza liquida a base di bitumi con elastomeri e filler in dispersione acquosa, allungamento a rottura ca. 1000%, resistenza alte temperature  $>150^{\circ}\text{C}$ , flessibilità a freddo  $-10^{\circ}\text{C}$ , resistenza a trazione long.  $16\text{ N/cm}^2$  e trasv.  $20\text{ N/cm}^2$ , tempo di essiccazione superficiale ca. 1 h); per l'applicazione su superfici cementizie sarà opportuno prevedere la stesura preventiva di apposito *primer*.

Al fine di evitare che il riempimento danneggi lo strato isolante potrà essere utile posizionare delle idonee membrane bugnate in polietilene ad alta densità HDPE (spessore ca. 6-10 mm, volume d'aria tra le bugne ca. 5,3-5,5 l/m<sup>3</sup>, resistenza alla pressione  $> 200\text{ kN/m}^2$ , stabilità termica da  $+30^{\circ}\text{C}$  a  $+80^{\circ}\text{C}$ , resistente agli agenti chimici, agli urti, alle radici, non degradabile).

Queste membrane, applicate con le bugne rivolte verso la parete (avendo cura di avere una sormonta longitudinale di almeno 10-20 cm) mediante tasselli ad espansione o chiodi in acciaio inox muniti di appositi bottoni con maglia 100x100 cm avranno, allo stesso tempo, la funzione di agevolare la circolazione dell'aria e di proteggere la barriera isolante. Nel caso in cui si dovessero montare membrane bugnate munite di strato di geotessuto non tessuto drenante in polipropilene a filo continuo si Capitolato speciale per lavori di restauro e consolidamento dovrà invertire la posa in opera ovvero sia, il lato bugnato dovrà essere rivolto verso il terreno così da permettere al geotessuto un costante filtraggio delle particelle del terreno impedendo l'intasamento dei canali. In alternativa alla membrana bugnata si potranno realizzare dei pannelli in laterizio pieno posti in opera a coltello ed allettati con malta di calce idraulica.

Il drenaggio vero e proprio sarà costituito dal riempimento a secco della trincea, precedentemente scavata, con ciottoli, scheggioni (costituiti da materiali poco porosi ed assorbenti come pietre laviche) disposti a mano su terreno ben costipato mediante spianatura, bagnatura e battitura, al fine di evitare cedimenti, o su piano costituito in magrone di cls; in ogni caso il piano dovrà essere tirato in modo da avere una pendenza intorno ai 2-4% così da favorire il deflusso delle acque. Il drenaggio sarà integrato con un tubo drenante ( $\phi$  200-400 mm) in materiale cementizio forato avente la corona superiore molto permeabile e la parte inferiore compatta ed impermeabile, posto sul fondo della fossa con la funzione di raccolta ed allontanamento delle acque nelle condotte principali di fognatura bianca, od in zona idonea al non ritorno dell'acqua reflua dal drenaggio. Il materiale di riempimento sopra il primo strato di ciottoli e scheggioni di grosse dimensioni (100-150 mm) dovrà essere di granulometria diversificata, sempre più fine a mano a mano che ci si avvicina alla superficie; una granulometria di riferimento potrà essere composta da ciottoli di 30-60 mm, ghiaia di 5-10 mm, rifiorimento in sabbia 1,5-3 mm. Tra i vari strati di granulometria diversa, se il progetto lo prevede, potrà essere inserito un foglio di tessuto non tessuto.

Al fine di impedire infiltrazioni d'acqua piovana si renderà necessario creare o ripristinare un marciapiede lungo tutto il perimetro dell'edificio di larghezza maggiore a quella della trincea drenante e d'inclinazione tale da allontanare l'acqua dalla parete. In tal modo l'assorbimento d'umidità sarà ridotto al solo piano di appoggio della fondazione.

*Avvertenze:* l'intervento, se correttamente eseguito ed affiancato all'interno dell'edificio dalla messa in opera di intercapedini o vespai areati, potrà risultare efficace e risolutivo nei casi in cui la risalita capillare dell'umidità non superi i 40-50 cm. In presenza di murature soggette ad elevata umidità di risalita sarà necessario evitare questo tipo di procedura ed orientarsi verso sistemi combinati più efficaci. Nel caso in

cui lo scavo dovrà essere abbassato al di sotto della quota di fondazione, sarà opportuno (ai fini della sicurezza statica) posizionare la trincea drenante ad almeno due metri dalla stessa per evitarne il possibile scalzamento.

#### **DM am. 2.1.1. Pozzi assorbenti**

In presenza di una successione di terreni che, dalla superficie verso il basso, si presentano con strati saturi di acqua (livello fondazioni) e, poi, a profondità maggiori con strati di suolo assorbente (per es. un banco di ghiaia sciolta anche mista a sabbia, argille molli ecc.) può rivelarsi conveniente procedere al risanamento dei locali interrati ricorrendo alla creazione di pozzi assorbenti. Questi pozzi potranno essere realizzati, secondo le disposizioni di progetto, o in pietrame o in mattoni pieni messi in opera in modo da lasciare aperti numerosi vuoti fra l'interno del pozzo ed il terreno limitrofo. Normalmente il pozzo sarà affondato per circa 30-40 cm all'interno dello strato assorbente e terminerà in superficie con un chiusino in cemento, asportabile per le periodiche ispezioni sulla condizione del pozzo.

Tali pozzi lasciano filtrare al loro interno l'acqua proveniente dal suolo saturo, convogliandola verso il sottostante banco assorbente. Con questo tipo di drenaggio si otterrà un abbassamento del livello della falda acquifera ed un rapido prosciugamento delle acque piovane che, per gravità, penetrano nel terreno. *Avvertenze:* questa procedura determina un calo della falda acquifera superficiale, pertanto potrà essere messa in opera solo se il progetto avrà considerato i possibili fenomeni di tipo statico (assestamenti, avvallamenti ecc.) che potrebbero verificarsi nelle strutture del manufatto ed abbia previsto o adottato adeguate misure di salvaguardia; sarà, pertanto consigliabile, prima di procedere all'installazione del pozzo, consolidare la struttura muraria.

#### **DM am. 2.2. Intercapedini, scannafossi**

L'intervento prevede la formazione di un'intercapedine ventilata perimetrale (circa 40-80 cm di larghezza per una profondità di almeno una volta e mezzo l'altezza dell'umidità di risalita; ad es. per umidità fino ad 1 m scannafosso profondo 1,5 m) con la funzione di realizzare il completo distacco tra il terreno umido e la faccia verticale della muratura interrata; così facendo si favorirà l'aerazione delle murature del manufatto e di, eventuali, locali seminterrati. Con la messa in opera di questo tipo di dispositivo la muratura potrà assorbire acqua soltanto dalla base e non più lateralmente, scaricandola nell'intercapedine sotto forma di vapore condotto, poi, verso l'esterno attraverso canali di ventilazione, griglie, aperture dirette ecc. Previa operazioni di scavo, simili a quelle eseguite per il drenaggio, si procederà alla realizzazione, ad una distanza dettata dalle disposizioni di progetto (minimo 12 cm), di una controparete in mattoni pieni, in calcestruzzo armato o in elementi prefabbricati in c.a. (mezzi tubi  $\phi$  400 mm o elementi a "C" 400x400 mm) a seconda delle modalità descritte negli elaborati di progetto. L'intercapedine, indipendentemente dal materiale impiegato per costruirla, andrà realizzata in maniera indipendente rispetto alla struttura muraria dell'edificio interessata dall'intervento. Si eseguirà, pertanto, una struttura portante, parallela al perimetro delle murature, alla quale si appoggerà il sistema di chiusura che potrà essere realizzato con griglie metalliche, in tavelloni e massetto armato, in piastre in c.a. prefabbricate ecc. (in caso di intercapedine chiusa si dovranno necessariamente prevedere delle griglie di aerazione intervallate ogni 4-5 parti chiuse, da dimensionarsi rispetto alla grandezza del manufatto).

L'interno dello scannafosso andrà completamente impermeabilizzato tramite applicazione di guaina bituminosa liquida stesa a pennello od a rullo (prodotto a consistenza liquida a base di bitumi con elastomeri e filler in dispersione acquosa, allungamento a rottura ca. 1000%, resistenza alte temperature >150°C, flessibilità a freddo -10°C, resistenza a trazione long. 16 N/cm<sup>2</sup> e trasv. 20 N/cm<sup>2</sup>); nel caso di parete controterra "faccia a vista" potrà essere sufficiente stillare i giunti di malta con apposita malta di calce idraulica naturale NHL 3,5 caricata con cocchio pesto, ovvero pozzolana (rapporto legante-inerte 1:2).

L'intercapedine dovrà, inoltre, essere ispezionabile mediante la creazione d'idonei pozzetti rimovibili e presentare il fondo conformato in modo da raccogliere l'acqua e farla defluire (pendenza 2-4%) verso idonei pozzetti di raccolta collegati al sistema fognario. Tramite fori passanti nelle murature perimetrali (

10-20 mm), eseguiti con apposite carotatrici, le intercapedini potranno essere collegate con eventuali vespai aerati presenti all'interno della costruzione.

I vantaggi di un sistema di questo tipo risiedono nel miglioramento delle condizioni termo-igrometriche dei locali interrati confinanti con lo scannafosso; la possibilità di effettuare aperture di finestre a bocca di lupo migliorando, così, le condizioni di aerazione e, quindi, di abitabilità; inoltre, il vuoto crea una barriera alle vibrazioni meccaniche provenienti dalle strade e dai terreni limitrofi.

## **PROCEDURE DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE**

### **SC Operazioni di Scavi e Rinterri**

#### **SC 1. Generalità**

I riferimenti normativi applicabili a questa specifica categoria di lavori sono DPR n. 547/55 e DPR n. 164/56. Gli scavi in genere, per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e/o geotecnica di cui al DM 11 marzo 1988 (riguardante le norme tecniche sui terreni ed i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione) e la relativa CMLLPP 24 settembre 1988, n. 30483 nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla D.L.

Nell'esecuzione degli scavi in genere, si dovrà provvedere in modo da impedire scoscendimenti, franamenti e ribaltamento di mezzi; per far ciò si renderà necessario provvedere a delimitare mediante barriere fisse e segnalazioni la zona oggetto di intervento, così da vietare il traffico veicolare sui bordi dello scavo che potrebbe far scaturire possibili franamenti delle pareti.

L'utilizzo del nastro segnaletico (giallo-nero o bianco-rosso) dovrà avere esclusivamente funzione di delimitazione e non di protezione. Al fine di evitare cadute di personale all'interno dell'area di scavo sarà, inoltre, necessario mettere in opera dei robusti parapetti (altezza minima 100 cm munito di tavola fermapiede minima di 20 cm luce tra tavola superiore e fermapiede massimo 60 cm; nel caso in cui il parapetto sia ad una distanza di almeno 70-80 cm dal bordo dello scavo, la tavola fermapiede potrà essere omessa) disposti lungo i bordi della stessa: negli scavi di sbancamento sarà necessario, quando questo dovesse superare i 200 cm mentre, nelle trincee, sarà appropriato predisporre la protezione appena lo scavo supererà i 50 cm di profondità.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della D.L.) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere trasportate fuori dalla sede del cantiere alle pubbliche discariche, o su altre aree altrettanto idonee e disponibili. Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate in area idonea (previo assenso della D.L.) per essere, in seguito riutilizzate a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno costituire un danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle

acque che scorrono in superficie. Sarà, oltremodo, vietato costituire depositi di materiali nelle vicinanze dei cigli degli scavi; qualora tali depositi siano necessari, per le particolari condizioni di lavoro sarà obbligatorio provvedere alle necessarie puntellature che dovranno presentare un sovrizzo minimo oltre la quota del terreno paria a 30 cm.

#### **SC 2. Scavi di splanteamento e sbancamento**

Per scavi a sezione aperta o sbancamento andranno s'intenderanno quelli necessari per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere i manufatti, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali ecc. e, più in generale, quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove si renderà possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie.

Questa categoria di scavi andrà eseguita con gli strumenti e le cautele atte ad evitare l'insorgenza di danni nelle strutture murarie adiacenti.

In questa categoria di scavi, se eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco dovranno avere un'inclinazione ed un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, (si veda

tabella in calce all'articolo) da contrastare possibili franamenti. Allorché la parete del fronte d'attacco dovesse superare i 150 cm di altezza sarà interdetto lo scavo manuale per scalzamento alla base al fine di evitare il possibile crollo della parete. Nel caso in cui non sia possibile intervenire con mezzi meccanici si adotterà la procedura di scavo con il sistema a gradoni. In ogni caso i lavoratori dovranno essere debitamente distanziati tra loro, sia in senso orizzontale, sia verticale, così da non potersi ferire con l'attrezzatura utilizzata e con il materiale di scavo.

Nel caso d'utilizzo di mezzi meccanici dovrà essere interdetta la presenza del personale nella zona interessata dal raggio d'azione, nonché sul ciglio ed alla base della parete d'attacco, in quanto aree a rischio di frane.

I profili delle pareti di scavo andranno debitamente controllati al fine di rimuovere gli eventuali massi affioranti ed i blocchi di terreno instabili eliminando, in questo modo, possibile rischio di caduta di materiale dall'alto.

DENOMINAZIONE  
TERRE ANGOLO LIMITE DI STABILITÀ  
ASCIUTTO UMIDO BAGNATO

Rocce dure 80÷85° 80÷85° 80÷85°  
Rocce tenere o fessurate, tufo 50÷55° 45÷50° 40÷45°  
Pietrame 45÷50° 40÷45° 35÷40°  
Ghiaia 35÷45° 30÷40° 25÷35°  
Sabbia grossa (non argillosa) 30÷35° 30÷35° 25÷30°  
Sabbia fine (non argillosa) 25÷30° 30÷40° 20÷30°  
Sabbia fine (argillosa) 30÷40° 30÷40° 10÷25°  
Terra vegetale 35÷45° 30÷40° 20÷30°  
Argilla, marne (terra argillosa) 40÷50° 30÷40° 10÷30°  
Terre forti 45÷55° 35÷45° 25÷35°

**SC 3. Scavi di fondazione a sezione obbligata**

Per scavi di fondazione, in generale, s'intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti; in ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione anche quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per la fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità ordinata dalla D.L. all'atto della loro esecuzione. Le profondità, che si troveranno indicate negli elaborati di progetto saranno, pertanto, di semplice stima preliminare e potranno essere liberamente variate nella misura che la D.L. reputerà più conveniente.

I piani di fondazione dovranno, generalmente, essere perfettamente orizzontali ma per quelle opere che cadranno sopra falde inclinate potranno, a richiesta della D.L., essere disposti a gradoni ed anche con determinate contropendenze. Nel caso, non così infrequente, che non sia possibile applicare la giusta inclinazione delle pareti in rapporto alla consistenza del terreno (si veda tabella all'articolo precedente), si dovrà ricorrere tempestivamente all'armatura di sostegno delle pareti o, preventivamente, al consolidamento del terreno (ad es., congelamento del medesimo, tecnica del *jet-grouting* ecc.), in modo da

assicurare adeguatamente contro ogni pericolo gli operai ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione, tanto degli scavi che delle murature. Affinché le armature corrispondano per robustezza alle effettive necessità sarà consigliabile predeterminare la spinta del terreno, tenendo conto delle eventuali ulteriori sollecitazioni dovute, sia al traffico veicolare, sia alla vicinanza di carichi di vario genere (gru, manufatti di vario genere ecc.), nonché delle eventuali infiltrazioni d'acqua (piogge, fiumi ecc.). Nel mettere in opera le armature provvisoriale sarà opportuno tenere in considerazione che la massima pressione d'una parete di scavo, si trasmetterà sulla sbatocchiatura soprattutto nella zona mediana, dove questa dovrà, necessariamente, essere più robusta; inoltre, affinché sia efficace, le tavole andranno forzate contro il terreno avendo ben cura di riempire i vuoti.

Nel caso specifico di scavi di trincee (scavi a sezione obbligata e ristretta) nelle vicinanze di manufatti esistenti (ad es., per opere di drenaggio perimetrali) in prossimità di terreni precedentemente scavati e, pertanto, meno compatti od, infine, in presenza di vibrazioni causate dal traffico di autoveicoli, ovverosia in tutti quei casi dove la consistenza del terreno non fornirà sufficiente garanzia di stabilità e compattezza, anche in funzione alla pendenza delle pareti, sarà sempre obbligatorio (a partire da 150 cm di profondità o 120 cm nel caso il lavoratore dovesse operare in posizione chinata) predisporre, man mano che procederà lo scavo, adeguate opere di sbatacchiamento, così da eludere rischi di franamento e pericoli di seppellimento degli addetti alla procedura. Al fine di consentire un lavoro agevole e sicuro lo scavo di trincea dovrà avere un larghezza minima in ragione alla profondità; orientativamente si potranno seguire, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, i seguenti rapporti profondità-larghezza minima.

#### PROFONDITÀLARGHEZZA MINIMA NETTA

Fino a 150 cm 65 cm

Fino a 200 cm 75 cm

Fino a 300 cm 80 cm

Fino a 400 cm 90 cm

Oltre i 400 cm 100 cm

Per scavi eseguiti sotto il livello di falda si dovrà provvedere all'estrazione della stessa; per scavi eseguiti a profondità superiori ai 20 cm dal livello superiore e costante dell'acqua e qualora non fosse possibile creare dei canali di deflusso, saranno consideranti scavi subacquei e valutati come tali.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo dovrà essere diligentemente riempito e costipato, (fermo restando l'autorizzazione della D.L.) con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo (per maggiori specifiche si rimanda all'articolo riguardante i rinterri).

#### **SC 4. Scavi di accertamento e ricognizione**

Tali operazioni si realizzeranno solo ed esclusivamente dietro esplicita richiesta e sorveglianza della D.L., seguendo le indicazioni e le modalità esecutive da essa espresse e/o dal personale tecnico incaricato. I detriti, i terreni vegetali di recente accumulo verranno sempre rimossi a mano con la massima attenzione previa esecuzione di modesti sondaggi al fine di determinare la quota dei piani originali sottostanti (e delle loro eventuali pavimentazioni) in modo da evitare danni e rotture ai materiali che li compongono. Se non diversamente specificato dalla D.L. le rimozioni dei materiali saranno eseguite a mano, senza l'ausilio di mezzi meccanici. In ogni caso l'uso di mezzi meccanici sarà subordinato alla presenza di eventuali reperti *in situ* e, quindi, all'indagine preventiva. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempi differiti (ad es. per riempimenti) saranno depositate nell'ambito del cantiere, in luogo che non provochi intralcio o danni.

#### **SC 5. Armature degli scavi**

Le tipologie di armature saranno scelte in funzione alla consistenza del terreno, alla profondità da raggiungere, ai carichi gravanti ed alla metodologia di scavo. In ogni caso tutti gli elementi che comporranno il presidio (tavole, traversi, puntelli ecc.) dovranno essere di materiale robusto opportunamente dimensionato e selezionato, inoltre l'armatura dovrà sporgere dai bordi dello scavo per almeno 30 cm. Nel caso di scavi di trincee eseguiti a mano si potranno distinguere quattro sistemi:

1. con tavole verticali;
2. con tavole orizzontali;
3. con marciavanti;
4. con pannelli prefabbricati.

L'armatura con tavole lignee (spessore minimo 30-40 mm) o metalliche poste verticalmente sarà, di norma, limitata a scavi di profondità pari alla lunghezza delle tavole (generalmente non superiore ai 4 m); le tavole saranno forzate contro le pareti con l'ausilio di puntelli d'acciaio regolabili o fissi (luce massima tra puntello e piano di fondazione 100 cm) e si dovrà avere cura di colmare i vuoti tra la sbatacchiatura e la parte di cavo con idoneo materiale.

L'utilizzo di armatura con tavole orizzontali sarà possibile in presenza di terreni che garantiranno una buona consistenza in modo da poter eseguire la procedura di scavo per cantieri di circa 60-80 cm di profondità. Quella a marciavanti sarà resa possibile per terreni poco consistenti o spingenti od in caso di scavi profondi; i "marciavanti" dovranno essere tavole di notevole spessore con estremità appuntita od altrimenti dotata di punta ferrata; in caso di terreno completamente sciolto sarà consigliabile armare anche il fronte di scavo, così da eludere rifluimenti di materiale.

In alternativa a questi sistemi si potranno utilizzare idonei pannelli prefabbricati o, altrimenti, casseri metallici prefabbricati regolabili per mezzo di pistoni idraulici o ad aria compressa. Entrambi questi sistemi, verranno calati all'interno dello scavo attraverso un apparecchio di sollevamento. Per scavi d'elevate profondità le armature saranno predisposte per essere montate sovrapposte.

Quale che sia il sistema messo in opera l'armatura dovrà, obbligatoriamente, essere rimossa progressivamente e per modeste altezze in funzione all'avanzare delle opere definitive.

### **SC 6. Rilevati e rinterri**

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti delle concavità e le murature, o da addossare alle murature e fino alle quote prescritte dalla D.L., saranno impiegate, in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della D. L., per la formazione dei rilevati.

Quando verranno a mancare in tutto o in parte i materiali sopra descritti, si dovrà provvedere a prelevarli ovunque si crederà opportuno, purché siano riconosciuti idonei da controlli eseguiti dalla D.L.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose vagliate con setacci medio-piccoli (prive di residui vegetali e sostanze organiche); resterà vietato in modo assoluto l'impiego di materie argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento d'acqua si rammolliranno o si gonfieranno generando spinte. I materiali (nello spessore di circa 30 cm) dovranno presentare, a compattazione avvenuta, una densità pari al 90% della densità massima di compattazione individuata dalle prove eseguite in laboratorio. Nella formazione di suddetti riempimenti dovrà essere usata

ogni attenzione affinché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali d'uguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggior regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito. Ogni strato dovrà essere messo in opera solo dopo l'approvazione dello stato di compattazione dello strato precedente; lo spessore di ogni singolo strato dovrà essere

stabilito in base a precise indicazioni progettuali o fornite dalla D.L. (in ogni caso non superiore ai 30 cm). Nel caso di compattazioni eseguite su aree o porzioni di terreno confinanti con murature, apparecchi murari o manufatti in genere, si dovranno utilizzare, entro una distanza pari a 2 m da questi elementi, idonee piastre vibranti o rulli azionati a mano (in questo caso si dovrà prevedere una sovrapposizione delle fasce di compattazione di almeno il 10% della larghezza del rullo stesso al fine di garantire una perfetta uniformità) con le accortezze necessarie a non degradare i manufatti già in opera. Si potrà, dietro richiesta specifica della D.L., mescolare al materiale da compattare del cemento (in ragione di 25-50 kg per m<sup>3</sup> di materiale) al fine di ottenere degli adeguati livelli di stabilizzazione delle aree a ridosso dei manufatti.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza del manufatto (in area idonea prescelta dalla D.L.) per essere riprese, poi, e trasportate con carriole, barelle od altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri. Sarà, inoltre, vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

I rilevati si dovranno presentare, obbligatoriamente, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati. La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni dovrà essere preventivamente scorticata (ovverosia taglio d'eventuali piante, estirpazione delle radici, degli arbusti e

completa asportazione del terreno vegetale circostante), ove occorra e, se inclinata, dovrà essere tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

### **CN fo. Operazioni di Consolidamento fondazioni**

#### **CN fo. 1. Generalità**

Preventivamente a qualsiasi intervento riguardante operazioni di tipo statico e strutturale, sarà necessario verificare la consistenza delle strutture di fondazione e la natura del terreno; a tale scopo si dovranno effettuare saggi verticali in aderenza alle murature perimetrali che, se non diversamente indicato dalla D.L., dovranno avere dimensioni tali da permettere lo scavo a mano e un'agevole estrazione del materiale di risulta (almeno 100-150 cm). Le opere di scavo dovranno essere correlate da idonee opere provvisorie relazionate alla natura e composizione del terreno e alla profondità raggiunta.

Nel caso in cui l'analisi denunci strutture non più efficienti, sotto specifiche indicazioni della D.L., dovrà essere operato il preconsolidamento delle stesse (iniezione di cemento o parziali ricostruzioni della tessitura muraria e di fondazione).

A scavo ultimato sarà possibile operare un'analisi puntuale sulle strutture (stato conservativo, tecnica di messa in opera ecc.); tale analisi potrà essere correlata, se necessario, da indagini geotecniche e geofisiche grazie alle quali si potranno ricavare informazioni utili riguardanti sia la natura del terreno sia l'eventuale presenza di, sottomurazioni, platee ecc. La profondità di indagine sarà in funzione del carico e della larghezza delle fondazioni in modo da poter verificare se la natura del cedimento sia da imputare alla resistenza a compressione dello strato superficiale, alla consistenza degli strati sottostanti, alla subsidenza

del terreno, alla presenza di falde freatiche o ad altre cause ancora. I saggi e le eventuali indagini geognostiche dovranno essere condotte nei modi stabiliti dal CM del 6 novembre 1967, n. 3797 (istruzione per il progetto, esecuzione e collaudo delle fondazioni), dal DM 21 gennaio 1981 e dalla successiva CM 3 giugno 1981, n. 21597 e con le modalità contenute nelle "Raccomandazioni sulla programmazione e l'esecuzione delle indagini geotecniche" redatte dall'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I. 1977).

#### **CN fo. 3. Consolidamento di fondazioni con pali**

L'intervento sarà conforme al punto 10, dell'Allegato 3 della CMLLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Nel caso in cui il terreno sottostante le fondazioni non sarà più in grado di contrastare la spinta del manufatto architettonico si potrà ricorrere ad un consolidamento attraverso sottofondazioni su pali; di conseguenza, si renderà, vincolante decentrare il carico della costruzione su strati di terreno più resistenti e profondi. Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto sarà vietato l'uso di pali battuti così da evitare vibrazioni che potrebbero risultare dannose per le sovrastanti strutture dissestate, si potrà utilizzare in alternativa micropali trivellati costruiti in opera con o senza tubo-forma.

Prima di effettuare la messa in opera dei pali sarà obbligatoria la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento (prove di carico) eseguite sotto il controllo della D.L.; le prove saranno utili al fine di studiare il comportamento dell'intero sistema di fondazione in base alle caratteristiche dei terreni ed alle condizioni generali di progetto.

La disposizione più corrente per il consolidamento sarà quella di disporre due file di pali inclinati, disposti alternati rispetto alla sezione del muro in pianta, partendo dal piano stradale o di campagna o, in alternativa dal piano più basso dell'edificio (ad es. cantine). In ragione dei carichi da sostenere e della qualità del terreno attraversato si potrà ricorrere a più file di pali anche con diverse inclinazioni, comunque simmetriche rispetto alle facce del muro se le forze da sostenere saranno verticali.

*Specifiche:* salvo diverse prescrizioni di progetto, la prova di carico potrà essere eseguita, inserendo un martinetto (equipaggiato di manometro tarato e di estensimetro) tra la fondazione e la testa del palo annegata in un blocco di calcestruzzo. Il carico verrà trasmesso sulla testa del palo con incrementi successivi non superiori a 5 t ciascuno sospendendolo di volta in volta così da permettere distinte letture negli strumenti.

#### **CN fo. 3.1. Sottofondazione con micropali**

La procedura utilizzerà pali di sezione ridotta, con un  $\phi$  variabile da 60 a 300 mm, realizzati attraverso la foratura della fondazione esistente (mediante sonda a rotazione munita di corona diamantata) fino al terreno sottostante e proseguendo in profondità fino a raggiungere strati che presentino una sufficiente resistenza. Le trivelle utilizzate permetteranno di perforare, secondo le prescrizioni di progetto, sia in direzione verticale sia inclinata (angolo variabile da 5° a 30°). L'uso di questa tecnica altererà minimamente la compattezza delle murature interessate e ridurrà al minimo il disturbo nei terreni attraversati,

costituendo con essi un unico complesso resistente a sollecitazioni di sforzo normale di compressione, di trazione e di sforzo tagliente. In questo modo si andrà a costituire quella che verrà chiamata "terra armata" e questo, grazie alla opportunità di orientare in diverse direzioni i microplai, portando così a far collaborare una più ampia porzione di terreno profondo.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà essere del tipo prescritto negli elaborati di progetto e dovrà risultare esente da porosità od altri difetti; il cemento utilizzato, se non diversamente specificato, sarà del tipo pozzolanico o d'altoforno. In nessun caso dovrà essere consentito di porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo nel cavo direttamente dalla bocca del foro; inoltre si dovranno predisporre impianti ed attrezzature per la confezione, il trasporto e la posa in opera del conglomerato cementizio di potenzialità tale da consentire il completamento delle operazioni di getto di ogni palo, qualunque sia il diametro e la lunghezza senza interruzioni. Durante il getto dovrà essere tassativamente evitata l'introduzione di acqua all'interno del tubo, e si farà attenzione che il conglomerato cementizio non venga trascinato durante l'eventuale estrazione del tubo-forma.

L'introduzione del conglomerato nel foro dovrà avvenire in modo tale da ottenere un getto omogeneo e compatto, senza discontinuità o segregazione. Il costipamento del getto dovrà essere effettuato con i procedimenti specifici per il tipo di palo adottato, procedimenti che, comunque, dovranno essere preventivamente concordati con la D.L. Nel caso di impiego del tubo di rivestimento provvisorio, l'estrazione dello stesso dovrà essere effettuata gradualmente, seguendo man mano l'immissione ed il costipamento del conglomerato cementizio ed adottando, comunque, tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei al corpo del palo.

Lo spostamento planimetrico della posizione teorica dei pali non dovrà superare 5 cm e l'inclinazione, rispetto all'asse teorico, non dovrà superare il 2%; per valori di scostamento superiori ai suddetti, la D.L. deciderà se scartare i pali che dovranno eventualmente essere rimossi e sostituiti; inoltre a giudizio della D.L., i pali che ad un controllo, anche con trivellazione in asse, risultassero comunque difettosi, dovranno essere rifatti.

#### **CN fo. 3.1.1. Pali tipo radice**

Le perforazioni, saranno eseguite con l'ausilio di idonei sistemi ed attrezzature a rotazione preventivamente approvati da parte della D.L. (comunque di dimensioni contenute) e rapportate al tipo di terreno, utilizzando una colonna di tubi in metallo, (fino al raggiungimento della quota prevista dagli elaborati di progetto) percorsa da una corrente fluida (in genere fango di betonite

rapporto betonite-acqua 0,05-0,08) al fine di consentire la risalita dei detriti nell'intercapedine tra tubi e terreno. Al termine della perforazione il foro dovrà essere interamente rivestito e pieno del fluido usato.

Il foro dovrà essere armato, seguendo le disposizioni di progetto, con un solo tondino di acciaio ad aderenza migliorata Fe B 44 K di grosso diametro (ad es.  $\phi$  20-26 mm) se il palo avrà un diametro massimo pari a 80 mm ovvero, dove necessiterà una maggior portanza e per pali di diametro maggiore (fino ad un massimo di 250 mm) con una gabbia costituita da barre verticali di acciaio ad aderenza migliorata Fe B 44 K unite da una staffa a spirale (ad es., 4  $\phi$  16-18 mm con staffa  $\phi$  8-10 mm). Le armature metalliche dovranno essere assemblate fuori opera e calate nel foro prima dell'inizio del getto del conglomerato

cementizio; nel caso in cui il palo sia armato per tutta la lunghezza, esse dovranno essere mantenute in posto nel foro, sospendendole dall'alto e non appoggiandole sul fondo. Le armature dovranno essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centrori atti a garantire un'adeguata copertura di conglomerato cementizio sui ferri che sarà di circa 2-4 cm. Le eventuali gabbie d'armatura dovranno

essere verificate, prima della posa in opera, dalla D.L. La profondità massima raggiunta da ogni palo sarà verificata prima del getto dalla D.L. e riportata su apposito registro giornaliero.

Congiuntamente all'armatura, andrà introdotto un secondo tubo attraverso il quale avverrà il pompaggio dal basso (ad una pressione superiore a quella litostatica esistente alla quota di intervento ed impiegando una quantità di miscela pari a fino a 5-6 volte il volume dl foro del micropalo), della malta cementizia ritenuta più idonea dalla D.L. (in genere micro conglomerato dosato a 500-600 kg/m<sup>3</sup>, con un rapporto acqua-cemento < di 0,5 ed una resistenza di 35 N/mm<sup>2</sup>, gli inerti saranno costituiti da sabbie fine e lavate) che, risalendo estrometterà il fluido di perforazione avente un peso specifico minore del cls.

Una volta che la malta sarà arrivata in superficie si rimuoverà il "controtubo" e si procederà all'estrazione graduale del rivestimento applicandovi in testa una pressione d'aria (generalmente < a 5-6 atm) che provocherà modeste espansioni del getto e che penetrerà nei terreni circostanti in corrispondenza degli strati più soffici. La procedura sarà, di tanto in tanto interrotta al fine di permettere lo svitamento della sezione di tubo estratto e per ripristinare il livello di malta entro il tubo ancora in opera.

### **CN fo. 3.1.2. Pali tipo Tubfix**

Previa esecuzione di perforazione con sistema scelto dalla D.L. s'introdurrà l'armatura tubolare (costituita da profilati in acciaio Fe 510 filettati con manicotto e, provvisti di valvole di iniezione) che costituirà all'unisono sia il mezzo d'opera per l'esecuzione di una iniezione a pressione ripetuta e controllata sia il principale elemento resistente nella sezione del micropalo. Il tubo di acciaio nervato sarà dotato di valvole di non ritorno, distribuite ogni 50 cm circa lungo il tratto che si vorrà connettere al terreno, generalmente il tratto con le valvole occuperà la parte inferiore del palo.

L'iniezione della malta cementizia avverrà grazie ad un secondo tubo introdotto nel tubo d'armatura e munito all'estremità di un doppio otturatore. Si procederà al riempimento (a pressione atmosferica) dello spazio anulare tra l'armatura ed il terreno utilizzando la valvola più bassa, a presa avvenuta si dovrà ripetere l'operazione valvola per valvola, immettendo quantità controllate di malta che andranno a costituire ripetute sbulbature lungo il fusto del palo. In questo modo si riuscirà ad ottenere coazioni di 1-2 N/mm<sup>2</sup> crescenti con la profondità e volumi di sbulbature tali da conferire al micropalo un diametro utile di 30-80 cm.

### **CN am. Operazioni di Consolidamento apparecchi murari**

#### **CN am. 1. Generalità**

Le procedure di consolidamento, per quanto possibile, dovranno essere giudicate compatibili dalla D.L. e dagli organi competenti per la tutela del bene, inoltre dovranno essere riconoscibili e distinguibili dai manufatti originari ed eseguite in modo da garantire una loro, eventuale, reversibilità.

Le procedure che seguiranno daranno le indicazioni, ed i criteri generali, circa le metodologie d'intervento per i consolidamenti statici, mossi con il fine sia di aumentare le caratteristiche di resistenza dei setti murari, sia di ridurre eventuali tensioni indotte nei materiali da forze esterne. Dovrà essere, in ogni caso, interessamento della D.L. fornire, a completamento o a miglior spiegazione di quanto prescritto, delle idonee tavole di progetto munite d'ulteriori e/o diverse indicazioni. Il rilievo del quadro fessurativo costituirà il fondamento essenziale per la corretta impostazione delle adeguate operazioni di salvaguardia e di risanamento statico: il rilievo e il controllo delle lesioni dovranno essere eseguiti con appropriati strumenti al fine di verificare con esattezza se il dissesto sarà in progressione accelerata, ritardata o uniforme, oppure se sarà in fase di fermo in una nuova condizione di equilibrio. Nel caso d'avanzamento accelerato del dissesto si potrà rilevare utile un intervento di emergenza attraverso idonei presidi provvisori, in conformità alle disposizioni della D.L. Nel caso, invece, di arresto e di una nuova conformazione di equilibrio sarà doveroso controllare il grado di sicurezza dello stato di fatto, per operare in conformità della prassi prescritta negli elaborati di progetto; vale a dire protocolli indirizzati a stabilizzare la fabbrica nell'assetto raggiunto o integrare gli elementi strutturali con consolidamenti locali o generali al fine di preservare, con un conveniente margine, la sicurezza di esercizio. Gli interventi di consolidamento dovranno essere realizzati in quelle porzioni dell'apparecchio murario affette da dissesto

(lesione isolata o quadro fessurativo complesso) o caratterizzate da fenomeni d'indebolimento locale quali, ad esempio la presenza di canne fumarie o intercapedini di qualsiasi genere, carenze di ammorsature ai nodi, ecc.

In linea generale gli interventi strutturali sulle pareti murarie ove sarà possibile, dovranno utilizzare materiali con caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche analoghe, o quantomeno il più compatibile possibile, con quelle dei materiali in opera.

I lavori di consolidamento delle murature dovranno essere condotti, ove applicabili, nei modi stabiliti dal DM 2 luglio 1981, n. 198, dalle successive CM 10 luglio 1981, n. 21745 e 19 luglio 1981, n. 27690, DM 27 luglio 1985, DM 20 novembre 1987, CMLLPP 4 gennaio 1989 n. 30787, DM 16 gennaio 1996, CMLLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.

#### **CN am. 2. Ricucitura delle murature mediante sostituzione parziale del materiale (scuci e cuci)**

L'operazione di scuci e cuci consisterà nella risarcitura delle murature per mezzo della parziale sostituzione del materiale; le murature particolarmente degradate, al punto da essere irrecuperabili ed incapaci di assolvere la funzione statica, ovvero meccanica, saranno ripristinate con "nuovi" materiali compatibili per natura e dimensioni. L'intervento potrà limitarsi al solo paramento murario oppure estendersi per tutto il suo spessore. La scelta del materiale di risarcitura dovrà essere fatta con estrema cura, i nuovi elementi dovranno soddisfare diverse esigenze: storiche (se l'intervento sarà operato su strutture monumentali), estetiche e soprattutto tecniche; dovrà essere compatibile con la preesistenza per dimensioni (così da evitare discontinuità della trama muraria e l'insorgenza di scollamenti tra la parte vecchia e quella nuova) e per natura (una diversità di compattezza potrebbe, ad esempio, implicare un diverso grado di assorbimento con conseguente insorgenza di macchie).

Laddove le circostanze lo consentiranno, potrà essere conveniente utilizzare materiale recuperato dallo stesso cantiere, (ricavato, ad esempio, da demolizioni o crolli) selezionandolo accuratamente al fine di evitare di riutilizzare elementi danneggiati e/o degradati. Prima di procedere con l'operazione di scuci e cuci si dovrà realizzare un rilievo accurato della porzione di muratura da sostituire al fine di circoscrivere puntualmente la zona da ripristinare dopodiché, dove si renderà necessario, si procederà alla messa in opera di opportuni puntellamenti così da evitare crolli o deformazioni indesiderate.

La porzione di muratura da sanare verrà divisa in cantieri (dimensionalmente rapportati alla grandezza dell'area interessata dall'intervento di norma non più alti di 1,5 m e larghi 1 m) dopodiché, si procederà (dall'alto verso il basso) alternando le demolizioni e le successive ricostruzioni, in modo da non danneggiare le parti di murature limitrofe che dovranno continuare ad assolvere la funzione statica della struttura. La demolizione potrà essere eseguita ricorrendo a mezzi manuali (martelli, punte e leve) facendo cura di non sollecitare troppo la struttura evitando di provocare ulteriori danni; ad asportazione avvenuta la cavità

dovrà essere pulita con l'ausilio di spazzole, raschietti o aspiratori, in modo da rimuovere i detriti polverulenti e grossolani (nel caso sia necessario ricorrere ad un tipo di pulitura che preveda l'uso di acqua l'intervento dovrà attenersi alle indicazioni specificate presenti negli articoli inerenti le puliture a base di acqua). La messa in opera del materiale dovrà essere tale da consentire l'inserimento di zeppe in legno, tra la nuova muratura e quella vecchia che la sovrasta, da sostituire, solo a ritiro avvenuto, con mattoni pieni (ovvero con materiale compatibile) e malta fluida. La malta di connessione, se non diversamente

indicato dagli elaborati di progetto, potrà essere una malta di calce idraulica naturale NHL 5 (o in alternativa una malta NHL-Z 5) con inerte costituito da sabbia silicea, cocchio pesto e pozzolana vagliati e lavati (rapporto legante inerte 1:2 o 1:3). Se espressamente indicato dagli elaborati di progetto, l'intervento di scuci e cuci potrà essere denunciato così da tutelare la stratigrafia stessa dell'edificio, realizzando la nuova porzione di muratura in leggero sottosquadro o soprasquadro, tenendo presente però che la non complanarietà delle due superfici, costituirà una zona facile da degradarsi

**Specifiche:** la tecnica dello scuci e cuci non risulterà particolarmente idonea, nonché di difficile esecuzione, per le murature incoerenti (ad esempio strutture murarie in scaglie di pietra irregolare), murature costituite da elementi di elevate dimensioni e murature a sacco.

#### **CN am. 3. Consolidamento mediante iniezioni di miscele leganti**

La procedura è indicata, in generale, in presenza di lesioni diffuse e per apparecchi murari in pietra, dove spesso è possibile riscontrare dei vuoti e delle soluzioni di continuità interne presenti fin dall'origine oppure, formatesi a causa di dissesti o fenomeni di alterazione di diversa natura. L'intervento dovrà prevedere una preventiva attenta analisi della struttura al fine di individuare l'esatta localizzazione delle sue cavità, la natura e la composizione chimico-fisica dei materiali che la compongono.

Le indagini diagnostiche potranno essere eseguite attraverso tecniche comuni come la percussione della muratura oppure, ricorrendo a carotaggi con prelievo di materiale, a sondaggi endoscopici o, in funzione all'importanza del manufatto e solo dietro specifica indicazione, ad indagini di tipo non distruttivo (termografie, ultrasuoni, radarstratigrafie ecc.). In presenza di murature particolari, con elevati spessori e di natura incerta, sarà, inoltre, obbligatorio attuare verifiche di consolidamento utilizzando differenti tipi di miscele su eventuali campioni tipo così da assicurarsi che l'iniezione riesca a penetrare fino al livello interessato.

In presenza di murature in pietrame incerto potrà risultare più conveniente non rimuovere lo strato d'intonaco al fine di evitare l'eventuale, eccessivo, trasudamento della miscela legante.

La procedura operativa conterà nell'iniettare una miscela entro fori convenientemente predisposti, e presenterà due varianti:

-realizzazione di perforazioni regolarmente distribuite sull'apparecchio murario ed estrusione, ad una pressione variabile, di boiaccia idraulica che riempiendo le fratture e gli eventuali vuoti (sostituendosi e/o integrando la malta originaria) consoliderà la struttura muraria così da ripristinare la continuità della struttura anche in caso di muratura a sacco;

-realizzazione di perforazioni localizzate solo in zone limitate dell'apparecchio murario (ad es. le ammorsature tra muri d'angolo e di spina, o le strutture voltate ed arcate), con l'aggiunta dell'introduzione di barre in acciaio, seguendo una disposizione configurata a "reticolo", che funziona, nel complesso, come una sorta di cordolo, così da aumentare la resistenza agli sforzi di trazione.

Sarà sconsigliato effettuare qualsiasi procedura di consolidamento o, più in generale, l'utilizzo di prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L.;

ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; su ogni etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, (in caso di utilizzo di materiali organici dovranno essere segnati gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione o di concentrazione utilizzati), le modalità ed i tempi di applicazione.

### **CN am. 3.1. Consolidamento mediante iniezioni non armate**

L'intervento (conforme al punto 3, lettera a), dell'Allegato 3 della CMLLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica) sarà da attuarsi allorché l'apparecchio murario, sottomesso per lungo tempo a dilavamento o percolazione di acque meteoriche, o per la particolare tipologia costruttiva (ad es. a sacco), si presenta con cavità interne. Nessun beneficio si potrà ottenere da questa procedura se il setto murario, oggetto di intervento, non presenta cavità e fessure grossolane. L'apparecchio murario dovrà, quindi, essere sufficientemente iniettabile, ovvero dovrà presentare una struttura con una appropriata continuità tra i vuoti e, allo stesso tempo, la boiaccia legante dovrà essere pensata in modo da assicurare un'adeguata penetrabilità ossia una fluidità atta a rispettare i tempi di esecuzione richiesti. La procedura operativa conterà delle seguenti fasi esecutive.

#### **Preparazione del supporto**

Stuccatura e/o sigillatura, su entrambe le facce della muratura, di tutte le fessure, sconnessioni, piccole fratture dei conci di pietra e/o laterizio e dei giunti di malta così da avere un apparecchio murario "perfettamente chiuso" capace di ovviare l'eventuale trasudamento esterno delle malte da iniettare: qualora si operasse su murature intonacate sarà necessario accertare l'idoneità del rivestimento per l'esecuzione delle successive fasi; (per maggiori dettagli sulle procedure sopra descritte si rimanda agli articoli sulle stuccature e sui consolidamenti).

#### **Esecuzione dei fori**

Esecuzione di perforazioni seguendo le indicazioni di progetto in base al quadro fessurativo ed al tipo di struttura (in assenza di queste si potranno operare 2-4 fori ogni m<sup>2</sup>); detti fori, di diametro opportuno (mediamente sarà sufficiente un \_\_\_16-24 mm), saranno eseguiti mediante strumento a sola rotazione,

munito di un tagliatore carotiere con corona d'acciaio ad alta durezza o di widia. Negli apparecchi murari in pietrame, i fori dovranno essere, se non diversamente prescritto, perpendicolari alle superfici ma con leggera pendenza (circa il 10%) a scendere verso l'interno così da facilitare l'introduzione della miscela, eseguiti in corrispondenza dei giunti di malta ad una distanza di circa 60-80 cm in ragione alla consistenza del muro, mentre nelle murature in laterizi pieni la distanza tra i fori non dovrà superare i 50 cm. In ogni caso, si raggiungeranno risultati migliori con un numero elevato di fori di piccole dimensioni piuttosto che con un numero modesto di grosso diametro.

Sarà necessario eseguire le perforazioni con cura, verificando l'effettiva sovrapposizione, e comunicazione, delle aree iniettate (disposizione a quinconce), tramite l'utilizzo di appositi tubicini "testimone" dai quali potrà fuoriuscire l'esubero di miscela iniettata. I tubicini (con un  $\phi$  di circa 20 mm) verranno introdotti, per almeno 10-12 cm ed in seguito, sigillati con la stessa malta di iniezione a consistenza più densa (diminuendo cioè il quantitativo d'acqua nell'impasto). Durante questa operazione sarà necessario evitare che le eventuali sbavature vadano a degradare in modo irreversibile l'integrità degli strati di rivestimento

limitrofi; nel caso di fuoriuscite di colature queste dovranno essere celermente pulite mediante spugnette assorbenti (tipo *Blitz-fix*) imbevute di acqua deionizzata. Al fine di garantire una corretta diffusione della miscela, sarà consigliabile praticare dei fori profondi almeno quanto la metà dello spessore dei muri.

In presenza di spessori inferiori ai 60-70 cm le iniezioni verranno effettuate su una sola faccia della struttura; oltre i cm 70 sarà necessario operare su entrambe le facce, nel caso in cui lo spessore risulterà ancora maggiore, o ci si troverà nell'impossibilità di iniettare su entrambe le facce, si dovrà perforare la muratura da un solo lato per una profondità del foro tra i  $\frac{2}{3}$  e  $\frac{1}{4}$  dello spessore del muro e mai di valore inferiore ai 10 cm. In presenza di cortine murarie in laterizio pieno sarà utile prevedere perforazioni inclinate di almeno 40-45 gradi verso il basso fino a ottenere una profondità di 30-35 cm (in ogni caso stabilita in rapporto alla sezione del muro) tale operazione sarà conveniente al fine di ripartire meglio la boiaccia e per rendere partecipi i diversi strati di malta.

Precedentemente all'iniezione (almeno 24 ore prima) dovrà essere iniettata acqua nel circuito chiuso d'iniezione al fine di saturare la massa muraria e di mantenere la densità della miscela. L'operazione di prelavaggio (eseguita con acqua pura, eventualmente deionizzata) sarà, inoltre, conveniente sia per confermare le porzioni delle zone oggetto d'intervento, (corrispondenti alle zone umide), sia per segnalare l'esistenza d'eventuali lesioni non visibili. Durante la suddetta fase di pulitura-lavaggio si dovranno effettuare, se necessarie, le eventuali operazioni supplementari di rinzafo, stilatura dei giunti e sigillatura delle lesioni.

#### **Iniezione della boiaccia legante**

L'iniezione delle miscele (che, di norma dovranno essere omogenee, ben amalgamate ed esenti da grumi ed impurità) all'interno dei fori dovrà essere eseguita, preferibilmente, a bassa pressione (indicativamente tra 0,5 e 1,5 atm in ogni caso non superiore alle 2 atm) così da evitare la formazione di pressioni all'interno della massa muraria con le conseguenti coazioni con le cortine esterne; inoltre andrà effettuata tramite idonea pompa a mano o automatica provvista di un manometro. Nel caso in cui il dissesto risulterà circoscritto ad una zona limitata sarà opportuno dare precedenza alle parti più danneggiate (utilizzando

una pressione non troppo elevata e, se sarà necessario eseguire un preconsolidamento con boiaccia molto fluida colata mediante imbuto, prima delle perforazioni, in tutti gli elementi di discontinuità presenti nella muratura), per poi passare alle rimanenti, utilizzando una pressione maggiore. Le iniezioni procederanno per file parallele, dal basso verso l'alto dai lati esterni e, simmetricamente, verso il centro al fine di evitare squilibri di peso ed impreviste alterazioni nella statica della struttura. Il volume di miscela iniettata non dovrà superare i 100-120 l per m<sup>3</sup>.

Previa verifica della consistenza materica della muratura oggetto di intervento, si inietterà la miscela all'interno degli ugelli e boccagli precedentemente posizionati, la pressione sarà mantenuta costante fino a quando la boiaccia non fuoriuscirà dai tubicini adiacenti, a questo punto si chiuderà il tubicino e si proseguirà con il foro limitrofo seguendo il piano di lavoro.

L'iniezione ad un livello superiore sarà eseguita, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, solo quando tutti i tubi di iniezione, posti alla medesima quota, risulteranno intasati. Sarà,

inoltre, opportuno aumentare la pressione d'immissione in relazione alla quota del piano di posa delle attrezzature. L'aumento potrà essere di 1-2 atmosfere ogni 3-3,5 ml di dislivello in modo da bilanciare la pressione idrostatica. In edifici a più piani le iniezioni dovranno essere praticate a partire dal livello più basso.

In alternativa, e solo dietro specifica indicazione di progetto, si potrà iniettare la boiaccia per gravità; nel caso in cui la muratura risulti in uno stato avanzato di degrado tale da non poter sopportare sovrappressioni o perforazioni si potrà far penetrare la miscela dall'alto attraverso appositi boccagli ad imbuto localizzati in lesioni o lacune (eventualmente "aiutate" asportando materiale deteriorato). Questa tecnica non permetterà la chiusura di tutti i vuoti ma solo delle lacune maggiori.

Ad indurimento della miscela (circa 2-3 giorni), i boccagli potranno essere rimossi ed i fori sigillati con malta appropriata (si rimanda a quanto detto agli articoli riguardanti le stuccature).

*Specifiche sulle miscele:* la boiaccia per iniezioni potrà essere composta, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, da una miscela di sola calce idraulica NHL 3,5 o NHL-Z 3,5 (esente da sali solubili, con 85% dei granuli di dimensione < a 25  $\mu$ , calore d'idratazione unitario < di 135KJ/Kg) ed acqua in rapporto variabile da 0,8 a 1,2. Dal momento che, in genere, in una miscela di questo tipo si otterrà la fluidità necessaria per un'efficace iniezione con rapporti legante-acqua superiore ad 1, al fine di evitare eventuali fenomeni di segregazione sarà consigliabile aggiungere alla boiaccia additivi

fluidificanti (in misura dell'1-2% rispetto al peso del legante) ed agenti espansivi antiritiro (ad es. polvere di alluminio da 0,2% a 0,3% del totale in peso) al fine di controllare anche gli eventuali fenomeni naturali di ritiro di assestamento in fase plastica (ovverosia nelle prime ore che seguiranno la messa in opera) e di ritiro igrometrico (ritiro che si manifesterà nel materiale indurito, dopo circa 28 giorni, e si protrarrà per periodi molto lunghi, di norma sarà ritenuto completato dopo circa 2 anni dalla messa in opera).

In alternativa, potrà essere utilizzata una miscela binaria (da utilizzare in presenza di vere e proprie cavità, specie nei muri a sacco) composta da calce idraulica naturale NHL 2, (o da una calce idraulica pozzolanica ottenuta miscelando calce idrata cotta a bassa temperatura e, completamente idrata, con metacaolino anch'esso cotto a bassa temperatura, la calce idrata potrà essere sostituita anche da grassello di calce stagionato minimo 24 mesi) sabbia ed acqua (rapporto legante-acqua 1:3 fino ad 1:5 nel caso di iniezioni per gravità) con l'aggiunta di gluconato di sodio (con funzione fluidificante) e polvere di alluminio (come agente espansivo). La sabbia dovrà essere sempre di granulometria molto fine (< al 35-40% della minima larghezza delle fessure) e, preferibilmente, con granuli arrotondati; in alternativa, potrà essere impiegato carbonato di calcio scelto e micronizzato o perlite superventilata (se si ricercherà una boiaccia a basso peso specifico) od ancora, metacaolino ad alta reattività pozzolanica (o polvere di cocchio pesto vagliata e lavata) per migliorare le proprietà idrauliche della boiaccia (nel caso di utilizzo di grassello di calce o calce idrata, la carica con caolino, cocchio pesto o pozzolana sarà obbligatoria al fine di rendere idraulico il composto); in ogni caso l'inerte sarà il 10% rispetto al peso del legante. La boiaccia, sia se verrà preparata in cantiere, sia se si utilizzerà un prodotto premiscelato dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

-sufficiente fluidità al fine di penetrare profondamente (svuotamento del cono di Marsh di un litro di miscela < di 30 secondi),

- assenza di segregazione e di acqua essudata (*blending*); la separazione dell'acqua dalla boiaccia determinerebbe, in seguito

alla successiva evaporazione, la presenza di vuoti all'interno della massa del nucleo,

- tempo di presa compatibile con quello della lavorazione,

- alto scorrimento,

- sviluppo calore in fase di presa temperatura massima < +30°C,

- dilatazione termica compatibile con quella della muratura originale,

- resistenza caratteristica a rottura per compressione > 12 N/mm<sup>2</sup> dopo 28 giorni,

-peso specifico modesto < 1,8 kg/l,

- resistenza ai sali comunemente presenti nella muratura (solfati, ammine),

- modulo elastico allo stato secco comparabile con quello della muratura (3000-6000 N/mm<sup>2</sup>),

- non presentare fenomeni di ritiro che ridurrebbero l'efficacia del contatto.

*Avvertenze:* non sarà assolutamente consentita, salva diversa prescrizione della D.L., la demolizione d'intonaci e stucchi; sarà anzi necessario provvedere al loro preventivo consolidamento e/o ancoraggio al paramento murario, prima di procedere all'esecuzione della suddetta procedura (per maggiori dettagli si

rimanda a quanto detto agli articoli specifici). Il collaudo del consolidamento andrà eseguito dopo 90 giorni dall'esecuzione delle iniezioni.

### **CN am. 3.2. Consolidamento mediante iniezioni armate**

L'intervento (conforme al punto 3, lettera c), dell'Allegato 3 della CMLLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. riguardanti le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica) potrà essere attuato strettamente localizzato ed in caso di assoluta necessità quando, ad esempio, si dovranno realizzare efficienti rinforzi localizzati tra le murature d'angolo, ammorsamento di muri ortogonali, ricongiungimenti di parti lesionate ecc. e non si potrà ricorrere all'uso di altre procedure. L'intervento, simile alle iniezioni di miscele leganti, avrà la finalità di assicurare alla muratura per mezzo dell'utilizzo di cuciture metalliche, un consistente aumento della resistenza agli sforzi di trazione; queste cuciture saranno costituite da armature di lunghezza variabile (circa 2-3 volte lo spessore delle murature), dipendente dal livello di aderenza sia tra malta e barre, sia tra malta e tessitura preesistente, disposte in perfori ( $\phi$  variabile da 32 a 40 mm) alla distanza di circa 40-50 cm l'uno dall'altro, preferibilmente, inclinati (di circa 45°) in successione verso l'alto e verso il basso. L'esercizio svolto dalle armature nei pannelli di muratura, in prevalenza compressi, sarà quello di contenere la deformazione laterale, collaborando ad un miglioramento della resistenza dell'elemento. Nei setti murari non esclusivamente compressi, la presenza dell'armatura potrà partecipare alla resistenza a taglio del setto stesso.

La procedura operativa seguirà le fasi descritte per le iniezioni di miscele leganti ad eccezione che, nei fori di iniezione dovranno essere, preventivamente, inserite barre di acciaio inossidabile ad aderenza migliorata Fe B 44 K (minimo  $\phi$  12 mm massimo 20 mm), o barre filettate di acciaio AISI 316L, (minimo  $\phi$  14 mm) munite di distanziatori perimetrali al fine di evitare il contatto diretto con la muratura; lo schema distributivo, l'inclinazione il calibro e la lunghezza delle barre dovranno essere relazionati: alle disposizioni di progetto o indicazioni della D.L., ai dissesti riscontrati dall'esame del quadro fessurativo del manufatto o delle variazioni apportate nel corso dei lavori di restauro agli equilibri dei carichi. L'inserimento di detta armatura avrà lo scopo di fornire resistenza a trazione tra le due cortine esterne della muratura, specialmente nei casi in cui l'altezza di libera inflessione sia tale da poter dar luogo al fenomeno del carico di punta. Al fine di realizzare un promotore d'adesione tra le barre e la malta delle iniezioni si potrà spalmare la superficie dell'armatura con boiaccia anticarbonatante, reoplastica pennellabile realizzando uno strato continuo di almeno 1 mm.

**Specifiche sui materiali:** le miscele leganti da utilizzare saranno uguali a quelle esaminate per le iniezioni non armate con l'ulteriore specifica che in questo caso dovranno, necessariamente, presentare maggiore capacità di aderenza, antiritiro, e di resistenza, così da garantire la collaborazione tra armature e muratura, visto che in questo caso si localizzeranno nelle zone più sollecitate.

**Avvertenze:** talvolta potrà essere necessario consolidare preventivamente la muratura mediante semplici iniezioni di boiaccia (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all'articolo specifico). In ogni caso questa procedura dovrebbe essere messa in opera, preferibilmente, su murature di buona qualità, in un discreto stato di conservazione prive però, d'adeguate ammorsature tra le pareti ortogonali. Nei muri di modeste sezioni (30-50 cm) le chiodature non avranno alcun effetto benefico nei confronti del setto murario, in quanto la ridotta lunghezza della barra non permetterà il trasferimento per aderenza degli sforzi tra malta d'inghisaggio ed il ferro. Affinché questo trasferimento avvenga sarà necessario che la barra presenti una lunghezza minima di 40 \_ o, in alternativa che sia ancorata risvoltandola all'esterno della muratura ed, eventualmente, collegandola con l'armatura di paretine di malta a ritiro compensato realizzate su una o entrambe le facce del pannello murario (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all'articolo specifico).

### **CN am. 6. Consolidamento mediante tiranti metallici**

L'intervento sarà conforme al punto 2, dell'Allegato 3 della CMLLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Il consolidamento mediante la messa in opera di tiranti metallici (elementi costruttivi a sviluppo lineare) consentirà di realizzare un collegamento, ed irrigidimento delle murature così da riuscire a contrastare

rischi di traslazione, crolli e distacchi; la cerchiatura per mezzo dei tiranti permetterà di rendere solidali le strutture murarie tanto da garantire un comportamento di tipo scatolare, soprattutto, in caso di azione sismica. I tiranti (realizzati prevalentemente in acciaio inossidabile) potranno essere inseriti all'interno delle strutture da consolidare (murature, strutture lignee di solai e di copertura, in pilastri murari e in fondazioni) o all'esterno; la loro messa in opera potrà essere verticale, orizzontale od inclinata secondo le necessità specifiche richieste dal singolo caso e, in base agli sforzi che dovranno assolvere. Il bloccaggio all'estremità delle strutture sarà garantito da chiavarde o capichiave (che potranno essere a paletto o a piastra) posti su piastre (realizzate in acciaio inossidabile di forma e dimensioni tali da consentire una ripartizione omogenea degli sforzi) necessarie al fine di assicurare l'adeguata ripartizione dei carichi; le piastre potranno essere realizzate in acciaio, con la presenza dei fori per consentire il passaggio dei cavi e delle guaine oppure, in calcestruzzo armato. I paletti dei capichiave andranno orientati a 45° con il braccio superiore rivolto contro il muro trasversale su cui insiste il solaio. Indipendentemente dalla messa in opera (esterna o interna, orizzontale o inclinata), prima di procedere con l'operazione dovrà essere appurato il grado di consistenza delle strutture, lo stato di conservazione e, soprattutto, la loro stabilità; a tale riguardo prima di effettuare l'intervento potrà essere utile, dove si renderà necessario, operare un consolidamento (scuci e cucì, iniezioni di boiaccia, rincocciature, rinforzi delle fondazioni ecc.) delle parti interessate ed influenzate dal successivo stato tensionale indotto dal tirante. L'operazione inizierà con la localizzazione esatta dei punti di perforazione per il passaggio del tirante, della sua collocazione ed il posizionamento del relativo sistema d'ancoraggio, che dovrà essere saldo ed efficace dal momento che la risoluzione avrà effetto solo se sarà garantita la trazione del tirante, costante nel tempo, capace di contrastare le sollecitazioni in atto. I tiranti potranno essere messi in opera anche binati: uno da una parte e uno dall'altra dello stesso muro trasversale. Il tiraggio del tirante potrà essere fatto a freddo o a caldo.

#### **CN mu. 6.1. Consolidamento con tiranti trivellati inseriti nella muratura**

Il dimensionamento dei tiranti, definito dagli elaborati di progetto, dovrà essere relazionato alla resistenza a trazione del materiale utilizzato e quella a taglio del muro su cui verrà posizionato il capochiave (potranno essere messi in opera tiranti in acciaio inossidabile zincati Fe 360 opportunamente dimensionati e, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, potranno essere utilizzati tiranti  $\phi$  26 mm o  $\phi$  32 mm).

##### **CN mu. 6.1.1. Tiranti trivellati inseriti nella muratura orizzontalmente**

Il tirante orizzontale dovrà essere posizionato in corrispondenza del solaio (al di sotto del pavimento) il più possibile in aderenza al muro ortogonale su cui verrà collocato il capochiave; dopo aver localizzato il percorso del tirante e i punti di perforazione sulla muratura, si procederà alla realizzazione dell'alloggiamento mediante l'utilizzo di trapani esclusivamente rotativi in modo da evitare ulteriori sconnessioni della struttura dissestata, realizzando uno scasso che, se non diversamente indicato dagli elaborati di progetto, potrà essere di circa 25 mm di diametro profondo 40 mm. L'intervento procederà con il posizionamento degli ancoraggi (angolari o intermedi fissati mediante malta di calce idraulica naturale NHL 5) previa preparazione della parte di muratura interessata mediante l'eventuale asportazione d'intonaco e, se necessario, consolidamento; la piastra di ripartizione dei carichi, se non diversamente indicato dagli elaborati di progetto, potrà avere dimensioni di 25x25 cm o 30x30 cm spessa 15 mm. Sulla muratura verranno eseguiti i fori di passaggio del tirante, il cui dimensionamento si relazionerà alla sezione del tirante, ricorrendo ad un trapano a rotazione. Realizzato l'alloggiamento, il cavo dovrà essere fissato alle piastre precedentemente forate; all'interno dei fori ( $\phi$  50-80 mm) dovrà essere posizionata una guaina protettiva fissata alla parete mediante l'utilizzo di malta o resina. Dopo aver tagliato il tirante a misura d'impiego (pari alla lunghezza della parete più lo spessore del muro e a 30 cm, 15 cm per parte, necessari per l'ancoraggio) e provveduto alla filettatura delle estremità indispensabili per il tiraggio a freddo (15 cm per ogni estremità utilizzando filettatrici) si procederà alla relativa messa in opera.

Il tirante passerà dalla guaina prolungandosi qualche centimetro all'esterno della piastra di ripartizione così da facilitare il tiraggio e l'ancoraggio; verranno posizionati i capochiave (forati se il tiraggio avverrà a freddo) i sistemi di fissaggio ed ancoraggio (dado e controdado, manicotto di collegamento e tiraggio ecc.). Avvenuta la presa del bulbo di ancoraggio (3 o 4 giorni), il tirante verrà messo in tensione (se teso a mano si ricorrerà ad una chiave dinamometrica che serrerà i dadi sino ad ottenere una tensione di circa 150-200 kg) con gradualità ed a più riprese, fino alla tensione di calcolo (la tensione applicata non dovrebbe superare il 50% di quella ammissibile dal cavo di acciaio utilizzato), controllando eventuali diminuzioni di tensioni

(causati o dal tipo di acciaio impiegato o riconducibili ad assestamenti murari improvvisi). La sede di posa dei tiranti ed i fori potrà essere riempita con iniezioni di malta a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 e, si potrà solidarizzare la guaina e il cavo mediante l'ausilio di resina sigillante. L'operazione terminerà con la posizione dei cunei di bloccaggio del cavo. Tutte le parti metalliche rimaste a vista dovranno essere protette mediante l'applicazione di vernici di tipo epossidico.

#### **CN mu. 6.2. Consolidamento con tiranti aderenti alla muratura**

Nei casi in cui il tirante orizzontale non potrà essere inserito all'interno del solaio poiché strutturalmente fatiscente, sarà opportuno posizionarlo, sempre al livello del solaio ma sul suo intradosso in adiacenza ai muri trasversali (il tirante potrà essere inserito in scanalature ricavate nella muratura così da non renderlo visibile). L'intervento procederà con la localizzazione dei fori da realizzare sui setti che dovranno accogliere il capochiave al fine di consentire il passaggio del tirante; il foro dovrà presentare un diametro, se non diversamente indicato dagli elaborati di progetto, di 30-80 mm realizzato con trapano a sola rotazione con corona diamantata, escludendo qualsiasi azione di percussione. Eseguiti i fori si procederà alla messa in opera del tirante (la cui sezione potrà essere circolare, quadrata o piatta) facendo cura di farlo uscire all'estremità per circa 15 cm (anche in questo caso le due parti che fuoriusciranno dovranno presentarsi opportunamente filettate) e delle piastre di ripartizione messe in opera sulle pareti esterne (seguendo le modalità descritte nell'articolo inerente i tiranti trivellati inseriti nella muratura orizzontalmente). L'operazione procederà con la tesatura del tirante tramite i dadi (interposti dalle rosette) che potrà essere realizzata sia a freddo (utilizzando una chiave dinamometrica seguendo la procedura indicata all'articolo inerente i tiranti trivellati inseriti nella muratura orizzontalmente) che a caldo. Nei casi in cui le piastre esterne a lavoro ultimato, non potessero essere più ispezionabili (affogate all'interno della muratura, intonacate ecc.) queste dovranno essere rese solidali con il tirante che in questo caso si comporrà di due parti unite da un manicotto filettato necessario al fine di effettuare il tiraggio del cavo a

freddo. L'utilizzo di manicotti intermedi sarà necessario anche nei casi in cui i tiranti risulteranno particolarmente lunghi.

**Specifiche:** il tiraggio dei tiranti potrà essere realizzato anche a caldo ovvero; una volta posto in opera il cavo e forzate leggermente le zeppe di contrasto con i capochiave si effettuerà un preriscaldamento (mediante l'ausilio di fiamma ossidrica o con una fiaccola a benzina) nel tratto centrale; il cavo si allungherà per effetto termico, a questo punto, una volta raggiunta la lunghezza indicata da progetto, si inserirà il sistema di bloccaggio all'estremità dopodiché, bloccando gli ancoraggi il tirante svilupperà la sua tensione raffreddandosi.

I tiranti orizzontali messi in opera sulle pareti più lunghe dovranno essere applicati leggermente sopra a quelli che corrono sulle pareti più corte; inoltre, in presenza di solai sfalsati, i tiranti orizzontali dovranno essere posizionati a metà tra i due. La piastra di ancoraggio potrà essere sostituita da una piastra armata spessa e larga incassata e ammorsata all'interno della muratura.

Per maggiori specifiche riguardanti le miscele da iniezione si rimanda a quanto detto all'articolo specifico sulle iniezioni di miscele leganti.

#### **CN am. 7. Consolidamento mediante tiranti antiespulsivi**

In presenza di pareti caratterizzate da paramenti in parte o totalmente scollegati tra loro (muratura a sacco o a paramenti accostati e non connessi) che presenteranno degli spancamenti o delle deformazioni, si potrà ricorrere all'uso dei tiranti

antiespulsivi. La tecnica d'intervento sarà indirizzata al ripristino della continuità trasversale della muratura, ricorrendo all'inserimento di barre metalliche, passanti, ancorate mediante piccole piastre bullonate alle facce esterne della muratura.

L'intervento potrà essere reversibile, poiché non prevedrà l'utilizzo di materiali leganti per fermare la barra ma, allo stesso tempo, per la sua immediata connotazione sulla parete, sarà opportuno limitarlo nella quantità evitando così un'eccessiva alterazione della configurazione superficiale della parete. L'effettiva efficacia dell'intervento sarà strettamente connessa alla natura ed alla qualità della muratura su cui si opererà il consolidamento, così come le singole fasi operative varieranno in relazione al singolo caso specifico. Le fasi esecutive consteranno in: realizzazione dei fori (se non diversamente indicato dagli elaborati di progetto potrà essere sufficiente realizzare una perforazione ogni m<sup>2</sup> di parete) mediante l'utilizzo di trapano a sola rotazione e non a percussione poiché potrebbe aggravare il dissesto della struttura, utilizzando una punta da 20-25 mm, eseguiti in punti ottimali per l'ancoraggio dei tiranti (la superficie in quelle zone dovrà presentarsi sufficientemente piana così da consentire la buona aderenza delle piastre); asportazione dal foro di eventuali detriti ed introduzione del tirante (  $\phi$  16-20 mm) in acciaio inossidabile con l'estremità filettate che fuoriusciranno dalla muratura (circa 4-5 cm) tanto da consentire il facile bloccaggio; inserimento delle piastre (con un diametro dimensionalmente rapportato al tipo di murature sulla quale dovranno insistere, ad esempio su una muratura mista  $\phi$  80-100 mm) che bloccheranno i tiranti su entrambe le contrapposte pareti; infine, il serraggio della barra avverrà mediante bullonatura in acciaio (utilizzando, se esplicitamente richiesti dalla D.L. bulloni ciechi) allo scopo di riuscire ad attribuire una modesta pre-sollecitazione alla barra.

**Specifiche:** si ricorda che la realizzazione di eventuali piccoli scassi sulla muratura, al fine di nascondere in parte le piastre, saranno sconsigliati poiché potranno ridurre l'efficacia dell'intervento.

#### **CN am. 8. Consolidamento mediante diatoni artificiali**

All' fine di consolidare, e legare trasversalmente murature sconnesse, si potrà procedere introducendo all'interno della struttura elementi artificiali (diatoni), di forma cilindrica messi in opera all'interno di fori realizzati mediante l'uso di una carotatrice. La messa in opera di questo tipo di risoluzione potrà essere fatta anche su murature di qualità molto scadente poiché non genera alcuna presollecitazione; la quantità dei diatoni da introdurre all'interno della muratura sarà connessa alla consistenza della muratura stessa. La procedura prevederà: realizzazione dei fori (  $\phi$  15 cm) mediante l'uso di una sonda a rotazione, fissata alla

muratura in modo da realizzare forature perfettamente orizzontali localizzate in modo da non arrecare ulteriori danni alla struttura (da evitare parti particolarmente fragili esteriormente); l'armatura del diatono verrà realizzata tramite un traliccio a spirale in acciaio inossidabile (AISI 304L o 316L) o passivato (5-6 barre  $\phi$  8 ed eventuale staffa  $\phi$  4-6 a spirale) tagliato in base allo spessore della muratura da consolidare inserito all'interno del foro (ricorrendo all'uso di opportuni distanziatori per meglio posizionarlo) e collegato con il controtappo (munito di foro per garantire l'iniezione della malta e dotato di ferri longitudinali della lunghezza di 10 cm) tramite legatura o saldatura; su entrambe le pareti, le zone adiacenti al foro, dovranno essere sigillate mediante stuccatura in modo da ovviare l'eventuale fuoriuscita della miscela che verrà iniettata, facendo cura di lasciare una piccola fessura nella parete dove avverrà l'immissione della miscela così da consentire il passaggio dell'aria; infine l'intervento terminerà con l'iniezione, tramite una leggera pressione all'interno dell'armatura, di malta fluida (per maggiori delucidazioni al riguardo si rimanda all'articolo inerente le iniezioni di miscele leganti).

**Specifiche:** questa tecnica risulterà adatta per sopportare sollecitazioni di origine sismica grazie al collegamento monolitico che si verrà a creare tra le due facce del muro.

#### **CN am.9. Cerchiature in acciaio di aperture e vani in murature portanti**

La procedura avrà come obiettivo quello di eseguire una cerchiatura con lo scopo di realizzare un'apertura a strappo in una muratura portante senza compromettere la stabilità delle strutture originali. Sarà necessario, in ogni caso, procedere con cautela, considerando l'intervento in modo accurato al fine di evitare possibili lesioni di assestamento.

Dopo aver posto in opera elementi provvisori, allo scopo di forzare staticamente i solai che si appoggeranno sulla muratura oggetto di intervento, si eseguiranno le aperture verticali in corrispondenza delle mazzette, appoggi della struttura di architrave.

All'interno della muratura esistente, saranno inseriti due piedritti costituiti da uno o più profilati metallici (in genere profili a doppio "T" Fe 360 o Fe 430) a seconda dello spessore della muratura ed, in ogni caso scelti seguendo le disposizioni di progetto o indicazioni della D.L. (ad es. HEA 140), ancorati mediante spillature perimetrali sagomate ad "L" e saldati a caldo al montante in oggetto; questi ancoraggi saranno costituiti da barre in acciaio ad aderenza migliorata Fe B 44 K (ad es. 4  $\phi$  14/300 mm) inghisate, (con malta a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 a ritiro compensato e con buone caratteristiche di aderenza), in perfori  $\phi$  24 mm, eseguiti con strumento a sola rotazione, di lunghezza ed inclinazione variabili (in ogni caso non inferiori ai 200 mm), intervallati ogni 50-60 cm o secondo indicazioni della D.L. constatate sul posto le reali condizioni delle murature.

In alternativa ai piedritti d'acciaio potranno essere messi in opera delle spallette in muratura migliorata (per tutto lo spessore della muratura e di lunghezza minima pari a tre teste) in mattoni pieni allettati con malta a base di leganti idraulici (tipo calce idraulica naturale NHL 5) seguendo la tecnica del "scuci e cucì" a piccoli tratti fino a sostituire la vecchia struttura con una nuova. Le nuove spallette dovranno essere correttamente ammorsate alla muratura da mantenere (un adeguato numero di morse sarà di circa una ogni cinque filari) e, allo stesso tempo, creare il paramento verticale sui lati interni dell'apertura lungo la quale, procedendo in aderenza, si effettuerà lo strappo della muratura da demolire. I nuovi piedritti dovranno, inoltre, essere fasciati da rete in acciaio elettrosaldato, fissata a mezzo di chiodature, (ad es.,  $\phi$  5-6 mm con maglia 100x100 mm) per una lunghezza pari a circa 50-60 cm allo scopo di migliorare l'ancoraggio alla muratura esistente.

Di seguito si eseguirà la prima traccia orizzontale sulla muratura (la scelta di utilizzare due profilati accoppiati è dettata, principalmente, da esigenze esecutive) al fine di ospitare il primo profilato metallico (la sezione della trave potrà essere composta, a seconda della luce, del carico e dello spessore del muro di due o più profilati del tipo IPE o HE) che appoggerà su piastra in acciaio, di dimensioni variabile (ad es., con profilato HEA 140 montato su muratura di 45 cm, la piastra avrà dimensioni 140x450x10 mm), saldata sulla sommità dei montanti. Il profilato sarà messo a contrasto con la muratura sovrastante mediante zeppe e/o cunei di ferro o spezzoni di lastre d'ardesia in modo da imprimere al ferro una freccia preventiva. Allorché l'architrave sia di lunghezza notevole e tra l'estradosso del profilato ed il solaio sovrastante vi sia sufficiente

altezza, la freccia preventiva si potrà ottenere con l'ausilio di un martinetto idraulico (previa interposizione di una piastra metallica tra muratura e martinetto) alloggiato in un opportuno vano ricavato sopra la trave. Effettuata la messa in opera del primo elemento in acciaio s'interrerrà, sul lato del muro opposto, seguendo la medesima procedura per mettere in opera il secondo. Eseguita l'architrave si potrà demolire la porzione centrale di muratura e si collegheranno i profilati per mezzo di chivarde (ad es.,  $\phi$  16 mm), inserite in fori corrispondenti eseguiti prima della messa in opera, distanziate da circa 140-150

cm una dall'altra partendo dagli appoggi.

Il vuoto tra le due ali esterne dei profilati, riempito con tavelline in cotto murate con malta a base di leganti idraulici, potrà essere colmato, a seconda delle specifiche di progetto o indicazioni della D.L. con: muratura di mattoni pieni, calcestruzzo di cemento confezionato con inerti sottili, utilizzando come cassaforma a perdere un piano di tavelle posate sulle ali inferiori interne; il getto sarà eseguito mediante fori praticati lateralmente al di sopra dell'estradosso delle travi. Successivamente si eseguirà la messa in opera del traverso inferiore costituito da un piatto in acciaio di dimensione variabili con uno spessore minimo di 10-12 mm (ad es. 2200x450x15 mm) che dovrà essere, anch'esso, saldato a caldo con cordoni angolari al telaio sovrastante.

**Specifiche:** al fine di proteggere i profilati metallici sarà consigliabile trattarli con apposita boiaccia passivante anticarbonatante (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli riguardanti il ripristino di opere in c.a.), inoltre per migliorare l'aggrappaggio dell'intonaco sarà consigliabile fasciare la cerchiatura con

rete in acciaio elettrosaldato a maglia stretta (ad es.,  $\phi$  3-4 mm con maglia 50x50 mm) per una lunghezza pari a circa 60-80 cm.

In caso di cerchiatura mista, ovverosia con spallette in muratura migliorata ed architrave d'acciaio, sarà obbligatorio

ammorsare efficacemente i profilati nella muratura esistente pari a circa una volta e mezzo lo spessore del muro. Nel caso l'architrave dovrà sostenere elevati carichi, si inseriranno delle alette di irrigidimento saldate con cordoni d'angolo. Le aperture a strappo non dovranno essere eseguite in strutture murarie con quadro fessurativo avanzato, in presenza di uno stato conservativo dei materiali pessimo e, anche in quelle che, pur essendo in discrete condizioni saranno di sostegno ad altre strutture malmesse; fermo restando che non sia previsto un preventivo generale quanto accurato restauro delle strutture. Le sezioni delle architravi dovranno essere scelte calcolando le sollecitazioni a flessione e taglio e le frecce di inflessione di due unità accoppiate, i vincoli di estremità dovranno essere considerati come semplici appoggi.

In presenza di murature di elevato spessore con possibilità di caduta di materiale intermedio fra i paramenti sostenuti dalle travi potranno essere messi in opera, previa esecuzione di fori subito sopra l'estradosso delle stesse, dei monconi di profilati ad "U" appoggiati sulle ali superiori delle travi e riempiendo i vuoti con malta a ritiro controllato.

### **CN sl. Operazioni di Consolidamento solaio in legno**

#### **CN sl. 1. Generalità**

Le operazioni preliminari, necessarie ed obbligatorie, che l'operatore dovrà compiere prima di iniziare qualsiasi procedura di consolidamento di strutture lignee orizzontali, saranno:

Σ puntellamento in contromonta (L/300-400) della struttura gravante sugli elementi oggetto di intervento mediante sostegno centrale eseguito con ritti regolabili da cantiere (cristi);

Σ rimozione dell'eventuale intonaco dalla fascia delle murature interessate all'intervento, successiva rimozione del pavimento e del relativo sottofondo; accurata pulizia degli elementi lignei da consolidare seguendo le indicazioni fornite dal progetto o prescrizioni della D.L. (pulitura manuale con scopinetti spazzole di saggina, aria compressa, impacchi evitando, in ogni caso, operazioni troppo aggressive per il materiale), al fine di asportare gli eventuali strati di pittura, vernici, cere, grassi e polveri presenti sulle parti da trattare;

Σ identificazione delle cause intrinseche ed estrinseche del dissesto della struttura;

Σ precisa verifica del quadro patologico dei manufatti lignei.

#### **CN sl. 2. Appoggi**

Allorché si renda necessario conferire una miglior ripartizione del carico che le travi scaricano sulla muratura si potrà inserire un cuscino di appoggio denominato comunemente dormiente, (o banchina) di base più ampia di quella della trave; potrà essere costituito, a seconda dei casi e delle disposizioni di progetto da: tavola singola (o sovrapposizione di due tavole) di legno massiccio di specie particolarmente dura (es. legno di quercia) spessore minimo 100 mm (larghezza minima = h della trave, lunghezza minima = h trave + 10 cm per parte), uno o più mattoni pieni (spessore 55 mm) disposti per piano o un piatto di acciaio inossidabile Fe 430 di spessore minimo 10 mm. Quest'ultima soluzione è spesso la più utilizzata grazie alla modesta demolizione necessaria per inserire la piastra, è sempre consigliabile inserire tra la trave e la piastra un cuscinetto di neoprene.

#### **CN sl. 3. Irrigidimento mediante doppio tavolato**

L'intervento (conforme al punto 7 dell'Allegato 3 della CMLPP 10 aprile 1997, n.65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica) è rivolto ad aumentare l'inerzia della struttura contenendo la freccia elastica; viene, sovente, utilizzato in presenza di strutture complessivamente affidabili dal punto di vista della conservazione dei materiali (tavolato) e del dimensionamento delle parti strutturali (travi) ma che necessitano di un intervento di irrigidimento del piano e del conseguente miglioramento delle caratteristiche di rigidità. Tecnologia utilizzabile anche in zona sismica unitamente ad altri accorgimenti atti a garantire il collegamento tra solaio e muri perimetrali.

Dopo aver eseguito uno scrupoloso controllo dello stato di conservazione dell'assito preesistente, integrando le eventuali parti deteriorate ed effettuando un'operazione di chiodatura per fermare le parti distaccate, si procederà a disporre il nuovo tavolato di irrigidimento dello spessore minimo di 30-40 mm, eventualmente ammorzato con incastro a linguetta, tenone o a battuta semplice; si dovrà utilizzare un'essenza meno deformabile di quella originale, ed il materiale dovrà essere perfettamente stagionato (a seconda delle scelte di progetto si potranno utilizzare tavolati di legno di abete o di douglas). Il tavolato dovrà essere aderente a quello esistente ed ordito rispetto a questo in senso ortogonale od incrociato (in diagonale) e collegato (sempre ortogonalmente) con viti autofilettanti di acciaio inossidabile o chiodi inox filettati o scanalati (il diametro e la lunghezza saranno in funzione della specie e dello spessore del legno; in ogni caso la lunghezza varierà dai 150 ai 400 mm e il  $\phi$  non sarà inferiore ai 4 mm) e con collanti resistenti all'umidità. In assenza di altre specifiche di progetto la chiodatura sarà eseguita

ad angolo retto rispetto al piano (mediante trapani per chiodature oppure manualmente) e fino ad una profondità tale che la testa dei chiodi (di norma paria a  $2,5 \phi$  del chiodo) sia al livello della superficie del nuovo tavolato. La spaziatura minima tra i chiodi, senza preforatura nel singolo elemento ligneo sarà di  $10 \phi$  per  $\phi$  inferiori od uguali a 4 mm o di  $12 \phi$  per  $\phi$  maggiori a 4 mm per chiodature parallele alle fibre del legno,  $5 \phi$  per chiodature ortogonali alle fibre del legno (l'interasse massimo tra i chiodi posti parallelamente alla fibratura sarà di  $40 \phi$  mentre, per quelli infissi ortogonalmente alla fibratura, sarà di  $20 \phi$ ).

I chiodi con  $\phi$  inferiori a 6 mm verranno infissi nel legno senza preparazione del foro; per diametri maggiori è opportuno preparare il foro con trapano munito di punta inferiore al diametro del chiodo stesso; per tale motivo è consigliabile utilizzare chiodi con diametri intorno ai 4-5 mm.

In alternativa alle tavole potranno essere utilizzati pannelli di compensato multistrato (dimensioni massime pannello 3050x3050 mm, spessore minimo consigliato 22 mm, con struttura simmetrica composta da almeno 7 fogli di impiallaccio in pino europeo e abete rosso) per usi strutturali (del tipo bilanciato ovverosia le direzioni delle fibre saranno ruotate reciprocamente in modo perpendicolare), questi pannelli si collegheranno facilmente ed efficacemente con bordi sagomati a becco di flauto. Il tavolato

sarà, infine, ammorzato alle murature perimetrali demolendo l'intonaco corrispondente alla sezione di contatto ed interponendovi cunei di legno duro od altri dispositivi previsti dal progetto. Si dovrà provvedere a livellare perfettamente il nuovo piano, recuperando le eventuali differenze con l'aiuto di idonei spessori, prima della posa in opera della nuova pavimentazione che verrà, preferibilmente, fissata a colla per avere un'efficace posa sull'assito e, allo stesso tempo, evitare la presenza di massetto.

#### **CN sl. 4. Consolidamento mediante sezioni miste**

L'intervento è conforme al punto 7 dell'Allegato 3 della CMLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica. Il dimensionamento e la verifica dei solai misti legno-clc dovrà essere eseguito seguendo un criterio di calcolo che tenga conto della deformabilità della connessione (Eurocodice 5, UNI ENV 1995 e norma DIN1052 teoria di Möhler).

Nel caso in cui i solai lignei non siano più nelle condizioni di assicurare la portata minima di esercizio, si potranno impiegare tecniche a sezione mista (legno-acciaio-calcestruzzo). Lo scopo principale, oltre a quello di irrigidire ed accrescere la resistenza del solaio, sarà quello di effettuare la coesione legno calcestruzzo in modo tale che la sezione mista, in fase di esercizio, non presenti scorrimenti ed agisca uniformemente. Nel caso in cui il cls e il legno siano a diretto contatto, il connettore (acciaio) lavorerà principalmente a taglio dando vita ad un collegamento molto rigido che potrà trovare il suo limite nell'inevitabile fenomeno di rifollamento del foro. Se, invece, non esisterà un contatto diretto (ad esempio il tavolato sovrastante la trave non viene rimosso) il connettore lavorerà a taglio e a flessione e si realizzerà un collegamento meno rigido dove non saranno esclusi scorrimenti di una certa natura.

Durante le fasi di lavoro e fino a maturazione dei getti di calcestruzzo, sia per la sicurezza sia per ottenere la massima funzionalità, si renderà indispensabile puntellare opportunamente le travi di legno: in tal

modo anche i pesi propri verranno sopportati dalla trave composta; sarà, altrettanto, opportuno, quando possibile, imporre alle travi una controfreccia iniziale mediante puntelli supplementari.

Il calcestruzzo utilizzato dovrà obbligatoriamente essere di tipo strutturale, utilizzando come leganti solo ed esclusivamente cementi (ad es. R 32,5 o R 42,5) con Attestato di Conformità (DM 12/7/99 n.314) ed aggregati silicei; potrà essere alleggerito con argilla espansa o vermiculite espansa di granulometria 1-8 mm (impasto tipo: 3 q cemento R 32,5; 0,40 m<sup>3</sup> di sabbia; 1 m<sup>3</sup> di argilla espansa), peso massimo asciutto in opera di 1600 kg/m<sup>3</sup> (comunque non inferiore a 1400 kg/m<sup>3</sup>), resistenza media a compressione di 30 N/mm<sup>2</sup> (in ogni caso non inferiore a 25 N/mm<sup>2</sup>), classe di lavorabilità (slump) S3 (semifluido) rapporto acqua-cemento  $\leq 0,65$ , classe 0 di resistenza al fuoco, conducibilità termica media 0,54 W/mK (comunque non inferiore a 0,42 W/mK valore secondo UNI 10351), modulo elastico medio 20000 N/mm<sup>2</sup> (in ogni caso non inferiore a 15000 N/mm<sup>2</sup>).

#### **CN sl. 4.1. Connettore inghisato a piolo o a traliccio**

Prima verifica sullo stato di conservazione del legname oggetto di intervento il rinforzo della struttura avverrà mediante connettori metallici (tecnica "Turrini Piazza") costituiti da barre tonde di acciaio inossidabile o zincato (quando non specificamente indicato, sarà sufficiente utilizzare Fe B 38 K altrimenti si utilizzerà Fe B 44 K) da c.a. ad aderenza migliorata, piegate ad "L" con l'ala (disposta sull'estradosso di lunghezza di circa 60-80 mm) rivolta verso l'appoggio più vicino al fine di contrastare, con la propria resistenza a trazione, le sollecitazioni tangenziali causate dallo scorrimento longitudinale che opera nel piano di contatto legno-cls. In alternativa si potranno utilizzare vitoni tirafondi da legno (DIN 571) di lunghezza di circa 200- 300 mm e diametro 10-12 mm da utilizzare da soli o con saldati, ortogonalmente, degli spezzoni di tondo liscio da cemento armato lungo circa 10-150 mm.

La prima operazione sarà quella di regolarizzare i travicelli ovvero si taglieranno le loro estremità poggianti sulla trave lasciandone l'appoggio di 3-4 cm per ogni lato della trave dopodiché si procederà all'eventuale nuova chiodatura della struttura secondaria alla trave ed infine, per contenere lateralmente la fuoriuscita del getto, se il soffitto non è munito di apposite bussole (copripolvere o metope), si provvederà mettendo in opera delle tavolette verticali ovvero delle mezzane in cotto tra gli elementi dell'ordito secondario fino alla quota dell'estradosso del tavolato o dello scempiato di pianelle.

Compite le operazioni preliminari si procederà, tramite un trapano, a praticare dei fori secondo le profondità (di norma circa i 2/3 della altezza della trave e comunque non inferiori a 10  $\phi$  mm del connettore scelto); le inclinazioni (di norma perpendicolari all'asse della trave ma sarà possibile compiere anche perforazioni inclinate), il numero e le posizioni prescritte dagli elaborati di progetto. Seguirà l'aspirazione dei trucioli dal foro, l'iniezione con resina e l'inserimento immediato del connettore. I fori di diametro di circa 14-18 mm ( $\phi$  consigliato =  $\phi$  connettore + 2-4 mm) e i conseguenti connettori ( $\phi$  10-12-14 mm) dovranno essere disposti più ravvicinati nelle sezioni limitrofe agli appoggi, dove gli scorrimenti sono maggiori, e più distanziati nella mezzera delle travi. Si dovrà tenere presente che, laddove occorrerà inserire connettori molto ravvicinati, (l'interasse, consigliato, tra i connettori sarà compreso tra gli 8  $\phi$  mm e i 15  $\phi$  mm della barra scelta; tale distanza potrà essere aumentata fino a 30  $\phi$  mm per i connettori autoserranti per ovvi motivi costruttivi) si dovranno posizionare lievemente sfalsati rispetto all'asse longitudinale della travatura per eludere possibili effetti di spacco. Il numero ed il diametro dei connettori dovranno essere calcolati in funzione della forza di taglio, ovvero di scorrimento lungo l'asse geometrico della trave. Se il progetto prevede la possibilità di sollevamento della soletta o si voglia aumentare la rigidità della connessione è consigliabile posizionare doppi connettori autoserranti (infissi inclinati nei due sensi rispetto al piano longitudinale) così da avere resistenza anche a sforzo normale (*comportamento assiale*).

Dal momento che la pressione del connettore sulla trave, ovvero sia di un materiale duro su di uno tenero, può presentare l'inconveniente di allargare ed allentare la sede del connettore (fenomeno di rifollamento) con conseguente diminuzione di solidarietà tra i due elementi i fori di accoglienza dovranno essere sigillati mediante riempimento adesivo epossidico a consistenza tissotropica (caratteristiche meccaniche medie: resistenza a trazione 18-20 N/mm<sup>2</sup>, resistenza a compressione 45- 55 N/mm<sup>2</sup>, resistenza a flessione 30-60 N/mm<sup>2</sup>, modulo elastico 4000 N/mm<sup>2</sup>) costituito da due componenti

predosati che dovranno essere miscelati tra loro prima dell'uso (componente A = resina, componente B = indurente). Si ricorda, che, prima di inserire i connettori, dovranno già essere stati posizionati sia la rete in acciaio elettrosaldato Fe B 38 K adeguatamente dimensionata (per es., tondi  $\phi$  6 mm e maglia 100x100 mm) sia i teli di polietilene impermeabile all'acqua del cls, ma traspiranti al vapore, per evitare di bagnare il tavolato o le mezzane sottostanti durante il successivo getto. Passate 24 ore dalla sigillatura dei connettori, si effettuerà la gettata della soletta collaborante (seguendo le indicazioni di progetto) per uno spessore minimo di 4 cm. Dal momento che la parte mediana della caldana, tra una nervatura e l'altra, collabora solo per continuità sarà possibile effettuare un getto con calcestruzzo strutturale alleggerito.

In alternativa al sistema "Turrini Piazza" si potrà utilizzare un connettore continuo (tipo LLEAR®), per tutta la luce della trave, costituito da una barra nervata in acciaio inossidabile o zincato Fe B 44 K, dimensionata seguendo indicazioni di progetto (minimo  $\phi$  12 mm), sagomata a zig-zag (con passo di 400 mm) ovvero a greca. Si procederà, prima alla creazione di una scanalatura, (poco profonda sull'estradosso della trave mediante una lama circolare montata su un carrello-guida a doppio binario) successivamente, secondo i disegni di progetto, si approfondirà la fessura ( $\phi$  circa 14x60 mm) mediante l'utilizzo di sega a catena montata sul medesimo carrello-guida. Il traliccio (di altezza variabile dai 150 ai 200 mm, con una fuoriuscita superiore di circa 7-10 mm a seconda dell'assito o scempiato presente) sarà inserito all'interno della scanalatura della trave ed a questa solidarizzato mediante una colata di resina epossidica. La procedura si concluderà con il posizionamento di una rete in acciaio elettrosaldato Fe B 38 K adeguatamente

dimensionata (per es. tondi  $\phi$  6 mm e maglia 100x100 mm) ed il successivo getto della soletta collaborante per uno spessore minimo di 4 cm.

**Specifiche sull'acciaio:** per i connettori in alternativa all'acciaio inossidabile o zincato, si potranno utilizzare barre di acciaio normale preventivamente trattate con boiaccia passivante anticarbonatante, reoplastica-pennellabile bicomponente (A = miscela di cemento polveri silicee e inibitori di corrosione, B = polimeri in dispersione acquosa; rapporto tra A e B variabile da 2:1 a 3:1); le caratteristiche minime della boiaccia dovranno essere: adesione all'armatura ed al cls > 2,5 N/mm<sup>2</sup>, resistenza alla nebbia salina dopo 120 h nessuna corrosione, pH > 12, tempo di lavorabilità a 20°C e 50% U.R. circa 40-60 min.

CN sl. 5. Consolidamento mediante aumento della sezione Allorché si renda necessario aumentare la sezione portante di una trave in zona compressa è possibile operare mediante il posizionamento, sull'estradosso dei travicelli, di una tavola collaborante, in legno (massiccio, lamellare o multistrato, in caso di utilizzo di legno massiccio si preferiranno essenze più resistenti quali larice e faggio), preferibilmente a tutta luce, di spessore e larghezza dettati da disposizioni di progetto od indicazioni fornite dalla D.L. (in ogni caso non inferiore a 40 mm di spessore per una larghezza minima di 250-300 mm). Questo "piatto ligneo" verrà collegato alla trave principale per mezzo di un'anima costituita da tasselli di legno (massiccio, lamellare o multistrato) di adeguate dimensioni che verranno posizionati nello spazio vuoto tra i travicelli dell'orditura secondaria. La collaborazione tra questi elementi (piatto-anima-trave) verrà fornita da viti

autofilettanti di acciaio inossidabile  $\phi$  10 mm di lunghezza di 250 mm ad interasse di 500-600 mm, o in alternativa da viti  $\phi$  8 mm di lunghezza di 200 mm disposti su due file.

I vantaggi di un sistema di questo tipo risiedono nei benefici strutturali di una sezione a doppio "T" rispetto a quella rettangolare inoltre, è una soluzione completamente "a secco" la cui messa in opera non produce alterazioni all'intradosso; grazie all'estrema facilità di esecuzione, non necessita di maestranze specializzate (vantaggio di grande importanza con l'aumentare del valore dell'edificio) ed è completamente reversibile.

#### **CN sl. 6. Ancoraggio delle travi alle murature tramite piastre metalliche**

L'intervento è conforme al punto 7 dell'Allegato 3 della CMLLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica, ma è consigliabile per strutture di modesta entità.

In linea di massima tutte le travi principali dovranno essere collegate alla muratura, ma in sede di progetto-verifica, si potrà anche stabilire un'alternanza fra travi collegate e quelle che non lo saranno. Si procederà ad eseguire un foro passante, mediante strumento a rotazione, dall'interno verso l'esterno,

con asse sul piano, su di una faccia o su di un bordo della trave da ancorare, seguendo le prescrizioni di progetto o indicazioni della D.L.

Il collegamento avverrà per mezzo di piatti di acciaio inossidabile 18/8 AISI 304L dentati, disposti sui bordi o sulle facce per un lato o per entrambi, di sezione (minima 5x80 mm) e lunghezza variabile definite dagli elaborati di progetto. In ogni caso la lunghezza dovrà essere adeguata al fine di poter ottenere un efficace ancoraggio nella muratura e comunque non inferiore agli 80 cm oltre l'estremità della trave d'ancorare. Posizionato l'apparecchio metallico si riempirà il foro mediante calcestruzzo di calce idraulica o altra malta prescritta dal progetto. Le lame potranno essere ancorate all'esterno delle murature tramite delle piastre in acciaio (tenuta in sottoquadro di circa 10-15 cm così da non modificare l'aspetto dell'apparecchio esterno), di dimensioni dettate dai disegni di progetto, comunque non inferiori a 10x200x200 mm (che dovranno poggiare su basi perfettamente spianate con malta di calce idraulica naturale NHL 5), che ospiteranno i capochiavi dei piatti sui quali, precedentemente, sarà stata eseguita un'asola (dim. medie 50x40 mm) di sezione adeguata a ricevere i cunei tenditori (dim. medie 40x50x160 mm).

In alternativa si potrà saldare alle lame una barra filettata, così da poterle ancorare, alle piastre ripartitrici (simili a quelle precedenti) per mezzo di dadi e rosette di acciaio. Il piatto sarà munito, dalla parte della trave, di un rampone da infilare ad incastro nel legno e verrà fissato alla trave tramite tirafondi filettati di acciaio inossidabile  $\phi$  10-12 mm di lunghezza media di 120-150 mm ad una distanza di circa 150 mm.

Questa tecnica potrà anche essere utilizzata per la controventatura e l'irrigidimento di tutto il piano del solaio. Individuate le diagonali della struttura si procederà all'esecuzione di perforazioni di dimensioni adeguate da permettere il passaggio del tirante. In corrispondenza dei fori di uscita dovrà essere predisposto un piano per l'appoggio della piastra di ancoraggio.

Seguendo le indicazioni di progetto il fissaggio dei tiranti alla piastra potrà avvenire o con cunei o con dadi. I tiranti posti in tensione preventivamente saranno collegati a ciascuna trave per mezzo di cravatte metalliche ripiegate ad "U" e bullonate.

#### **CN sl. 7. Ancoraggi dei solai alle murature d'ambito**

Il restauro-consolidamento di un solaio dovrà soddisfare, (punto 7 dell'Allegato 3 della CMLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica), oltre ai requisiti di adeguata resistenza ai carichi previsti dal progetto e rigidità trasversale del proprio piano, (al fine di funzionare come diaframma di collegamento e ripartizione tra le strutture verticali) quelli di un efficace ancoraggio e collegamento con le murature perimetrali di supporto del solaio stesso agli effetti della trasmissione degli sforzi.

#### **CN sl. 7.1. Cordolo continuo in cemento armato**

L'ancoraggio solaio parete può essere ottenuto in svariate maniere tra le quali citiamo, anche se con numerose riserve, quello che la normativa antisismica prevede, ovvero l'inserimento di un cordolo continuo in cemento armato adeguatamente dimensionato in ragione della consistenza del muro e delle dimensioni del solaio (di norma 15-20 cm di spessore e altezza non inferiore a quella del solaio) inserito "a strappo" nella muratura. La demolizione potrà essere eseguita tutta in una volta per l'intera lunghezza del muro o per "cantieri" separati a seconda che lo spessore e, la tipologia della muratura siano in grado di

garantire la relativa stabilità della struttura. Nel caso di un'unica soluzione si metteranno in opera le armature in acciaio nervato Fe B 44 K inossidabile o zincato (di norma 2+2  $\phi$  14-16 mm e staffe  $\phi$  8/200-255 mm; in ogni caso l'armatura dovrà essere di almeno 8 cm<sup>2</sup>) collegandole opportunamente alla rete elettrosaldata della soletta del solaio. Una volta che il calcestruzzo della soletta, precedentemente gettata su tutto lo sviluppo del solaio, avrà raggiunto la necessaria consistenza si provvederà a stendere un'imprimatura nella zona di ripresa del getto e, previo posizionamento di idonea cassetta, si getterà il cordolo.

Nel caso in cui si vorrà realizzare il getto (laddove è consentito) per cantieri alternati si getterà la soletta per tutto lo sviluppo del solaio rimanendo distanti dal perimetro per circa 50 cm; una volta che il

calcestruzzo avrà raggiunto la necessaria consistenza si disporrà, nei cantieri aperti (di norma vani di circa 100-150 cm intervallati l'uno dall'altro, comunque, indicati dalle prescrizioni di progetto o dalla D.L.) l'armatura e si effettuerà il getto, nella parte di soletta rimasta, e nei tratti di cordolo; al fine di permettere ai ferri dell'armatura di essere piegati ed inseriti nel cantiere successivo, il getto dovrà essere di circa 30 cm

più piccolo rispetto alla lunghezza di ciascun vano. Si ricorda inoltre, che i ferri dovranno avere lunghezza tale da poter essere sovrapposti a quelli del cantiere limitrofo e che, l'eventuale rete elettrosaldata della soletta precedentemente piegata lungo i muri perimetrali, dovrà essere distesa all'interno dei cantieri aperti e collegata alla stessa armatura. Una volta che la resistenza del calcestruzzo lo consentirà, si procederà all'apertura del cantiere adiacente ripetendo la procedura descritta ed effettuando le opportune sovrapposizioni dei ferri. Per le caratteristiche specifiche minime del calcestruzzo si rimanda a quanto già detto per il consolidamento mediante sezioni miste.

Le riserve su questa tecnica fanno riferimento alla tipologia dell'intervento estremamente invasiva nei confronti dell'apparecchio murario che di fatto, rimuovendo fasce di muratura esistente, introduce un elemento di discontinuità.

#### **CN sl. 7.2. Collegamento discontinuo in cemento armato a coda di rondine**

Per le medesime riserve espresse per i cordoli in c.a. saranno poco accettabili anche i collegamenti discontinui in cemento armato (anch'essi ricavati "a strappo" nella muratura) a sezione tronco-conica di altezza, generalmente pari a quella del solaio (comunque non inferiore a 25 cm) per una profondità minima di 15-20 cm ed una larghezza, all'estremità della coda, variabile tra i 25 e i 40 cm. Questi cordoli saranno, in ogni modo, dimensionati ed armati seguendo le prescrizioni di progetto; in linea di massima si può indicare un'armatura con tondini nervati Fe B 44 K inossidabili o zincati piegati a "Z" (2+2  $\phi$  14-16 mm e n. 2/3 staffe  $\phi$  8-10 mm) sporgenti nella soletta del solaio per una lunghezza minima di 20-25 cm e resi solidali alla stessa mediante saldatura in corrispondenza della rete. L'interasse dei cordoli-ancoraggi potrà variare in relazione alla consistenza ed alla tipologia della muratura, alle dimensioni del solaio ed alle indicazioni di progetto (di norma circa ogni 1,5-2 m). Il getto in calcestruzzo dovrà essere, preferibilmente, eseguito con continuità fra soletta e cordolo, nel caso questo non sia possibile si provvederà a stendere un'imprimatura nella zona di ripresa prima di gettare il cordolo.

#### **CN sl. 7.3. Collegamento mediante lame metalliche a V**

Si procede analogamente a quanto detto per l'ancoraggio delle travi alle murature d'ambito ad eccezione di qualche accorgimento:

- le lame di acciaio inossidabile di sezione minima 8x80 mm saranno collegate tramite viti autofilettanti di adeguate dimensioni direttamente sul tavolato per una lunghezza minima di 100 cm;
- i collegamenti saranno più ravvicinati di norma ogni 150-250 cm;
- ogni punto di ancoraggio sarà costituito da due piastre che formeranno tra loro un angolo di 45-60 gradi; queste ultime potranno essere ancorate alle murature esterne o attraverso un tondino metallico filettato saldato all'estremità e fissato con un bullone o attraverso una piastra ripartitrice metallica piegata ed inclinata normalmente alle lame di ancoraggio di dimensioni prescritte dai disegni di progetto (comunque non inferiori a 250x250x200x20 mm).

#### **CN sl. 7.4. Collegamento mediante barre metalliche metodo "grip-raound"**

L'intervento prevede una spillatura perimetrale con barre di acciaio inossidabile o zincato Fe B 44 K (in alternativa si potrà utilizzare acciaio normale preventivamente trattato con boiacca passivante anticarbonatante) ad aderenza migliorata da c.a. minimo  $\phi$  14 mm inghisato in foro  $\phi$  24 mm o  $\phi$  16 mm inghisato in  $\phi$  36 mm di lunghezza variabile, intervallate ogni 50-60 cm. La scelta del tipo di armatura sarà in relazione alla consistenza della muratura, alle dimensioni del solaio ed alle disposizioni di progetto. La procedura prevederà la perforazione della muratura con un'inclinazione, rispetto al piano trasversale

della muratura, inferiore ai 45 gradi, dopodiché si inseriranno le barre in acciaio nella muratura per una lunghezza minima di 20 cm ed infine si procederà all'iniezione di malta reoplastica a ritiro compensato fibrorinforzata ad alta duttilità o di resina epossidica bicomponente a consistenza colabile, secondo

quanto stabilito dagli elaborati di progetto. Si ricorda che la barra dovrà essere sovrapposta alla rete elettrosaldata per una lunghezza non inferiore a 40-60  $\phi$  della barra scelta (in ogni caso non inferiore ai 60 cm) e saldata alla rete stessa.

In alternativa alle barre singole si potranno usare anche doppi ferri sagomati ad "U" divaricata (1 +1  $\phi$  16 L = 60 cm circa intervallati ogni 2 metri) saldati insieme dopo la posa in opera; la base della "U" può essere di circa 30-40 cm mentre, la lunghezza dei bracci, è in relazione alla tipologia del muro ed ad un'adeguata lunghezza d'ancoraggio. I due gambi della "U" dovranno essere sovrapposti e saldati alla rete elettrosaldata per una lunghezza minima di 40-60 cm. Previa perforazione (con strumento a rotazione) all'altezza dell'estradosso della soletta, con asse sul piano della stessa e per tutto lo spessore della muratura, si posizioneranno i ferri sagomanti, si salderanno insieme e successivamente si sigilleranno con iniezioni di malta reoplastica antiritiro o di resina epossidica bicomponente a consistenza colabile seguendo le prescrizioni di progetto o indicazioni della D.L.

In tutti quei casi dove non verrà messo in opera un cordolo perimetrale continuo, ma solamente collegamenti puntuali dell'orizzontamento lungo la muratura d'ambito, si procederà alla demolizione dell'eventuale intonaco fino al vivo della muratura (per uno spessore minimo di 5 cm) al fine di risvoltare la rete elettrosaldata (per es. tondi  $\phi$  6 mm e maglia 100x100 mm) verso l'alto per circa 30-40 cm ed ancorarla alla muratura mediante spillature di acciaio zincato  $\phi$  8-10/500 mm disposte sfalsate; così facendo si realizzerà un "cordolo" di modeste dimensioni (circa 5 x 30 cm) poco invasivo ma sufficiente a solidarizzare l'armatura del solaio alla muratura.

#### **CN sl. 7.5. Collegamento mediante profilati in ferro**

L'intervento prevede l'uso di profilati metallici ad "L" o a "T" Fe 360 o Fe 430 (per es. 60x80x8 mm) di forte spessore (8-10 mm) bullonati a "spilli filettati" da collocare all'intradosso in caso di solai caratterizzati da pavimentazioni di pregio da conservare o, più spesso, in estradosso, nel caso di solaio a cassettoni, travi affrescate o, più semplicemente, in caso di smontaggio dell'estradosso dovuto ad un'operazione di consolidamento "globale" del solaio. In entrambi i casi l'angolo verrà fissato per tutta la muratura d'ambito per mezzo di barre filettate AISI 316L  $\phi$  16 mm inghisate in fori  $\phi$  26 mm orizzontali o

inclinate a 45° sul piano del muro, alternativamente verso destra e verso sinistra in funzione della dimensione e durezza della muratura per una lunghezza minima di 20 cm. Si sottintende che il profilato, prima della sua messa in opera, sia stato preventivamente forato. La sigillatura delle barre avverrà mediante betoncino reoplastico a ritiro compensato o miscela a base di resina epossidica bicomponente.

In caso di profilato da porre nell'intradosso del solaio ogni testa di trave sarà incassata in una gola metallica che verrà saldata al profilato ad "L". Le travi saranno vincolate alle gole tramite vincolo a cerniere fornito da bullonatura passante  $\phi$  10 mm. In alternativa si potrà collegare la trave direttamente al profilato per mezzo di barre filettate in acciaio inossidabile inghisate nel legno con resina epossidica a consistenza tissotropica vincolate al profilato mediante dado cieco in acciaio. In caso di profilato posto sull'estradosso questo verrà più semplicemente saldato alla rete elettrosaldata della soletta in cls.

Questo tipo di intervento sarà possibile e consigliabile solo in presenza di murature costituite da blocchi lapidei quadrati o sbazzati costituiti da pietrame omogeneo di resistenza a compressione media o con murature in laterizio.

In caso di solai complanari e contigui, muniti entrambi di questo tipo di cordolo, sarà conveniente collegare i due cordoli con apposite barre filettate passanti vincolate con doppi dadi, così da garantire anche una continuità strutturale tra le due unità.

#### **CN cl. Operazioni di Consolidamento di coperture in legno**

##### **CN cl. 1. Generalità**

Prima di mettere in pratica qualsiasi risoluzione che, di seguito, verrà enunciata si renderà necessario seguire delle procedure preliminari indirizzate, sia alla salvaguardia dell'integrità di ogni singolo elemento che compone la struttura del tetto, sia per creare le condizioni atte a garantire una corretta esecuzione

dell'intervento. Le operazioni sotto elencate, per fasi successive, costituiranno le accortezze da prendere quando si effettuerà il cauto smontaggio del tetto (in questo frangente lo smontaggio non comprenderà anche gli elementi lignei che costituiscono l'orditura primaria per la quale l'intervento di manutenzione sarà previsto, dove le condizioni conservative lo consentiranno, in loco):

- puntellamento e/o sbatacchiamento con appropriati ritti regolabili da cantiere della struttura portante del tetto;
- rimozione dei canali di gronda delle canne fumarie, dei comignoli, delle antenne, delle scossaline e quant'altro sia presente sulla copertura;
- verifica della stabilità dei cornicioni e, nel caso siano direttamente connessi con la struttura del tetto, provvedere ad idonei puntellamenti;
- rimozione del manto di copertura ed accatastamento all'interno del cantiere od in altro luogo sicuro (in ogni caso non in modo da gravare sulla struttura dell'edificio);
- verifica di ogni singolo elemento che compone il manto di copertura (presenza di eventuali rotture e/o cricature) al fine di accertarne l'eventuale riutilizzabilità e, in tal caso, procedere con la rimozione dalla superficie di ogni genere di deposito (muschi, licheni ecc.) per mezzo di una pulitura manuale tramite bruschinaggio con spazzole di saggina;
- totale o parziale (a seconda del tipo di intervento) rimozione del sottopiano (in pannelle o in tavolato) e della piccola orditura lignea compreso il disancoraggio dalla struttura primaria e loro, eventuale, accatastamento in luogo sicuro ed esterno alla struttura, facendo cura di selezionare gli elementi ancora efficienti e riutilizzabili ed effettuare eventuali interventi di pulitura che dovranno essere di tipo manuale con l'ausilio di spazzole di saggina. Nel caso in cui gli elementi si presentassero alterati (dipinti, trattati con materiali cerosi o vernici a smalto) e il progetto preveda il ripristino dello stato originale, occorrerà procedere alla loro sabbiatura con l'ausilio di appropriati apparecchi aeroabrasivi ricorrendo ad inerti indicati, nello specifico, dalla D.L.

#### **CN cl. 2. Collegamento tra le strutture della copertura e la muratura**

L'intervento (conforme al punto 9 dell'Allegato 3 della CMLLPP 10 aprile 1997, n.65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica) si pone il fine di garantire un'adeguata connessione tra le strutture lignee di copertura e le murature, così da ridurre l'azione spingente delle coperture ed evitare pericolosi fenomeni di martellamento delle stesse sui setti murari. Particolare attenzione si dovrà porre nel valutare l'effettiva capacità meccanica delle murature d'imposta, sovente soggette ad infiltrazioni d'acqua, ad oscillazioni termiche (con conseguente disgregazione dei giunti di malta e degrado del materiale costituente l'apparecchio) e, appunto, alle sollecitazioni degli appoggi delle strutture lignee. Per quanto detto sopra risulta, sovente, consigliabile "bonificare", ovvero consolidare preventivamente le murature sommitali mediante il ripristino dell'imposta con elementi di laterizio pieno ben apparecchiati con malta idraulica. Varianti di questa procedura sono trattate nell'articolo specifico sul consolidamento delle murature.

#### **CN cl. 2.1. Collegamento mediante zanche o spillature metalliche**

Intervento quasi sempre attuabile ed idoneo a risolvere problemi leganti all'azione spingente delle orditure lignee (special modo falsi puntoni).

Previa perforazione dei puntoni nell'asse mediano si procederà a collegarli con la struttura sottostante mediante zanche da annegare nella muratura sommitale ovvero nel cordolo, se questo è presente. Le zanche saranno costituite da piattine in acciaio inossidabile 18/8 AISI 304L (sezione minima 5x50x500 mm) con l'estremità ancorata alla muratura, sdoppiata in due lembi ripiegati in versi opposti. Le zanche dovranno essere fissate ai falsi puntoni tramite doppia bullonatura in acciaio (minimo  $\phi$  12 mm) fermata con doppio dado. L'appoggio del puntone alla muratura d'imposta potrà essere aiutato grazie al posizionamento di opportuni cunei di legno (pancali), sagomati e dimensionati secondo le disposizioni di progetto, fissati (con chiodi inox o tirafondi filettati) alla struttura muraria, alle zanche di collegamento e ai puntoni stessi.

In alternativa, previo eventuale consolidamento della muratura d'attico (ovvero creazione di cordolo in muratura armata), si potrà ricorrere a spillature armate, intervallate ogni 40-50 cm, costituite o da barre

nervate Fe B 44 K in acciaio inossidabile o zincato o da barre filettate AISI 316L, (minimo  $\phi$  16 mm) di lunghezza variabile (comunque non inferiore ai 90 cm), inghisate in fori  $\phi$  36 mm verticali o leggermente inclinati e successivamente sigillati con malta reoplastica, a ritiro compensato o con resina epossidica a consistenza colabile esente da solventi secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto. Queste barre filettate dovranno essere di lunghezza leggermente variabile tra loro, affinché nella muratura d'imposta non si crei un allineamento che potrebbe agevolare l'insorgenza di una lesione orizzontale. In presenza di cordolo in muratura armata potrà essere sufficiente collegare un tirafondo in acciaio inox uncinato (ad es.,  $\phi$  20 mm) alla armatura del cordolo. Le spillature saranno collegate ai puntoni, sulla linea di gronda, attraverso un piatto metallico in acciaio Fe 360 zincato a caldo adeguatamente dimensionato (sezione minima 15x200 mm) posizionato sopra i puntoni con la duplice funzione di collegamento degli elementi lignei sul piano di gronda e ancoraggio degli stessi alla muratura. A seconda delle scelte di progetto la spillatura potrà essere saldata alla piastra (barra ad aderenza migliorata) o vincolata attraverso bullonatura (barra filettata).

L'intervento sarà completato con un modesto "getto" di malta adesiva (spessore minimo 6 cm) a sigillo dell'armatura longitudinale di collegamento (piatto più ancoraggi).

### **CN cl. 2.2. Collegamento mediante piatti metallici**

L'intervento sarà consigliabile per tutte le coperture con orditure lignee semplici costituite da travi principali parallele alla gronda ed appoggiate su murature trasversali a timpano e orditura secondaria costituita da travicelli, mezzanelle, o palombelli.

Il protocollo operativo prevede l'inserimento di più elementi congiunti (ancoraggi verticali, collegamenti longitudinali dei muri con tiranti ad "L", selle di appoggio delle travi ecc.), in corrispondenza del piano di imposta della copertura, capaci di collegare le murature e garantire un comportamento scatolare. La messa in opera di questo tipo di soluzione permetterà di realizzare un'opportuna indeformabilità e rigidità del piano così da poter rinunciare alla messa in opera della caldana in cls. Tutte le connessioni saranno, preferibilmente, eseguite con bullonatura e non con saldatura allo scopo di prevenire la diminuzione di

protezione (disposizione all'ossidazione, dovuta alla rimozione della zincatura protettiva) che questa tecnica potrebbe introdurre.

Di pari passo all'eventuale consolidamento della muratura trasversale d'imposta, si procederà alla messa in opera dei dispositivi di appoggio ed ancoraggio delle travi principali costituiti, seguendo i disegni di progetto, da selle in acciaio inossidabile 18/8 AISI 304L o zincato a caldo (spessore minimo 5 mm), precedentemente, ancorate al timpano di muratura mediante barre filettate AISI 316L (minimo 2  $\phi$  16 mm) di lunghezza variabile (comunque non inferiore ai 90 cm), inserite in perforazioni (minimo  $\phi$  36 mm) verticali (o con lieve inclinazione) ed annegate in malta reoplastica, colabile, a ritiro compensato fibrorinforzata ad alta duttilità. Le travi saranno vincolate alle selle (al fine di bloccare gli eventuali movimenti di scorrimento) mediante una caviglia metallica trasversale che potrà essere costituita (a seconda delle prescrizioni di progetto) da un tubo liscio (in acciaio inox) all'interno del quale verrà posto il perno che potrà essere formato da un bullone dotato di doppi dadi all'estremità; in alternativa la caviglia potrà essere composta da una barra inox filettata a sezione circolare (minimo  $\phi$  14 mm) dotata anch'essa di doppi dadi all'estremità. La superficie di contatto della trave con quella della sella sarà isolata tramite

uno foglio di neoprene (spessore circa 8-10 mm).

Le interconnessioni tra i vari elementi, in corrispondenza dei nodi (come angoli, e collegamenti a martello) e dei colmi dei timpani murari saranno risolte con la preventiva messa in opera di piastre di connessione (spessore minimo 10 mm) che accoglieranno le necessarie bullonature (da 4 a 8) dei tiranti longitudinali, trasversali e diagonali. Queste piastre saranno ancorate alla muratura sottostante mediante opportuni tirafondi in acciaio zincato (minimo 4-6  $\phi$  14 mm inghisati in  $\phi$  24 mm).

Per tutto il perimetro della muratura d'attico, sarà posizionato un ferro piatto (sui muri di testa e sui setti trasversali rompitratta) ovvero sagomato ad "L" (sulle pareti di gronda, dove appoggiano solo i travicelli), di acciaio zincato a caldo, adeguatamente dimensionato (ad es., 100x100 mm) di sezione minima 10 mm

ancorato, tramite bullonatura (dado e rosetta di acciaio zincato) e/o tirafondi, alle piastre nodali, ai congegni di appoggio ed ancoraggio delle travi, ai travicelli ortogonali alla gronda e alla chiodatura armata della muratura longitudinale costituita da barre in acciaio uguali a quelle utilizzate per l'ancoraggio delle selle ( $\phi$  16/900 mm inghisato in  $\phi$  36 mm intervallate ogni 60 cm).

Il protocollo prevede, inoltre, il posizionamento di tiranti diagonali costituiti da piatti in acciaio (sezione minima 5x80 mm) disposti sulle falde e bullonati ai piatti perimetrali in modo da rendere indeformabile la maglia quadrangolare costituita in precedenza.

Viti autofilettanti in acciaio inox ( $\phi$  6/80-100 mm) assicureranno il collegamento tra l'orditura minuta con quella principale.

### **CN cl. 2.3. Collegamento mediante tiranti metallici**

L'intervento verrà realizzato seguendo la procedura prevista all'articolo sul consolidamento delle murature con tiranti metallici.

In presenza di tetti spingenti a padiglione o a capanna con teste a padiglione, oltre a rimuovere la spinta dei falsi puntoni ortogonali alla linea di gronda, si dovrà rivolgere particolare attenzione ai falsi puntoni d'angolo (paradossi). Si renderà opportuno dotare il paradosso di doppio tirante in acciaio inox Fe 360, adeguatamente dimensionato (per es.,  $\phi$  26 mm o  $\phi$  32 mm), messo in opera in modo tale che il falso puntone risulti come asse bisettore dell'angolo formato dalle due catene, che avranno il compito di assorbire la spinta secondo due componenti ortogonali. La catena (collegata al paradosso da imbracatura metallica, dim. minime 5x50 mm, fermata alla trave mediante bullonatura cieca) correrà al di sotto della struttura lignea e sarà ancorata (tramite capochiave in acciaio) dalla parte opposta ad un setto murario di taglio o di spina in idonea posizione e più prossimo al falso puntone.

Queste soluzioni dovranno essere utilizzate unicamente su materiale ligneo ancora in buono stato di conservazione così da garantire un valido collegamento con i dispositivi metallici.

In alternativa ai tiranti metallici e per strutture a capanna molto semplici e di modeste luci si potrà ricorrere alla messa in opera di doppie catene lignee adeguatamente dimensionate (ad es. 100x150 mm) posizionate allo spicco della muratura ed ancorate ai falsi puntoni spingenti attraverso barre filettate inox (minimo 2  $\phi$  12 mm) munite di doppi dadi ciechi a ciascuna estremità. Il legname utilizzato dovrà essere esente da difetti, perfettamente stagionato (salvo diversa prescrizioni di progetto), di specie durevole (ad es. faggio o larice) ed essere trattato preventivamente con prodotto anti-muffa ed anti-tarło. Al fine di evitare

eventuali svergolamenti delle tavole potranno essere introdotte delle chiavardature costituite da barre bullonate distanziate ogni 100-120 cm.

### **CN cl. 2.4. Collegamento mediante cerchiatura dell'edificio in sommità**

#### **CN cl. 2.4.1. Cordolo in c.a.**

Il cordolo in cemento armato verrà realizzato seguendo le procedure previste all'articolo sul consolidamento dei solai lignei (tenendo conto delle debite riserve espresse per questo tipo d'intervento). L'unica precisazione riguarda la preparazione della superficie di appoggio del cordolo che non dovrà essere, come invece usualmente viene operata, spianata sommariamente ma, al contrario, dovrà essere lasciata scabra, debitamente bagnata e ripulita dalle polveri che vi si depositeranno tra un'operazione

e l'altra, così da migliorare l'ancoraggio meccanico nella superficie a contatto.

#### **CN cl. 2.4.2. Cordolo in muratura armata**

In alternativa alla procedura precedente, si potrà mettere in opera un cordolo in muratura armata con barre nervate Fe B 44 K in acciaio inossidabile o zincato (l'armatura dovrà essere di almeno 8 cm<sup>2</sup>). Questa soluzione è accettabile dal momento che da vita a cantieri che utilizzano materiali compatibili con quelli esistenti (laterizio o pietre) e allo stesso tempo, non creano discontinuità tra le murature evitando (in caso di eventi sismici) il frequente scorrimento in corrispondenza della superficie di contatto

muratura-cordolo; inoltre non crea problemi di ponte termico, e presenta una buona deformabilità verticale, che

consente di scaricare i pesi sulle murature sottostanti evitando “l’effetto trave” proprio dei cordoli in c.a. Per armare il cordolo dovranno essere, preferibilmente, utilizzate barre ad aderenza migliorata in acciaio inossidabile o zincate (in alternativa si potrà utilizzare acciaio normale preventivamente trattato con boiaccia passivante anticarbonatante) di norma per un cordolo a tre teste si utilizzerà una gabbia costituita da 2+2  $\phi$  16 mm e staffe  $\phi$  8/200-255 mm mentre, per cordoli più piccoli, potrà essere sufficiente armare con 2  $\phi$  22-24 mm legati con 2 spille  $\phi$  8-10/200 mm; in questi casi assieme al mattone UNI sarà richiesto

l’uso di quadrucci pieni (ovverosia elementi di larghezza ridotta) così da lasciare lo spazio necessario per il collocamento delle barre di armatura. L’altezza del cordolo sarà dettata dai disegni di progetto, comunque non potrà essere inferiore a quattro filari di mattoni pieni con i rispettivi allettamenti di malta mentre, la larghezza minima, non dovrà essere inferiore alle due teste.

Nel caso la copertura venga munita di soletta di cls, si renderà necessario che l’armatura del cordolo venga provvista di staffe secondarie (minimo  $\phi$  8/400 mm) da collegare alla rete elettrosaldata della soletta soprastante. Medesimo criterio verrà adottato in presenza di aggetti di gronda: in questo caso, la gabbia di armatura, a supporto del cornicione, potrà essere “sagomata” seguendo le esigenze di progetto. Una soluzione di questo tipo non prevederà l’uso di casseforme lignee per il getto (costituito da calce idraulica e sabbia silicea), in quanto i mattoni stessi faranno le veci di casseri a perdere, e, come tali, risulteranno in grado di racchiudere la malta che avvolgerà l’armatura.

#### **CN cl. 2.4.3. Cordolo in legno**

La funzione di “cappello strutturale” potrà essere ottenuta anche tramite l’inserimento, in sommità alle murature portanti, di una cordolatura in travi di legno, adeguatamente dimensionate seguendo le prescrizioni di progetto (comunque non inferiore a 250x250 mm). Il legname utilizzato dovrà essere netto, cioè esente da difetti, perfettamente stagionato (salvo diversa prescrizioni di progetto) e di specie particolarmente dura e durevole (ad es., quercia o castagno). Il cordolo dovrà essere posato

su una muratura perfettamente livellata, solida e stabile, sarà ancorato alla muratura d’imposta mediante barre filettate in acciaio inossidabile AISI 316L verticali o leggermente inclinate (minimo 1  $\phi$  16 mm inghisata in  $\phi$  26 mm sigillata con malta reoplastica, colabile, a ritiro compensato, intervallate ogni 50-60 cm) di lunghezza variabile (lunghezza minima all’interno della muratura pari a 60 cm), fermate al cordolo mediante dado con rosetta in acciaio inossidabile (il cui lato minimo sarà di 3  $\phi$  per uno spessore minimo 0,3  $\phi$ ), la rosetta dovrà appoggiare sul legno per tutta la sua superficie. La superficie di contatto del cordolo con la muratura, sarà isolata tramite un doppio foglio di neoprene (gomma sintetica resistente all’azione nociva degli agenti atmosferici).

Tutte le travi di cordolo dovranno essere preventivamente trattate con specifici prodotti anti-fungo e anti-muffa (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all’articolo specifico).

#### **CN cl. 2.4.4. Cordolatura mediante applicazione di materiali compositi (CFRP)**

Qualora non fosse possibile procedere alla cerchiatura della muratura d’imposta del tetto seguendo le tecniche descritte negli articoli precedenti si potrà ricorrere all’applicazione di nastri di FRP (Fiber Reinforced Polymers): materiale composito costituito dall’unione di fibre (di carbonio, di vetro, aramidiche) continue ad altissime proprietà meccaniche a trazione ed una matrice polimerica (per es., resina epossidica bicomponente).

L’intervento prevede la cordolatura esterna mediante fasciatura (o *wrapping*) dell’apparecchio murario con nastri (larghezza variabile tra i 20 e i 30 cm con peso del tessuto variabile dai 230 g/m<sup>2</sup> ai 500 g/m<sup>2</sup>) costituiti da fibre unidirezionali previste dagli elaborati di progetto (fibre di carbonio, fibre aramidiche) combinate con i prescritti adesivi strutturali polimerici. Questo tipo di fasciatura presenta sia il vantaggio di collegare le murature ortogonali chiudendo la “scatola muraria” sia di assorbire le spinte orizzontali della copertura. I nastri saranno impregnati di resina epossidica seguendo il rapporto medio, se non diversamente specificato, di 50% fibra, 50% resina. Dal momento che gli spigoli vivi potranno comportare fenomeni di distacco e di esfoliazione dei nastri sarà opportuno, preventivamente, smussarli con un

raggio minimo di 2 cm (maggiore sarà il raggio, migliore sarà la resistenza del sistema). A causa della scarsa resistenza della resina agli agenti atmosferici sarà necessario proteggere la zona di intervento con appropriati teli di plastica od altri tipi di barriere, sia durante le fasi di lavoro sia dopo aver completato la procedura (almeno 24 ore e comunque fino a quando il “materiale composito” non abbia completato la fase di indurimento).

Nel caso di apparecchi murari, fasciati con FRP, ed esposti direttamente alle radiazioni solari si procederà all'applicazione di un'ideale pellicola a base di elastomeri poliuretani (lavorabilità a 20°C 60 min., temperatura minima di applicazione 5°C, resistenza a trazione diretta  $\geq 8$  MPa, allungamento a rottura 100-200 %, indurimento al tatto a 20°C 24 h) che presenti sia buone caratteristiche elastiche sia resistenza all'azione degli agenti atmosferici. Questa protezione (disponibile in diversi colori) potrà essere messa in opera solo dopo che risulterà completata la fase di indurimento iniziale della seconda mano di adesivo

epossidico. Nel caso in cui il progetto preveda di lasciare a vista la cerchiatura sommitale si provvederà a scegliere, per la protezione, un tono di colore non troppo discordante dalle tonalità circostanti.

Nel caso di interventi su apparecchi da ripristinare con finitura ad intonaco al fine di consentire l'aggrappaggio dell'arriccio, si potrà ricorrere all'applicazione, sulla mano finale di resina non ancora indurita, di uno spolvero di sabbia di quarzo. Per poter manifestare la presenza della fasciatura si potranno utilizzare gli accorgimenti già, precedentemente descritti all'articolo inerente il ripristino delle lacune di intonaco.

Le prescrizioni sulla procedura operativa seguiranno quelle previste all'articolo sul consolidamento di volte mediante materiali compositi.

#### **CN cl. 2.4.5. Iniezioni e cuciture armate**

L'intervento verrà realizzato seguendo la procedura prevista all'articolo sul consolidamento delle murature con iniezioni armate.

Normalmente sarà indicato per quegli edifici il cui apparecchio murario a faccia vista risulterà di particolare pregio o si presenti in un ottimo stato di conservazione, per cui la messa in opera di cordoli in cemento armato, o in muratura armata sommitale, risulterà sconsigliata.

#### **CN cl. 3. Connessione tra i diversi elementi costituenti l'orditura**

L'intervento (conforme al punto 9 dell'Allegato 3 della CMLLPP 10 aprile 1997, n.65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica) si pone il fine di garantire un adeguato collegamento fra i diversi elementi strutturali costituenti l'orditura, in quanto la sola eliminazione delle spinte dei falsi puntoni non è sufficiente a contenere i possibili danni creati da scorrimenti e cadute degli elementi lignei.

#### **CN cl. 3.1. Connessione mediante staffe e/o piastre metalliche**

Al fine di migliorare o creare collegamenti tra i vari elementi lignei costituenti l'orditura primaria e secondaria, e seguendo le necessità dettate dal progetto, si potranno posizionare delle piastre in lamierino zincato (sezione minima 2x40 mm) ancorate sull'intradosso delle orditure minori (per es., travicelli o mezzanelle) e in seguito ripiegate sulla superficie di appoggio di terzere o travi di colmo. Queste piastre saranno ancorate alle strutture lignee attraverso viti autofilettanti o chiodi inox (minimo 3  $\phi$  4

mm per ogni elemento). Se il progetto prevederà il collegamento, in corrispondenza dell'orditura principale, (tramite tavola di legno o piatto metallico), di tutti i travicelli non si renderà necessario collegarli tutti ma sarà sufficiente vincolarne uno su tre; in caso contrario occorrerà effettuare l'intervento su tutta l'orditura minuta. I correnti potranno anche essere collegati all'orditura principale mediante vaschette metalliche zincate a doppio vano oppure attraverso angolari di lamiera di acciaio (spessore

minimo 5 mm) muniti eventualmente, di squadretta di irrigidimento; entrambi i dispositivi di ancoraggio saranno opportunamente fissati alle strutture lignee attraverso chiodi inox o viti autofilettanti.

In alternativa per collegare i travicelli inclinati di falda alla trave di colmo o i falsi puntoni agli arcarecci si potranno utilizzare delle staffe metalliche verticali ritorte sagomate a sella secondo i disegni di progetto,

in ogni caso si renderà necessario anche il posizionamento di un piatto metallico zincato (sezione minima 2x50 mm) da collocare sull'estradosso dell'orditura e fissato a questa tramite tirafondi filettati zincati (minimo 3  $\phi$  10-12 mm lunghezza 120 mm per parte).

Sarà sempre consigliabile (nei casi in cui si renderà possibile) realizzare il collegamento tra puntoni contrapposti, attraverso l'inserimento di doppio bullone in acciaio zincato a sezione circolare (minimo  $\phi$  14 mm su foro di  $\phi$  15 mm) e testa esagonale vincolato al legno con dado e rosetta in acciaio poggiata sul legno per tutta la sua superficie.

### **CN cl. 3.2. Connessione mediate tavola e/o gattello in legno**

Nel caso di scempiato costituito da pannelle o mezzane il collegamento tra l'orditura lignea verrà garantito dal posizionamento di una tavola in legno posta in sostituzione del filare di pannelle in corrispondenza delle travi. Le tavole da impiegarsi dovranno essere prive di nodi, (rettificate con piallatura sulle facce maggiori e su quelle di costa), di spessore uguale a quello delle pannelle (comunque non inferiore a 25 mm) verrà fissata ad ogni morale o travicello, attraverso chiodi ad aderenza migliorata o viti autofilettanti in acciaio inox ( $\phi$  4/80-100 mm), ed irrigidite saltuariamente con piastrine metalliche trasversali (sezione minima 5x35 mm) in grado di assorbire eventuali trazioni. Con questa tecnologia si otterrà sia l'eliminazione di ogni sconnessione lungo il piano di falda, sia il contenimento delle pannelle, altrimenti fermate solo dalla seggiola di gronda.

In alternativa per la connessione tra puntoni e arcarecci si potranno utilizzare gattelli in legno della stessa essenza dei puntoni o di qualità più dura. Il gattello potrà essere realizzato con massello trapezoidale largo circa 120-140 mm ed alto 70-100 mm, fissato con un tirafondo filettato di acciaio zincato ( $\phi$  10-12 mm lunghezza 150 mm) sull'arcareccio e con due tirafondi (delle stesse caratteristiche) sul puntone.

### **CN cl. 4. Irrigidimento e controventatura delle falde di copertura**

L'intervento (conforme al punto 9 dell'Allegato 3 della CMLLPP 10 aprile 1997, riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica) si pone lo scopo di migliorare o fornire una controventatura ed il conseguente irrigidimento delle falde di copertura, al fine di garantire un comportamento cosiddetto a piastra.

#### **CN cl. 4.1. Irrigidimento e controventatura mediante tavolato ligneo**

La procedura risulta realizzabile in tutte le coperture semplici nelle quali il piano di appoggio del manto di copertura si rilevi visibilmente deformato, in uno stato avanzato di degrado e male, o per niente, ancorato all'orditura sottostante. Tale intervento risulta di facile esecuzione (non richiede, infatti, manodopera specializzata), veloce ed a secco.

Dopo aver eseguito le operazioni preliminari di smontaggio della copertura si procederà alla posa in opera del tavolato ligneo perfettamente stagionato, (ad es., abete o larice) di spessore indicato dai disegni di progetto (comunque non inferiore a 25 mm) ed in funzione dell'interasse dei morali o correnti, piallato, fissato a perfetto contatto e posizionato ortogonalmente alla pendenza di falda. Il tavolato, che presenterà una maschiatura da entrambi i bordi, sarà ancorato alla sottostante struttura attraverso viti autofilettanti di acciaio inossidabile o chiodi inox filettati o scanalati (minimo  $\phi$  4 mm inseriti con trapani per chiodature oppure manualmente) cominciando dalla linea di gronda e proseguendo, per corsi rigorosamente paralleli, fino a quella di colmo.

Si ricorda che tutto il legno che andrà posato in opera dovrà essere preventivamente trattato con prodotti fungicidi e/o tarlicidi (per maggiori dettagli si rimanda per quanto detto all'articolo specifico).

#### **CN cl. 4.2. Irrigidimento e controventatura mediante croci di Sant'Andrea**

La procedura risulterà adatta per le strutture di copertura allorché occorra aumentare l'indefornabilità del piano. L'intervento prevederà il posizionamento di un "numero discreto" di controventature conformate a croce di Sant'Andrea (o altra configurazione) costituite da strutture supplementari quali tiranti in acciaio o in legno, necessariamente dotati di meccanismi di regolazione progettati secondo le

rispettive tecnologie. Nel caso frequente in cui i dispositivi non siano collocati su ogni campata, ma solo in alcune, sarà necessario associare a questo intervento quello di connessione tra le orditure e le strutture complementari con, ovviamente, maggior attenzione nelle campate prive di controventature. Questo tipo d'intervento potrà

essere collocato non solo sui piani di falda ma anche nel piano d'imposta delle incavallature o in quello verticale longitudinale che passa tra i monaci delle capriate. Questa tecnologia si rileva valida dal momento che non è troppo invasiva, non produce incrementi di peso, consente la conservazione anche integrale della struttura originale (quando lo stato di conservazione lo consente) e permette di migliorare la risposta strutturale all'eventuale evento sismico.

Operativamente la procedura (per tiranti costituiti da piatti in acciaio, di norma più adatti per leggerezza, modesto ingombro, misurato disturbo visivo e differenziazione totale dalla struttura originale) prevederà la messa in opera di collari e staffe di ritenuta dove agganciare i tiranti costituiti (seguendo le prescrizioni di progetto) da cavi nudi o rivestiti e protetti da guaine isolanti (in ogni caso dovranno essere dotati di organi di regolazione, tipo tenditore a manicotto), o, più frequentemente da piatti, in acciaio Fe 360 zincato a caldo, di sezione minima 5x80 mm. I punti dove "ancorare" i tiranti dovranno essere sufficientemente resistenti e saldi da sostenere le nuove azioni senza incorrere in successivi dissesti dell'unità strutturale;

verranno, pertanto, scelte le sezioni prossime ai nodi, nei quali la stessa unione delle membrane concorrenti garantisce un ricalzo della sezione (per scontate ragioni di convergenza delle forze). Di norma la controventatura di falda sarà applicata ai puntoni in corrispondenza degli appoggi ed in sommità; oppure, nel caso di controventatura costituita da piatti in acciaio, potrà essere ancorata direttamente alla muratura d'ambito. I tiranti, saranno fissati a piastre d'ancoraggio, preventivamente collegate

alla muratura con tirafondi filettati AISI 316L (minimo  $\phi$  12 mm), preferibilmente mediante bullonatura. In alternativa ai piatti metallici potranno essere utilizzate tavole di legno (ad es. faggio o larice), perfettamente stagionate, di spessore minimo 25 mm da fermare all'intradosso dell'orditura con viti autofilettanti d'acciaio inossidabile (minimo  $\phi$  4 mm). Un limite di questo intervento risiederà nel fatto che, modificando esteticamente l'aspetto dell'intradosso del coperto, non sempre risulterà applicabile.

#### **CN cl. 4.3. Irrigidimento mediante caldana armata in cls**

Obiettivo dell'intervento è di irrigidire il piano di copertura mediante una cappa in calcestruzzo. L'operatore dovrà porre particolare attenzione alla realizzazione di un'adeguata collaborazione tra soletta e morali lignei; tale connessione non dovrà presentare scorrimenti, potrà essere garantita da connettori costituiti da vitoni tirafondi adatti per il legno con testa esagonale in acciaio zincato di lunghezza di circa 100-150 mm e  $\phi$  8-10 mm. Dopo aver posizionato i connettori sui correnti ad una distanza massima di 30  $\phi$  si posizionerà e si legherà a questi, la rete in acciaio elettrosaldato di Fe B 38 K adeguatamente dimensionata (ad es. tondi  $\phi$  6 mm e maglia 200x200 mm).

Si procederà infine al getto della soletta collaborante con calcestruzzo alleggerito (con argilla espansa o vermiculite di granulometria 1-8 mm) isolante, avente i requisiti richiesti dagli elaborati di progetto (peso asciutto in opera di 950 kg/m<sup>3</sup>, conducibilità termica a secco 0,24 W/mK, classe di lavorabilità S3 (semifluido), classe 0 di resistenza al fuoco) con, in ogni caso, uno spessore minimo di 5 cm. Questa soletta, oltre ad assolvere il compito di controventatura e, grazie alla rete elettrosaldato, di ripartizione di carichi, assolverà anche il compito di regolarizzare il piano di falda, dato da non sottovalutare in quanto, frequentemente, fonte di infiltrazioni di acque meteoriche con conseguenti degradi dei materiali.

#### **CN cl. 5. Fissaggio elementi sporgenti**

L'intervento risulta conforme al punto 9 dell'Allegato 3 della CMLLPP 10 aprile 1997, riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica ed è indirizzato verso tutti gli elementi aggettanti dalle coperture come comignoli, antenne, abbaini, torrioni ecc.

I manufatti che fuoriusciranno dal piano di copertura con vasta superficie di appoggio ed alto peso, proprio come comignoli ed abbaini, andranno fissati alla base attraverso un profilato ad "L" di dimensioni

minime 100x8 mm e lunghezza uguale alla dimensione del manufatto da ancorare. Tale profilato verrà ancorato all'impalcato di copertura (costituito, a seconda dei casi, da tavolato in legno, da pianelle in cotto o da soletta in cls) attraverso 4 tirafondi in acciaio zincato minimo \_ 10 mm di lunghezza tale da essere fissati all'intradosso dell'impalcato con dado ad una contropiastra in acciaio di sezione minima 8x80 mm.

Altri elementi leggeri e snelli come antenne o aste per bandiere dovranno essere messi in opera sull'impalcato attraverso una piastra in acciaio zincato (dimensioni minima 10x300x300 mm) munita di asola ad incastro di dimensioni tali da poter posizionare la base del manufatto in oggetto. La suddetta piastra sarà ancorata all'impalcato mediante 4 viti tirafondi seguendo la procedura descritta sopra. In caso di elementi alti si renderà necessario posizionare, ad un'opportuna distanza dalla base del manufatto una o più piastre, (seguendo le prescrizioni della D.L.) di analoghe dimensioni alla quale saldare un dispositivo

regolabile (ad es. i tenditori tradizionali con cavetto e morsetti di bloccaggio in acciaio zincato) per controventare l'estremità libera dell'elemento da fissare.

Successivamente all'ancoraggio di queste piastre si dovrà porre particolare attenzione ai raccordi tra i piani verticali con quello "orizzontale" di copertura posizionando appositi faldali, o gusci di raccordo, al fine di evitare infiltrazioni di acque meteoriche.

#### **CN cl. 6. Rigenerazione di testate di travi e nodi di incavallature**

L'intervento verrà eseguito allorché la testa di una trave risulti deteriorata in modo avanzato, (tanto da compromettere la stabilità dell'intera unità strutturale con il rischio di coinvolgere, per l'azione che le strutture ausiliari esercitano, quelle adiacenti) e, pur non garantendo un adeguato appoggio, non si ritiene opportuno operare la sostituzione totale della struttura, sia per ragioni estetiche, sia economiche che logistiche (difficoltà della procedura di sostituzione). Prima di effettuare qualsiasi operazione sostitutiva e/o consolidante parziale o integrale, dovrà essere effettuata una scrupolosa campagna diagnostica del

manufatto al fine di verificare lo stato conservativo della trave, e la sua reale efficienza statica.

A questa categoria di intervento appartengono diverse tecnologie esecutive, alcune condivisibili (quelle cioè che impiegano prevalentemente legno come gli incalmi o legno lamellare in opera) altre accettabili con riserva, come quelle che prevedono la ricostruzione della testata della trave mediante getto di betoncino epossidico e protesi costituite da barre in acciaio inossidabile o vetroresina.

##### **CN cl. 6.1. Ricostruzione mediante protesi in legno**

La procedura si effettuerà dall'estradosso della trave; previa puntellatura della struttura, con ritti regolabili da cantiere, si rimuoveranno nelle zone limitrofe alla testa della trave le porzioni del pavimento o del manto di copertura con i relativi tavolati di supporto ed eventuali travetti o morali dell'orditura secondaria; infine si scoprirà la testa della trave liberandola dall'ammorsatura del muro. Si eseguirà, seguendo le indicazioni di progetto, un'accurata pulizia al fine di evidenziare la parte danneggiata e si procederà ad asportare le parti deteriorate (marcescenti) del legno che, a giudizio della D.L., non potranno

essere risanate; si ricorda che sarà esplicitamente vietato l'uso dell'accetta.

La creazione d'appropriate protesi in legno potrà essere eseguita seguendo diverse tecniche, in ogni caso l'obiettivo dell'intervento, oltre al ripristino dell'efficacia del collegamento esistente, sarà quello di mantenere, per quanto sarà possibile, l'articolazione e la duttilità originale del nodo. Il materiale ligneo, da mettere in opera per l'integrazione, dovrà essere d'eccellente qualità (anche superiore a quella del materiale originale), privo di difetti, a bassa umidità (non dovrà superare il 6- 10 %); inoltre dovrà essere, se sarà possibile, della stessa specie legnosa o, altrimenti, di una specie altrettanto dura e durevole.

Tutto il legname utilizzato dovrà essere preventivamente trattato con prodotti biocidi.

##### **CN cl. 6.1.1. Protesi con legno lamellare "artigianale"**

L'operazione prevederà la creazione di teste di travi o nodi di capriate tramite legno lamellare artigianale eseguito in cantiere mediante la posa in opera di tavolette (di norma della stessa specie legnosa e di uno spessore di circa 25 mm) attaccate gradualmente sul legno originario e tra loro. Tra queste fasce di legno

sarà possibile inserire delle lamine in acciaio inossidabile 18/8 AISI 304L (in alternativa delle barre d'acciaio inossidabile filettate o ad aderenza migliorata) sigillate con adesivo epossidico a consistenza tissotropica (caratteristiche meccaniche medie: resistenza a trazione 18-20 N/mm<sup>2</sup>, resistenza a compressione 45-55 N/mm<sup>2</sup>, resistenza a flessione 30-60 N/mm<sup>2</sup>, modulo elastico 4000 N/mm<sup>2</sup>). Questa tecnica presenterà

il vantaggio di una possibile, quanto parziale reversibilità; di contro è una tecnica lenta e talvolta onerosa (è consigliabile che la procedura sia eseguita da manodopera specializzata) inoltre, normalmente, si rileva difficile aumentare i carichi d'esercizio mantenendo le sezioni originali.

#### **CN cl. 6.1.2. Protesi con guance**

La procedura sarà messa in opera sia per fornire resistenze aggiuntive, a complemento di quelle perse, alle strutture degradate da agenti biologici, sia per infondere la rigidità all'intera unità strutturale che ha perduto, in esercizio, le proprietà geometriche originali a causa dell'insufficiente dimensionamento, per carico eccessivo o per fluage.

L'intervento potrà essere interpretato come una sorta di placcaggio laterale (il calcolo della trave verrà condotto per unica sezione somma delle singole sezioni) costituito dall'aggiunta di "guance" lignee, composte da tavole di legno duro o strisce di pannelli di compensato multistrato per usi strutturali sui bordi della struttura (nel caso di riconferire la rigidità perduta sarà necessario applicare lamine parallele estese per tutta la luce della membratura) o del nodo, eseguendo le connessioni nelle parti sane delle membrane. Il ricorso a questi pannelli sarà consigliabile in quanto, in essi, il ritiro dei fogli componenti sarà compensato dalle direzioni alternativamente perpendicolari delle fibre, inoltre presenterà il vantaggio di utilizzare sezioni esigue ed evitare l'attacco di parassiti. La specie legnosa dovrà, preferibilmente, essere la stessa della membratura ma, se ciò non risultasse possibile, si potrà optare per altra specie con accentuate caratteristiche meccaniche. Questa procedura verrà utilizzata, prevalentemente, per il rinforzo di strutture secondarie dove, gli sforzi non avranno ordini di grandezza elevati e, presentando, sovente, sezioni non rigorosamente uguali per tutti gli elementi, l'eventuale lieve aumento di spessore potrà essere

accetto; nel caso in cui la struttura sarà sottoposta anche a sforzi di torsione l'operazione sarà sconsigliata.

Queste lamine di compensato ligneo, messe in opera già forate (lunghezza minima 1,5-2 h membratura), dovranno essere incollate alla struttura originale mediante adesivo epossidico ed ancorate mediante barre filettate in acciaio inossidabile AISI 316L fermate con dadi ciechi (minimo 2  $\phi$  10 mm inghisato in  $\phi$  14 mm) o viti autofilettanti in acciaio inossidabile seguendo le indicazioni di progetto; talvolta potrà essere necessario mettere in opera anche cerchiature, in special modo in presenza di sezioni sottoposte a momento flettente (per maggiori specifiche sull'inserimento di cerchiature si rimanda all'articolo specifico).

*Specifiche:* nel caso in cui le guance saranno costituite da tavole di legno duro sarà necessario disporle in modo da contrastare il naturale ritiro del legno, pertanto se i dispositivi di collegamento saranno posti in vicinanza o direttamente agenti sui bordi, la tavola dovrà essere posta in modo che la concavità degli anelli di accrescimento sia rivolta verso l'interno così da contrastare l'imbarcamento; mentre se i collegamenti saranno posizionati in corrispondenza dell'asse longitudinale la disposizione sarà opposta ovvero con gli anelli di accrescimento rivolti verso l'esterno.

#### **CN cl. 6.1.3. Protesi con incalzi**

L'intervento si baserà sulla tecnica dell'incalzo, ovvero la sostituzione della parte degradata con una protesi di legno massiccio stagionato della stessa specie di quello originale, unita al moncone sano mediante una giuntura verticale da realizzarsi con profili ad incastro (ad es. a metà legno retto od obliquo, a dardo di Giove, a forchetta ecc.) sagomato seguendo le prescrizioni di progetto o specifiche delle D.L. (di norma la lunghezza dell'incastro varia dalle 2 alle 3 altezze della trave). Al fine di migliorare questa unione si potranno utilizzare delle appropriate cravatte metalliche o dei bulloni in acciaio inossidabile

(minimo  $2 \phi$  10 mm inghisate in  $\phi$  11 mm, i fori per i bulloni potranno avere un f massimo aumentato di solo 1 mm rispetto al  $\phi$  del bullone stesso) a sezione circolare e testa esagonale vincolati al legno con dado cieco e rondella in acciaio con diametro minimo  $3,5 \phi$  (con  $\phi$  = al diametro del bullone) e spessore di almeno  $0,3 \phi$  (in ogni caso non inferiore ai 4 mm). I bulloni dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati e, se sarà necessario, dovranno essere ulteriormente stretti

quando il legno avrà raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio. Una regola pratica per calcolare la distanza tra le barre fissa una misura minima di sette  $\phi$  e comunque non inferiore a 10 cm.

Una variante a questa procedura, per testate di travi, prevederà il taglio a 45 gradi (in ogni caso compreso tra  $30^\circ$  e  $60^\circ$ ) della struttura lignea degradata, con la conseguente messa in opera della protesi in legno massiccio. Le due parti saranno vincolate da barre nervate Fe B 44 K in acciaio inossidabile, il numero minimo consigliato, dall'Eurocodice5, sarà di  $2+2 \phi$  12 mm inghisati in  $\phi$  16 mm (il  $\phi$  del foro consigliato sarà pari al  $\phi$  nominale della barra scelta + 4 mm) per una lunghezza minima di ancoraggio, (consentita dall'EC5, UNI ENV 1995) di 200 mm (la lunghezza minima consentita dall'EC5 è la massima fra  $0,4 x$

$\phi$  2 della barra e  $8 x \phi$ ). Queste barre verranno posizionate in altrettanti fori o scassi laterali (distanza minima tra centro della barra ed i bordi laterale, inferiore/superiore della sezione  $2,5 x \phi = 35$  mm) realizzati nella trave e nella protesi, tramite trapani o frese, vincolate alla struttura lignea tramite adesivo strutturale epossidico (caratteristiche meccaniche medie: resistenza a trazione 18-20 N/mm<sup>2</sup>, resistenza a compressione 45-55 N/mm<sup>2</sup>, resistenza a flessione 30-60 N/mm<sup>2</sup>, modulo elastico 4000

N/mm<sup>2</sup>) ed, in caso di scassi laterali, saranno richiuse con un tassello in legno che, consentendo una finitura con pialletto, permetterà di raggiungere una buona risoluzione estetica.

In caso di ripristino degli elementi di una capriata lignea la procedura sarà identica a quella sopra descritta ad eccezione dell'inclinazione del taglio della parte degradata che sarà in funzione della sollecitazione principale che la struttura dovrà assolvere: per la catena l'inclinazione sarà di circa  $60^\circ$  per meglio trasmettere lo sforzo di taglio, per i puntoni (o altra struttura prevalentemente compressa) sarà indicato operare un taglio a  $90^\circ$  (giunto testa a testa).

#### **CN cl. 6.2. Ricostruzione mediante concrezioni epossidiche ed elementi di rinforzo**

Questo tipo di intervento dovrà essere eseguito solo in caso di vera necessità e quando non si possa realmente intervenire con sistemi meno invasivi. L'intervento si effettuerà dall'estradosso della trave e seguirà le medesime procedure preliminari del precedente ad eccezione della possibilità, se espressamente richiesta dalla D.L., di lasciare uno strato superficiale di legno in modo da assumere la funzione di cassetta, almeno parziale, del successivo getto. Si praticheranno dei fori nel legno sano aventi profondità ed inclinazione dettate dal progetto; previa pulizia del foro mediante aspirazione dei trucioli si inseriranno, seguendo le indicazioni di progetto, le barre in acciaio inossidabile Fe B 44 K ad aderenza migliorata o filettate (ad es.,  $\phi$  12 mm inghisato in  $\phi$  16 mm) o in vetroresina per una lunghezza minima di 50 cm e si posizioneranno le eventuali staffe  $\phi$  8/200 mm (di acciaio inossidabile) di completamento dell'armatura; infine si provvederà al getto riempitivo in conglomerato di resina epossidica normalmente caricato con inerti o fibre. Questo composto dovrà essere capace di trasmettere sforzi di taglio nell'ordine di grandezza di quelli sopportati dal legno massiccio (circa 2-3 N/mm<sup>2</sup>).

L'eventuale cassetta potrà essere rimossa solo a presa avvenuta (circa una settimana), mentre la puntellatura potrà essere dismessa previa ricostruzione della breccia e maturazione del getto..3

Questa tecnica ha, indubbiamente, il vantaggio di essere relativamente economica, rapida e versatile senza alterare significativamente (specie se è possibile lasciare l'involucro della trave) l'estetica della trave, di contro, specie se adoperata per ricostruire interi nodi di capriate, può rivelarsi pericolosa a causa del mutamento della ripartizione delle tensioni interne. Inoltre, il valore antisismico dei collegamenti delle aste lignee, indotto dalla duttilità del collegamento stesso, viene a mancare.

#### **CN cl. 7. Consolidamento di travi mediante cerchiature**

La procedura si rivolgerà a strutture sottoposte a sollecitazioni non elevate interessate da rotture, deformazioni o in ogni caso fessurate, purché queste non siano attaccate da funghi insetti o altre patologie debilitanti i tessuti legnosi. Questa tecnica si baserà sul ricollegamento di porzioni distaccate

attraverso l'operazione combinata di viti autofilettanti e di cerchiature metalliche. Sarà una procedura totalmente reversibile che non richiederà alcuno smontaggio dell'unità strutturale.

Previo puntellamento dell'unità strutturale si procederà all'immissione perpendicolare, alla superficie di rottura (così da essere sollecitate, in prevalenza a taglio e trazione), delle viti autofilettanti (operazione da compiere a mano e con il sussidio di idonee dime lignee) in eventuali perfori eseguiti con trapano a sola rotazione munito di punta notevolmente più sottile del gambo della vite. L'uso del trapano potrà essere d'aiuto anche per sondare i tessuti legnosi, non si potrà, infatti, utilizzare questa procedura in presenza di rotture nette con tessuti legnosi affetti da attacchi biocidi (inconsistenza del legno). Le viti (minimo  $\phi$  6-8 mm) dovranno, preferibilmente, essere d'acciaio inossidabile (o in ottone) così da presentare, oltre alla resistenza alla corrosione, particolare proprietà di durezza del filetto e un'eccellente attitudine al taglio. La lunghezza sarà in rapporto alla sezione della struttura e seguirà le disposizioni di progetto, in ogni caso la parte liscia del gambo dovrà essere circa pari alla parte separata della trave più vicina alla testa della vite stessa.

La cerchiatura sarà composta, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, da due bracci piatti in acciaio inossidabile AISI 304L (uniti da viti di serraggio e di regolazione rivolte in basso per facilitare la regolazione) sagomati a sella (al fine di escludere sollecitazioni nocive sui bordi della struttura in fase di bloccaggio e di esercizio) nelle parti (superiori ed inferiori) a contatto con la trave, ma con l'interposizione di idonei materiali (tavole di legno duro, strisce di compensato per usi strutturali ecc.) adatti a diffondere le tensioni ed evitare il contatto diretto tra acciaio e legno, sovente fonte di condense, a tal fine anche i bracci laterali saranno tenuti separati dal legno mediante interposizione di foglio in neoprene.

#### **IM cl. Operazioni di Impermeabilizzazione ed isolamento coperture**

##### **IM cl . 1. Copertura ventilata**

L'intervento si pone lo scopo di fornire un adeguata impermeabilizzazione e isolamento ai coperti in legno. Le casistiche sono molteplici in ogni caso si dovrà mettere in opera un sistema d'impermeabilizzazione ed isolamento atto a realizzare un tetto ventilato. Una copertura si può definire ventilata (superficie di aerazione almeno 1/5 della superficie totale del manto) quando il manto di copertura si distacca dallo strato isolante, creando un'intercapedine che permetta una costante circolazione d'aria dalla gronda fino alla linea di colmo (allo stesso tempo si devono evitare correnti trasversali). I vantaggi di una costante

ventilazione sono molteplici:

- riduzione della trasmissione di calore all'interno del sottotetto;
- omogeneità della temperatura dell'aria tra la faccia inferiore e quella superiore del coppo, con conseguente riduzione di shock termici, a favore del degrado dei coppi;
- eliminazione di eventuale umidità tra il coppo e l'impermeabilizzazione, con il vantaggio di avere il pacchetto tetto asciutto;
- eliminazione della formazione di condensa che favorisce l'insorgenza di muffe e la conseguente riduzione della vita dei coppi;
- miglioramento dell'isolamento termico in quanto evita che il materassino isolante si inumidisca.

La camera d'aria potrà essere ricavata con diverse soluzioni tecniche anche se la casistica può essere semplificata in due gruppi:

- a) intercapedine con pannelli,
- b) intercapedine con lastre ondulate o regoli.

##### **IM cl . 1.1. Manto di copertura su pannelli**

L'intervento potrà essere adottato per tutti i manti di copertura (coppi e canali, embrici e coppi, tegole marsigliesi, lastre di ardesia, tegole canadesi ecc.) grazie alla messa in opera di particolari pannelli modulari, (leggeri, robusti e facili da posare) composti da una lastra termoisolante (costituita a seconda delle esigenze da polistirene estruso, polistirene espanso sintetizzato o sughero termopressato) di densità variabile dai 25 kg/m<sup>3</sup> ai 35 kg/m<sup>3</sup> per le lastre di polistirene fino a 200 kg/m<sup>3</sup> per quelle in sughero, conducibilità termica ( $\lambda$ ) W/mk 0,033-0,036, munita di distanziatori troncoconici o parallelepipedi del

medesimo materiale e battentatura sui quattro lati. Gli spessori della lastra e dei relativi distanziatori potranno variare secondo le esigenze di progetto (spessore lastra minimo 40 mm massimo di 80 mm; distanziatore minimo 40 mm massimo di 60 mm). Il pannello sarà completato con un lastra di OSB (Oriented Strand Board) idroresistente (spessore 10 mm) solidamente assemblata ai distanziatori al fine di formare un supporto piano (una sorta di assito facilmente pedonabile) comodo ed affidabile per la successiva messa in opera di qualsiasi manto di copertura. Il piano in multistrato, trattato con prodotti anti-muffa e antiparassiti, permetterà la diretta posa in opera del manto di copertura; in ogni caso, se non vietato da prescrizioni di progetto o indicazioni della D.L., sarà opportuno impermeabilizzare il piano attraverso guaine bituminose ardesiate saldate a caldo, oppure con membrane permeabili al vapore posate a secco.

La circolazione d'aria sarà garantita in gronda dalla posa in opera di laterizi forati schermati da pettine parapassero in pvc di altezza adeguata (h = 95-125 mm) o, più semplicemente da rete, a maglia stretta, di ottone od altro materiale idoneo; sulla linea di colmo si garantirà la fuoriuscita d'aria posando apposite bocchette in plastica (di sagoma variabile a seconda del tipo di manto montato) ovvero posando un laterizio forato tagliato a dimensione opportuna e fissato con malta. In alternativa potrà essere messo in opera un listone ligneo, distanziato e fissato al pannello (o alla sottostante caldana in cls) con idonee staffe

metalliche zincate. Sul listone, protetto da una grembialina impermeabile e traspirante (larghezza media 300-400 mm), verranno fissati i ganci fermacolmo, e, successivamente, le tegole di colmo. Al fine di evitare correnti trasversali i pannelli dovranno essere tamponanti sui lati dove non sarà prevista la ventilazione; la tamponatura potrà essere eseguita con gli stessi elementi forati utilizzati sulla linea di gronda, posti in opera sul lato pieno o, con analoghi sistemi di tamponatura riportati dalle disposizioni di progetto o indicazioni della D.L. I pannelli si potranno posare direttamente sulla caldana in cls o sull'assito in legno o cotto, saranno ancorati con punti di incollaggio, viti autofilettanti o chiodi da carpentiere solo in caso di pendenza superiore al 30%: in presenza di queste pendenze si renderà necessario agganciare gli elementi di copertura con appositi ganci fermacoppo sagomati ad "S" di acciaio inossidabile o zincati a sezione piatta o circolare (è comunque, buona norma, utilizzare sempre i ganci fermacoppo). La posa in opera partirà dalla linea di gronda per poi risalire fino al colmo; i pannelli dovranno essere accostati fra loro avendo cura di

garantire la continuità dello strato isolante specie negli eventuali tagli a misura (displuvi, compluvi, colmi), tagli che potranno essere eseguiti facilmente con normali attrezzi da cantiere.

In presenza di tetti a padiglione le falde di testa dovranno essere provviste, nella parte sommitale, di dispositivi aeratori di copertura. La procedura prevederà la foratura del piano in osb mediante una fresa a tasca di diametro di circa 100 mm al fine di inserirvi una curva in pvc o, preferibilmente, in cotto del medesimo diametro. Questa bocchetta dovrà essere sigillata ovvero, protetta mediante appositi faldali di raccordo al manto impermeabilizzante e dovrà altresì essere dotata di rete in ottone parapassero e/o insetti.

La posa in opera del manto di copertura avverrà in maniera tradizionale, la prima fila di coppi sulla linea di gronda potrà essere tranquillamente tamponata con malta di calce, in quanto la ventilazione sarà garantita dal sottostante elemento di battuta (laterizio forato).

## **RIEPILOGO Capitolato speciale per lavori di restauro e consolidamento**

### **CAPO I - Oggetto ed ammontare dell'appalto - Descrizione, forma e principali dimensioni delle opere**

Art. 1 –Oggetto ..dell'appalto

Art. 2 Ammontare dell'opera

Art. 3 - Descrizione dei lavori

Art. 4 Opere escluse dall'appalto

Art. 5 - Forma e principali dimensioni delle opere comprese nell'appalto

Art. 6 – Variazioni alle opere progettate

### **CAPO II - Disposizioni particolari riguardanti l'appalto e modo di valutare i lavori**

#### **PARTE I - NORME TECNICO-AMMINISTRATIVE**

Art. 7 - Osservanza del Capitolato generale e di particolari disposizioni di legge

Art. 8 - Documenti che fanno parte del contratto .

Art. 9 – Qualificazione Categorie di lavoro

Art. 10 - Cauzione definitiva

Art. 11 - Disciplina del subappalto

Art. 12 - Consegna dei lavori

Art. 13 - Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori

Art. 14 – Esecuzione di categorie di lavoro non previste

Art. 15 - Disposizioni generali relative ai prezzi dei lavori a misura e delle somministrazioni per opere in economia -

Invariabilità dei prezzi

Art. 16 - Elenco dei prezzi unitari in base ai quali, previa deduzione del ribasso d'asta, saranno pagati i lavori appaltati a misura e le somministrazioni relative ad opere in economia

Art. 17 - Tempo utile per l'inizio e l'ultimazione dei lavori - Penale per ritardo

Art. 18 - Pagamenti in acconto

Art. 19 - Conto finale

Art. 20 - Collaudo

Art. 21 - Oneri ed obblighi a carico dell'Appaltatore - Responsabilità dell'Appaltatore

Art. 22 - Proprietà dei materiali di escavazione e di demolizione

Art. 23 - Rinvenimenti

Art. 24 – Definizione delle controversie

#### **PARTE II - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI 13**

Art. 25 - Norme per la misurazione e valutazione dei lavori

### **CAPO III - Qualità dei materiali e dei componenti – Procedure esecutive di ogni categoria di lavoro**

#### **PARTE I - QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI 23**

Art. 26 - Materiali in genere

Art. 27 - Acqua, calci, leganti idraulici, pozzolane, cocchio pesto, gesso, leganti sintetici

Art. 28 - Materiali inerti (ghiaia, sabbia, argilla espansa ecc.) per conglomerati e per malte

Art. 29 - Elementi di laterizio e calcestruzzo

Art. 30 – Materiali ferrosi

- Art. 31 - Prodotti a base di legno
- Art. 32 - Prodotti di pietre naturali o ricostruite
- Art. 33 - Prodotti per pavimentazione
- Art. 34 - Prodotti per coperture discontinue (a falda
- Art. 35 - Prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane
- Art. 36 - Prodotti di vetro (lastre, profilati ad U e vetri pressati)
- Art. 37 - Prodotti diversi (sigillanti, adesivi, geotessili, additivi)
- Art. 38 - Infissi
- Art. 39 - Prodotti per rivestimenti interni ed esterni
- Art. 40 - Prodotti per isolamento termico
- Art. 41 - Prodotti per pareti esterne e partizioni interne
- Art. 42 - Prodotti per assorbimento acustico
- Art. 43 - Prodotti per isolamento acustico

## **PARTE II – PROCEDURE ESECUTIVE**

PU sl. Operazioni di Pulitura materiali lapidei

PU ml. 1. Generalità

PU ml. 2. Sistemi di pulitura per gli elementi lapidei

PU ml. 3. Pulitura mediante spray di acqua a bassa pressione

PU ml. 5. Pulitura meccanica

PU ml. 10. Macroflora

PU ml. 10.1. Generalità

PU ml. 10.1.1. Diserbo da piante superiore

PU ml. 10.1.2. Disinfestazione da alghe muschi e licheni

PU ml. 11. Microflora

PU ml. 11.1.1. Rimozione della microflora

AS Operazioni di asportazioni, demolizioni e smontaggi

AS 1. Generalità

AS 2. Indagini preliminari (accertamento sulle caratteristiche costruttive-strutturali)

AS 3. Demolizione di strutture murarie di fondazione

AS 4. Demolizione di strutture murarie

AS 4.1. Strutture portanti e/o collaboranti

AS 9. Rimozione e smontaggio di rivestimenti lapidei

AG ml. Operazioni di stuccature, integrazioni dei materiali lapidei (aggiunte)

AG ml. 1. Generalità

AG ml. 2. Stuccatura-Integrazione di elementi in laterizio

AG ml. 3. Stuccature di elementi lapidei

AG ml. 4. Risarcimento-Stilatura giunti di malta

CN ml. Operazioni di Consolidamento di materiali lapidei

CN ml. 1. GENERALITÀ

CN ml. 2. Fissaggio e riadesione di elementi sconnessi e distaccati (mediante perni)

CN ml. 5. Sigillatura materiali lapidei (mediante resine sintetiche)

CN ml. 6. Consolidamento in profondità mediante iniezioni con miscele leganti

CN ml. 7. Consolidamento lastre lapidee da rivestimento (messa in sicurezza)

CN ml. 7.1. Generalità

CN ml. 7.2. Messa in sicurezza

CN ml. 7.2.1. Messa in sicurezza con sistemi di fissaggio portanti rigidi

PR ml. Operazioni di protezione dei materiali lapidei

PR ml. 1. Generalità

PR ml. 2. Applicazione di impregnante idrorepellente

DM am. Operazioni di Deumidificazione di apparecchi murari

DM am. 1. Generalità

DM am. 2. Drenaggi, intercapedini, vespai

DM am. 2.1. Drenaggi, pozzi assorbenti

- DM am. 2.1.1. Pozzi assorbenti
- DM am. 2.2. Intercapedini, scannafossi
- PROCEDURE DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE
- SC Operazioni di Scavi e Rinterri
- SC 1. Generali
- SC 2. Scavi di splateamento e sbancamento
- SC 3. Scavi di fondazione a sezione obbligata
- SC 4. Scavi di accertamento e ricognizione
- SC 5. Armature degli scavi
- SC 6. Rilevati e rinterri
- CN fo. Operazioni di Consolidamento fondazioni
- CN fo. 1. Generalità
- CN fo. 3. Consolidamento di fondazioni con pali
- CN fo. 3.1. Sottofondazione con micropali
- CN fo. 3.1.1. Pali tipo radice
- CN fo. 3.1.2. Pali tipo Tubfix
- CN am. Operazioni di Consolidamento apparecchi murari
- CN am. 1. Generalità
- CN am. 2. Ricucitura delle murature mediante sostituzione parziale del materiale (scuci e cucì)
- CN am. 3. Consolidamento mediante iniezioni di miscele leganti
- CN am. 3.1. Consolidamento mediante iniezioni non armate
- CN am. 3.2. Consolidamento mediante iniezioni armate
- CN am. 6. Consolidamento mediante tiranti metallici
- CN mu. 6.1. Consolidamento con tiranti trivellati inseriti nella muratura
- CN mu. 6.1.1. Tiranti trivellati inseriti nella muratura orizzontalmente
- CN mu. 6.2. Consolidamento con tiranti aderenti alla muratura
- CN am. 7. Consolidamento mediante tiranti antiespulsivi
- CN am. 8. Consolidamento mediante diatoni artificiali
- CN sl. Operazioni di Consolidamento solaio in legno
- CN sl. 1. Generalità
- CN sl. 2. Appoggi
- CN sl. 3. Irrigidimento mediante doppio tavolato
- CN sl. 4. Consolidamento mediante sezioni miste
- CN sl. 4.1. Connettore inghisato a piolo o a traliccio
- CN sl. 5. Consolidamento mediante aumento della sezione
- CN sl. 6. Ancoraggio delle travi alle murature tramite piastre metalliche
- CN sl. 7. Ancoraggi dei solai alle murature d'ambito
- CN sl. 7.1. Cordolo continuo in cemento armato
- CN sl. 7.2. Collegamento discontinuo in cemento armato a coda di rondine
- CN sl. 7.3. Collegamento mediante lame metalliche a V
- CN sl. 7.4. Collegamento mediante barre metalliche metodo "grip-raound
- CN sl. 7.5. Collegamento mediante profilati in ferro
- CN cl. Operazioni di Consolidamento di coperture in legno
- CN cl. 1. Generalità
- CN cl. 2. Collegamento tra le strutture della copertura e la muratura
- CN cl. 2.1. Collegamento mediate zanche o spillature metalliche
- CN cl. 2.2. Collegamento mediante piatti metallici
- CN cl. 2.3. Collegamento mediate tiranti metallici
- CN cl. 2.4. Collegamento mediate cerchiatura dell'edificio in sommità
- CN cl. 2.4.1. Cordolo in c.a
- CN cl. 2.4.2. Cordolo in muratura armata
- CN cl. 2.4.3. Cordolo in legno
- CN cl. 2.4.4. Cordolatura mediante applicazione di materiali compositi (CFRP)

- CN cl. 2.4.5. Iniezioni e cuciture armate
- CN cl. 3. Connessione tra i diversi elementi costituenti l'orditura
- CN cl. 3.1. Connessione mediate staffe e/o piastre metalliche
- CN cl. 3.2. Connessione mediate tavola e/o gattello in legno .
- CN cl. 4. Irrigidimento e controventatura delle falde di copertura
- CN cl. 4.1. Irrigidimento e controventatura mediante tavolato ligneo
- CN cl. 4.2. Irrigidimento e controventatura mediante croci di Sant'Andrea
- CN cl. 4.3. Irrigidimento mediante caldana armata in cls
- CN cl. 5. Fissaggio elementi sporgenti
- CN cl. 6. Rigenerazione di testate di travi e nodi di incavallature
- CN cl. 6.1. Ricostruzione mediante protesi in legno
- CN cl. 6.1.1. Protesi con legno lamellare "artigianale"
- CN cl. 6.1.2. Protesi con guance
- CN cl. 6.1.3. Protesi con incalmi
- CN cl. 6.2. Ricostruzione mediante concrezioni epossidiche ed elementi di rinforzo
- CN cl. 7. Consolidamento di travi mediante cerchiature
- IM cl. Operazioni di Impermeabilizzazione ed isolamento coperture
- IM cl . 1. Copertura ventilata
- IM cl . 1.1. Manto di copertura su pannelli

## **Capitolato speciale per lavori di barriere paramassi e reti CAPO A.2**

**Le modalità di lavorazione e le caratteristiche dei materiali riportate nel seguito integrano le disposizioni di carattere generale e sono valide per tutte la categoria OS 12-b, salvo che diversamente indicato.**

### **Disgaggio manuale**

Esecuzione di disgaggio di pendici montane mediante l'intervento da eseguirsi con l'ausilio di provetti rocciatori, anche in parete, comportante: l'abbattimento dei volumi di roccia in condizione di equilibrio precario con l'ausilio di leve e, dove necessario, di attrezzature idrauliche ad alta pressione quali martinetti ed allargatori. Nel prezzo indicato è compreso l'onere per il lavoro eseguito a qualunque quota, l'eventuale impiego di attrezzature idrauliche ad alta pressione, la posa di un'opportuna segnaletica per impedire l'accesso alle zone interessate dai volumi abbattuti, la pulizia della sede stradale, nonché il trasporto a discarica del materiale di risulta.

Tale lavorazione, eseguita da personale specializzato rocciatore provvisto di attrezzatura adeguata, consiste nell'abbattimento sistematico dei volumi rocciosi pericolanti e/o in equilibrio precario compreso l'eventuale taglio delle piante e la rimozione delle ceppaie, nonché l'eventuale asportazione di coltri di detrito sciolto.

Gli operatori dovranno essere dotati di tutte le attrezzature alpinistiche di autoassicurazione per lavori in corda (corde, discensori, bloccanti, etc. ...) e le procedure operative dovranno rispondere ad adeguati standard di sicurezza secondo i disposti legislativi vigenti in particolare il D. Lgs. 81/2008 s.m.i. e le linee guida per l'esecuzione di lavori temporanei in quota con accesso e posizionamento mediante funi.

Nella fase preliminare all'esecuzione dei lavori si dovranno predisporre tutti gli accorgimenti atti alla messa in sicurezza delle aree poste a valle dell'intervento (eventuale barriera provvisoria di protezione, segnaletica, eventuale chiusura al traffico o traffico alternato, etc. ...).

### **Decespugliamento e taglio**

Decespugliamento di aree boscate con pendenza media inferiore al 50%, invase da rovi, arbusti ed erbe infestanti con salvaguardia dell'eventuale rinnovazione arborea ed arbustiva naturale su aree a media densità di infestanti senza rimozione dei materiali di risulta.

Tale lavorazione, eseguita da personale specializzato rocciatore provvisto di attrezzatura adeguata, consiste nel taglio selettivo in zona boscata di essenze infestanti, alberi abbattuti, ecc. ....

Nel caso di forti esposizioni e pendenze e/o terreni tali da comportare il potenziale rischio di caduta, gli operatori dovranno essere dotati di tutte le attrezzature alpinistiche di autoassicurazione per lavori in corda (corde, discensori, bloccanti, etc. ...) e le procedure operative dovranno rispondere ad adeguati standard di sicurezza secondo i disposti legislativi vigenti in particolare il D. Lgs. 81/2008 s.m.i. e le linee guida per l'esecuzione di lavori temporanei in quota con accesso e posizionamento mediante funi.

Nella fase preliminare all'esecuzione dei lavori si dovranno predisporre tutti gli accorgimenti atti alla messa in sicurezza delle aree poste a valle dell'intervento (eventuale barriera provvisoria di protezione, segnaletica, eventuale chiusura al traffico o traffico alternato, etc....).

Le operazioni di decespugliamento e taglio, dovranno essere realizzati nel rispetto delle seguenti prescrizioni operative:

- l'area oggetto di decespugliamento e/o taglio dovrà essere effettuata esclusivamente nell'area oggetto dei lavori;
- le aree trattate dovranno essere idonee per poter effettuare tutte le operazioni previste in progetto (tracciamento topografico, perforazione, montaggio, ecc. ...)
- è fatto divieto il taglio di alberi per facilitare il montaggio con elicottero delle strutture;
- il materiale di risulta dovrà essere o rimosso e smaltito in idonea discarica osminuzzato in modo da non provocare catasta e/o accumulo in loco.

Le aree oggetto di taglio e/o decespugliamento saranno compensate per unità di superficie (m2) calcolando la superficie suddividendo lo sviluppo del pendio in figure geometriche semplici e nel caso di sviluppi complessi mediante rilievo topografico eseguito a carico dell'Appaltatore

#### **Trasporti in quota con elicottero**

Trasporto in quota con elicottero di tutte le attrezzature e/o macchinari necessari alla realizzazione delle opere, spostamenti nell'area di cantiere e trasporto a valle di attrezzature e/o macchinari, compreso ogni operazione di carico e scarico, consumi, personale di volo ed assistenza a terra, compreso ogni onere accessorio per garantire il lavoro aereo in completa sicurezza. I trasporti in quota con elicottero, dovranno essere realizzati nel rispetto delle seguenti prescrizioni operative:

- prima dell'avvio delle operazioni di elitransporto, la ditta esecutrice del lavoro aereo dovrà procurarsi le opportune autorizzazioni e/o permessi (qualora necessari), che dovranno essere trasmessi alla committenza;
- tutte le connessioni utilizzate per il sollevamento e trasporto in volo di mezzi, attrezzature e materiali, dovranno essere tali da possedere un idoneo coefficiente di sicurezza atto a garantire la sicurezza di tutte le operazioni;
- la gestione delle operazioni di carico, scarico e di movimentazioni del carico, dovranno essere coordinate da un preposto della compagnia di volo che valuterà caso per caso le procedure operative e di sicurezza da adottare.

#### **Barriera Paramassi marcata CE, Classe 8, altezza 6,0 m, Categoria A Livello Massimo di Energia (MEL) 5000 kJ**

##### **Descrizione generale tipologia in appalto**

Fornitura e posa in opera di barriera paramassi marcata CE con Classe di Energia 8, con capacità di assorbimento energetico pari ad un Livello Massimo di Energia (MEL) di 5000kJ, e un'altezza nominale  $H_n$  pari a 6.0 m, prodotta in regime di qualità ISO EN 9001/2008 (relativo al settore manifatturiero). In particolare la barriera deve:

- possedere un'altezza residua in Categoria A (>50%) relativamente a quanto previsto al punto 2.4.2.2 della ETAG 027 (Guida per il Benestare Tecnico Europeo di sistemi di protezione paramassi ai fini della Marcatura CE dei prodotti da costruzione secondo la Direttiva 89/106/CEE); gli eventuali varchi della struttura di intercettazione formati al di sotto dell'altezza residua in prossimità dei montanti devono avere il diametro inscritto inferiore a 0,2 m; non sono ammessi varchi laterali della struttura di intercettazione superiori al 10% dell'altezza nominale; non sono ammesse rotture della rete principale; non sono ammesse rotture di trefoli interi costituenti le funi portanti superiori ed inferiori; non sono ammesse rotture degli elementi di connessione tra la rete principale e le funi portanti superiori ed inferiori;
- essere in possesso di Benestare Tecnico Europeo (ETA), rilasciato da Organismo di Approvazione (Approval Body) ai sensi della Direttiva 89/106/CEE, contenente le descrizioni dettagliate delle specifiche tecniche della barriera paramassi oggetto delle prove in modo da consentire la verifica di conformità del sistema nel suo complesso e dei singoli componenti costituenti il kit;
- essere in possesso di Certificato di Conformità CE, rilasciato da Organismo Notificato (Notified Body) ai sensi dell'art. 18 della Direttiva 89/106/CEE, attestante l'avvenuta esecuzione dei Controlli del Processo di Fabbrica (FPC) e delle prove di identificazione dei singoli componenti del sistema;

Inoltre, al fine di garantire una resilienza elevata dei singoli elementi strutturali della barriera paramassi, devono essere garantite le seguenti caratteristiche prestazionali:

- struttura di supporto costituita da profilati metallici Travi HEB in acciaio, o equivalenti, con resistenza di calcolo a taglio lungo la direzione Y (Vpl,Rd - dir.Y) pari ad almeno 900 kN e resistenza di calcolo a taglio lungo la direzione X (Vpl,Rd - dir.X) pari ad almeno 1860 kN;
- struttura di intercettazione costituita da rete in trefoli in acciaio con carico di rottura nominale pari ad almeno 105 kN. I trefoli costituenti la struttura di intercettazione devono essere stati testati in laboratorio per verificarne la conformità di utilizzo con manicotti pressati;
- elementi di connessione perimetrali tra la struttura di supporto e la struttura di intercettazione costituiti da una coppia di funi portanti superiori e una coppia di funi portanti inferiori con anima metallica tipo 6x36 S-IWRC conformi a EN 12385-4, o equivalenti, con carico di rottura pari ad almeno 360 kN.
- elementi di connessione intermedi tra la struttura di supporto e la struttura di intercettazione costituiti da quattro funi portanti intermedie con anima metallica tipo 6x36 S-IWRC conformi a EN 12385-4, o equivalenti, con carico di rottura pari ad almeno 360 kN.

Tutti i materiali e/o componenti devono essere nuovi di fabbrica ed accompagnati da certificazione di origine e dichiarazioni di conformità, secondo le normative applicabili, in particolare EN 10025-2 (struttura di supporto costituita da profilati metallici), EN 12385-4 (funi d'acciaio), EN 10244-2 di classe B (zincatura funi), EN 10244-2 di classe A (zincatura rete), EN ISO 1461 (zincatura carpenteria metallica), EN 13411-5 (morsetti), nonché, ove previsto, dalla dichiarazione di conformità CE del singolo componente ai sensi del DPR n.246/93. Tutti i grilli utilizzati devono essere di tipo ad alta resistenza.

Tutte le certificazioni, la Certificazione di Conformità CE della barriera e dei suoi componenti, il Benestare Tecnico Europeo (ETA), i manuali di installazione e la documentazione tecnica di prodotto, prima dell'accettazione dei materiali in cantiere devono essere sottoposte per approvazione alla D.L.; la barriera dovrà essere installata secondo le specifiche del manuale di installazione; la dichiarazione di conformità di montaggio del sistema nel suo complesso dovrà essere rilasciata dal produttore o da personale abilitato dal produttore stesso, sulla base della frequenza di appropriati corsi formativi.

### **Sistema di stabilizzazione corticale dei versanti in terreno sciolto/roccia**

#### **Descrizione generale tipologia in appalto**

Realizzazione di sistema di stabilizzazione dei versanti in terreno sciolto/roccia costituito da rete di acciaio ad alte prestazioni, vincolata mediante piastre di pressione ancorate ad opportuni ancoraggi in barra distribuiti sul versante con spaziatura calcolata in funzione delle caratteristiche geotecniche, geometriche e geomeccaniche dei terreni/della roccia.

Prescrizioni minime prestazionali:

- Rete metallica a doppia torsione con maglia 8x10 mm; zincatura in Galfan secondo UNI-EN 10244-2 (classe A).
- Filo di diametro  $\varnothing$ 4.4 in acciaio dolce; resistenza a trazione di 380-550N/mm<sup>2</sup> secondo UNI-EN 10223-3.
- Legatura con punti metallici di diametro 3mm; carico di rottura 1700 N/mm<sup>2</sup>; distanza fra i punti non superiore a 200mm.
- Fune metallica di contenimento in trefoli di acciaio  $\varnothing$ 12; zincatura secondo UNI-EN 10264-2 (classe B) e UNI ISO 2048; resistenza nominale non inferiore a 1770 N/mm<sup>2</sup>; carico di rottura minimo 84.1 kN.
- Ancoraggio della fune metallica con morsetti in fusione zincata; zincatura secondo UNI ISO 2081; ordini di chiodatura di 3m.

## **Capitolato speciale per lavori di restauro CAPO A 3**

**Le norme riportate nel seguito sono valide le lavorazioni della categoria OS 2, salvo che diversamente indicato.**

### **LAVORI DI RESTAURO OS 2-A**

Il presente Capo A 3 del Capitolato Speciale d'Appalto fa riferimento alla documentazione grafica fornita a corredo del progetto per la categoria delle lavorazioni **OS 2 A** ed in quanto trattandosi di un progetto relativo a lavori di restauro, detto progetto tiene luogo di esecutivo e costituisce documento valido per le procedure di appalto.

#### **CAPO I**

#### **OGGETTO ED AMMONTARE DELL'APPALTO – DESCRIZIONE, FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELL'OPERA**

##### **Art. 1 - Descrizione dei lavori**

I lavori che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come appresso, salvo più precise indicazioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dalla Direzione dei lavori.

##### **MODALITÀ DI INTERVENTO**

###### **GENERALITÀ**

È regola generale intendere che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, necessari per i lavori di conservazione, restauro, risanamento o manutenzione da eseguirsi sui manufatti potranno provenire da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori e degli eventuali organi competenti preposti alla tutela del patrimonio storico, artistico, architettonico, archeologico e monumentale, siano riconosciuti della migliore qualità, simili, ovvero il più possibile compatibili con i materiali preesistenti, così da non risultare incompatibili con le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche dei manufatti oggetto di intervento.

Nel caso di prodotti industriali (ad es., malte premiscelate) la rispondenza a questo capitolato potrà risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

L'Appaltatore avrà l'obbligo, durante qualsivoglia fase lavorativa, di eseguire o fare effettuare, presso gli stabilimenti di produzione e/o laboratori ed istituti in possesso delle specifiche autorizzazioni, tutte le campionature e prove preliminari sui materiali (confezionati direttamente in cantiere o confezionati e forniti da

ditte specializzate) impiegati e da impiegarsi (in grado di garantire l'efficacia e la non nocività dei prodotti da utilizzarsi) prescritte nel presente capitolato e/o stabilite dalla Direzione Lavori. Tali verifiche dovranno fare riferimento alle indicazioni di progetto, alle normative UNI e alle raccomandazioni NorMaL recepite dal Ministero per i Beni Culturali con decreto 11 novembre 1982, n. 2093. Il prelievo dei campioni (da eseguirsi secondo le prescrizioni indicate nelle raccomandazione NorMaL) dovrà essere effettuato in contraddittorio con l'Appaltatore e sarà appositamente verbalizzato.

In particolare, su qualsiasi manufatto di valore storico-architettonico-archeologico, ovvero sul costruito attaccato, in modo più o meno aggressivo da agenti degradanti, oggetto di intervento di carattere manutentivo,

conservativo o restaurativo, e se previsto dagli elaborati di progetto l'Appaltatore dovrà mettere in atto una serie di operazioni legate alla conoscenza fisico materica, patologica in particolare:

- determinazione dello stato di conservazione del costruito oggetto di intervento;
- individuazione degli agenti patogeni in aggressione;
- individuazione delle cause dirette e/o indirette nonché i meccanismi di alterazione.

Nel caso che la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, non reputasse idonea tutta o parte di una fornitura di materiale sarà obbligo dell'Appaltatore provvedere prontamente e senza alcuna osservazione in merito, alla loro rimozione (con altri materiali idonei rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti richiesti) siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera. Sarà inteso che l'Appaltatore resterà responsabile per quanto ha attinenza con la qualità dei materiali approvvigionati anche se valutati idonei dalla D.L., sino alla loro accettazione da parte dell'Amministrazione in sede di collaudo finale.

#### **Avvertenze**

Sarà vietato effettuare qualsiasi procedura di stuccatura, integrazione o, più in generale, utilizzo di prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature preintervento eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; su tale etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione o di concentrazione utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

## **AFFRESCHI**

### **RISTABILIMENTO DELLA COESIONE DELLA PELLICOLA PITTORICA**

Per la natura composita ed eterogenea della pellicola pittorica dei dipinti murali e per l'eventuale variazione delle condizioni ambientali (biodeteriogeni, inquinanti atmosferici, variazioni termoigrometriche, ecc.), si può verificare la perdita di coesione (polverizzazione) all'interno del suddetto strato pittorico.

L'operazione consiste nell'applicazione di un prodotto con idonee proprietà consolidanti, utilizzando tecnologie

che non comportino sensibili modificazioni della pellicola pittorica

Lo scopo dell'operazione è quello di riconferire coesione al materiale deteriorato, ristabilendo l'unità del sistema. L'operazione, inoltre, è finalizzata ad una migliore conservazione dell'opera e dovrà essere propedeutica a tutte le successive fasi di restauro.

Preliminarmente all'operazione di ristabilimento della coesione della pellicola pittorica, ove possibile, è opportuno rimuovere preventivamente depositi superficiali incoerenti in eccesso (ad esempio ragnatele polvere

atmosferica). Per il trattamento consolidante si potranno utilizzare prodotti organici, inorganici naturali o sintetici, selezionati dopo una attenta qualificazione e quantificazione del fenomeno patologico anche in funzione delle condizioni termoigrometriche del supporto e dell'ambiente. I prodotti saranno applicati a spruzzo (ripetendo eventualmente l'operazione più volte) o per impregnazione, interponendo ove necessario un foglio di carta giapponese, o per infiltrazione con trattamenti che tengano conto delle caratteristiche chimiche e fisiche dei materiali da trattare, evitando consistenti accumuli incontrollati del prodotto.

I prodotti saranno inoltre scelti in base alle loro caratteristiche consolidanti, alla loro penetrabilità, stabilità nel tempo e potenziale reversibilità, in base alla loro compatibilità con i materiali costitutivi.

Non dovranno inoltre interferire negativamente, per quanto possibile, con le successive fasi di restauro né provocare fenomeni di alterazione ottica al dipinto (alterazione cromatica - alterazione della brillantezza).

La penetrabilità dovrà essere tale da consentire al prodotto scelto di raggiungere lo strato interessato, evitando

che si formi un film di superficie. Il prodotto inoltre dovrà essere graduato nella sua concentrazione, affinché la diffusione sia omogenea all'interno dell'area da trattare.

La scelta dei prodotti, dal punto di vista della durabilità, dovrà tenere in considerazione il possibile degrado che potranno subire per le condizioni ambientali in cui il manufatto viene conservato e consentire il permanere

nel tempo delle caratteristiche ottiche e meccaniche del dipinto.

Si richiede che tendenzialmente i materiali da adoperare non precludano trattamenti successivi e, pur considerando le note difficoltà nel rimuovere sostanze consolidanti penetrate nella struttura porosa degli strati

dell'opera, siano reversibili.

La compatibilità dovrà tenere conto delle proprietà meccaniche che il consolidante conferisce agli strati da trattare senza indurre caratteristiche di solidità eccessivamente difformi da quelle dei materiali originali in buono stato di conservazione. Inoltre dovrà tenere presente le proprietà chimico-fisiche dei materiali costitutivi

degli strati (pigmenti leganti).

#### **CONSOLIDAMENTO CON MALTA IDRAULICA**

**Morfologia del degrado:** mancanze di adesione fra supporto murario e strati preparatori; frammenti di piccole dimensioni.

**Metodologia di intervento:** riadesione in situ

**Modalità di esecuzione**

**Metodo di applicazione:** Ristabilimento di coesione di zone circoscritte con infiltrazioni localizzate in zone particolarmente disgregate, eseguite con iniezioni di malte idrauliche, adesivi o adesivi/riempitivi.

**Strumenti per l'applicazione:** siringa

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** percolazione di piccole quantità (ca 0,5 cc) fino a saturazione.

Applicazione unica, dopo bagnatura delle superfici del distacco.

**Prodotto:** malta di grassello e inerti a granulometria inferiore a 40 mesh, in proporzione 1:5

(sarà necessario utilizzare grassello ben stagionato, minimo 12 mesi; se non si avrà certezza sulla stagionatura si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione).

Solvente/emulsionante/diluente: acqua.

Tecnica di rimozione del materiale in eccesso: ovatta e acqua.

#### **PULITURA DEGLI STRATI SUPERFICIALI**

Intervento su materiali non originali di varia natura (polveri incoerenti, vernici/ravvivanti, ridipinture, fissativi, scialbi, residui di stuccature, ecc.) alterati o alteranti.

Scopo dell'operazione, che deve essere preceduta da precise valutazioni critiche e da indagini preliminari, è quello di migliorare la leggibilità, le condizioni conservative delle superfici pittoriche e rendere più omogenee e ricettive le superfici ai trattamenti successivi. La pulitura deve interessare solo i materiali da alleggerire o da rimuovere senza causare la perdita di strati pur minimi del materiale pittorico, né degli stati soprammessi originali o individuati come storicamente significativi.

Non deve produrre modifiche sensibili alle caratteristiche originali del materiale, né rimuovere quelle alterazioni

superficiali che, prodotte naturalmente, costituiscano la "patina" del tempo, non deturpino l'aspetto del manufatto, né lo mettano a rischio di degrado.

La pulitura interviene su diverse categorie di materiali: resine naturali o sintetiche, proteine, polisaccaridi, grassi e oli, cere naturali o sintetiche, depositi di natura biologica, materiali inorganici di diversa costituzione.

L'operazione si può effettuare con agenti chimici, chimico/fisici e biochimici (solventi, reattivi chimici ad azione debolmente alcalina, enzimi, tensioattivi) con mezzi meccanici (piccola attrezzatura tipo bisturi, pennelli di varie forme dimensioni e durezza ecc.) o, come di frequente, facendo ricorso a sistemi integrati. La scelta del metodo di pulitura è condizionata dalla natura dei materiali costituenti il manufatto.

In riferimento allo stato di conservazione dei materiali costitutivi dovrà essere valutata la necessità di eseguire preventivamente operazioni di consolidamento.

Il sistema e le sostanze impiegate devono poter essere facilmente controllabili in ogni momento e in ogni parte della superficie nonché svolgere un'azione selettiva e graduabile. Le caratteristiche del materiale prescelto

e le modalità della sua applicazione devono consentire un'azione limitata alla superficie, la facile rimozione

senza ritenzione da parte dei materiali originali, la possibilità di controllare l'operazione al fine di evitare un'azione protratta nel tempo.

Si dovrà tenere conto anche della tossicità per l'operatore, eliminando le sostanze di maggiore pericolosità e prevedendo dunque, in fase di progetto, scelte di prodotti che a parità di efficacia presentino meno rischi per il dipinto e per l'operatore. Si dovranno prevedere anche gli adeguati accorgimenti di protezione individuale

e di smaltimento secondo le normative vigenti.

Si procede eseguendo saggi preliminari per mettere a punto il sistema giudicato ottimale in funzione del risultato

ottenuto.

Si deve valutare preliminarmente e in corso d'opera la necessità di eseguire indagini scientifiche i cui referti vanno comparati ai dati acquisiti con l'esecuzione dei saggi. L'operazione della pulitura dovrà essere comunque

sempre controllata per mezzo sia di strumenti ottici sia, ove necessario, di tecniche diagnostiche e/o tecniche analitiche.

Dovrà essere curata un'esauriente documentazione delle varie fasi operative (prima, durante, dopo) ed un'accurata relazione, che descriva il metodo e i materiali impiegati (qualità, quantità, tempi e modi di applicazione)

e le finalità critiche dell'intervento.

#### **Avvertenze- Operazioni ausiliarie preliminari**

*Ristabilimento di coesione di zone circoscritte: infiltrazioni localizzate in zone particolarmente disgregate o esfoliate, eseguite con resine acriliche in dispersione acquosa o in soluzione (v. consolidamento).*

*Distacco di frammenti pericolanti: rimozione di frammenti staccati o pericolanti, con trascrizione della loro localizzazione sulle basi grafiche di mappatura degli interventi, attribuzione di una sigla identificativa, documentazione fotografica e archiviazione in attesa della rimessa in opera.*

*Protezioni provvisorie: con fogli di alluminio opportunamente modellati, o fogli di polietilene, fissati a copertura della zona o dell'elemento architettonico da proteggere.*

*Stuccature provvisorie: con malta di grassello e inerti di granulometria inferiore a 40 mesh, in proporzione 1:5. (sarà necessario utilizzare grassello ben stagionato, minimo 12 mesi; se non si avrà certezza sulla stagionatura si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione).*

#### **PULITURA CON CARBONATO DI AMMONIO**

**Morfologia del degrado:** incrostazione, crosta, alterazione cromatica

**Metodologia di intervento:** pulitura chimico-fisica

**Modalità di esecuzione**

**Metodi di applicazione:** Lavaggio e impacchi

Componenti: tensioattivo in acqua; carbonato di ammonio o soluzione satura di Sali inorganici.

**Strumenti di applicazione:** impacchi di carta giapponese e polpa di cellulosa.

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** da una a tre applicazioni: lavaggio con la soluzione, seguito da risciacquo con acqua eseguito con le medesime modalità operative, per la rimozione di ogni residuo.

Metodo di rimozione: spazzolatura con spazzolini di plastica o setola di media durezza, e rimozione dei residui più resistenti con leggera azione meccanica manuale.

**Prodotto:** Carbonato di Ammonio, soluzione satura di Sali inorganici, tensioattivo non ionico a base di polioossimetilene (diluizione tra l'1 e il 4/1000)-Solvente/emulsionante/diluyente: acqua.

#### **PULITURA MECCANICA CON STRUMENTI MANUALI**

**Morfologia del degrado:** rimozione di scialbi, incrostazioni, ridipinture e successiva rifinitura

**Metodologia di intervento:** rimozione meccanica

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** Pulitura meccanica

**Strumenti di applicazione:** bisturi a lama fissa e intercambiabile, specilli

**Applicazione**

**Modalità e tempi:**

- Azionamento: manuale

- Modalità d'uso: da utilizzare per rimuovere residui delle puliture chimiche o chimico-fisiche, frammenti pericolanti di stuccature, incrostazioni calcaree debolmente coerenti, patine biologiche, residui di scialbature, ridipinture.

**STUCCATURA**

La stuccatura ha lo scopo di ripristinare la continuità delle superfici in presenza di fratture, fessure e mancanze.

Può avere anche carattere temporaneo ed essere limitata a ripristinare la continuità di livelli diversi.

L'operazione consiste nell'applicazione di un impasto idoneo e nella successiva lavorazione dello stesso al fine di ottenere la superficie desiderata.

I materiali utilizzati per le stuccature dovranno essere scelti sulla base dell'omogeneità e della compatibilità con i materiali originali, al fine di evitare difformità di comportamento nel tempo e alterazioni alle parti con cui entrano in contatto. Si dovranno inoltre privilegiare i materiali che assicurino una migliore reversibilità nel tempo e che presentino una resistenza meccanica lievemente inferiore a quella dell'intonaco su cui vengono

applicate, nonché caratteristiche fisiche analoghe.

Le stuccature devono essere eseguite su superfici possibilmente pulite ed esenti da depositi incoerenti e che abbiano buone caratteristiche di compattezza e coesione.

Le malte utilizzate per le stuccature non devono contenere sostanze dannose (per esempio sali solubili), ed essere applicate in modo da non provocare alterazioni cromatiche sul materiale circostante.

La scelta del tipo di malta, la sua composizione e formulazione dovrà tenere conto delle condizioni termoigrometriche dell'ambiente, del contenuto di umidità del materiale originario, nonché della tipologia delle

mancanze da riempire (profonde o superficiali).

L'impiego di leganti o additivi organici deve essere valutato tenendo conto sia della loro reattività nei confronti dell'ambiente circostante in cui viene impiegato (legislazione vigente) sia di una possibile interazione di tipo biologico.

Qualora, in casi assolutamente particolari (ad esempio stuccature dei supporti di dipinti murali staccati), sia necessario utilizzare leganti o additivi organici, si dovrà valutare la loro attività nei confronti dell'ambiente circostante nonché le possibili interazioni di tipo biologico.

**STUCCATURA**

**Metodologia di intervento:** stuccatura per la sigillatura delle fessurazioni; risarcimento delle mancanze e delle lacune.

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** lo strato applicato deve essere dello spessore necessario e sufficiente a proteggere la parte risarcita.

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** In unica soluzione a strati. Non devono essere completamente celati gli interventi precedenti

di restauro e manutenzione, lavorando sui trattamenti superficiali e sui livelli dei risarcimenti.

**Prodotto:** composizione delle malte: grassello di calce stagionata (sarà necessario utilizzare grassello ben stagionato, minimo 12 mesi; se non si avrà certezza sulla stagionatura si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione): una parte

Tipi di aggregato e granulometria: sabbia grigia: 1,5 parti;

grigio carnico: 0,5 parti;

giallo Verona, tipo 000: 0,5 parti;

bianco Verona tipo 000: 1 parte.

Parti in volume : 3 parti.

**EQUILIBRATURA CROMATICA**

Intervento di carattere pittorico finalizzato a ridurre il disturbo visivo causato da stuccature, sempre nel

pieno rispetto dello stato di conservazione dell'opera nel pieno rispetto delle esigenze estetiche e di lettura dell'opera.

L'intervento deve limitarsi strettamente alla zona da equilibrare, senza debordare. Il trattamento potrà tendere

a ridurre il disturbo visivo con procedimenti tecnici (velature a tono o sottotono) a seconda dell'entità e della localizzazione, ed in ogni caso sulla base di una attenta valutazione storico-critica. I materiali impiegati devono comunque garantire una facile rimozione senza rischi per i materiali costitutivi circostanti, la migliore stabilità chimico-fisica dei pigmenti e dei leganti e dunque la minore alterabilità nel tempo.

#### **SCIALBATURE E VELATURE**

**Metodologia di intervento:** lo scialbo viene utilizzato per alleggerire ed accompagnare tonalmente eventuali macchie, in modo da imitare e raccordarsi alla superficie limitrofa.

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** applicazione di velatura a più mani

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** con pennelli di setola, una o più applicazioni fino alla riduzione dell'interfaccia visiva.

**Prodotto:** Colori tipo ad acquerello

#### **PROTEZIONE SUPERFICIALE**

Interventi di carattere generalizzato a completamento delle operazioni di restauro da eseguire su tutta la superficie volto alla protezione della pellicola pittorica e al rallentamento del degrado.

#### **PROTEZIONE SUPERFICIALE**

**Morfologia del degrado:** da eseguirsi a completamento delle operazioni di restauro

**Metodologia di intervento:** il protettivo viene utilizzato per rallentare il processo di degrado del materiale.

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** applicazione a pennello

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** con pennelli di setola, una applicazione.

**Prodotto:** resine acriliche in soluzione

### **INTONACO DI CALCE E POZZOLANA**

#### **CONSOLIDAMENTO**

Lo scopo è quello di conferire all'intonaco di supporto valori di coesione sufficienti per una buona resistenza meccanica del materiale, e valori di adesione adeguati fra il supporto, gli strati di preparazione e le tinteggiature

originali, rendendo nel contempo l'insieme dei suddetti strati maggiormente resistente agli sforzi e alle tensioni provocate sia da eventi esterni che interni.

Si interviene con l'applicazione di prodotti consolidanti sulle zone interessate da fenomeni di mancanza di coesione.

Il ristabilimento della coesione e dell'adesione (consolidamento) potrà essere realizzato con prodotti inorganici

o organici sintetici, applicati per infiltrazione o per impregnazione.

Si dovrà valutare caso per caso la necessità di eseguire preventivamente le operazioni di pulitura degli strati superficiali (se eseguita prima della pulitura, per salvaguardare gli strati superficiali eventualmente in pericolo di distacco o di disgregazione, l'operazione è indicata con il termine "preconsolidamento").

Il consolidante e la metodologia di applicazione dovranno essere scelti in relazione alla caratterizzazione dei materiali costitutivi dell'intonaco di supporto, degli strati di preparazione e di tinteggiatura e al loro stato di conservazione, oltre che alle caratteristiche termoigrometriche dell'ambiente.

La scelta del prodotto non dovrà inoltre interferire negativamente, per quanto possibile, con le successive fasi di restauro, ad esempio la pulitura, né indurre fenomeni di alterazione ottica (alterazione cromatica - alterazione della brillantezza).

I prodotti dovranno presentare caratteristiche di permeabilità, penetrabilità, compatibilità con i materiali

costitutivi, di durabilità e di potenziale reversibilità, anche in relazione alle condizioni termoigrometriche del supporto e dell'ambiente.

Le caratteristiche di permeabilità che il prodotto conferisce alle zone trattate dovranno essere adeguate alla specifica situazione conservativa delle superfici.

La penetrabilità dovrà essere tale da consentire al prodotto scelto di raggiungere lo strato interessato evitando

che si arresti in superficie.

La compatibilità dovrà tenere conto delle proprietà meccaniche che il consolidante conferisce nelle zone da trattare, senza indurre caratteristiche di solidità eccessivamente difformi da quelle dei materiali originali in buono stato di conservazione.

Si richiede che tendenzialmente i materiali da adoperare non precludano trattamenti successivi e, pur considerando le note difficoltà nel rimuovere sostanze consolidanti penetrate nella struttura porosa di un materiale lapideo naturale o artificiale, siano reversibili in quanto tali.

#### **Avvertenze- Operazioni ausiliarie preliminari**

Ristabilimento di coesione di zone circoscritte: infiltrazioni localizzate in zone particolarmente disgregate, eseguite con resine acriliche in dispersione acquosa o in soluzione

Distacco di frammenti pericolanti: rimozione di frammenti staccati o pericolanti, con trascrizione della loro localizzazione sulle basi grafiche di mappatura degli interventi

Protezioni provvisorie: con fogli di alluminio opportunamente modellati o strisce di nastro adesivo.

Stuccature provvisorie: con malta di grassello e inerti a granulometria inferiore a 40 mesh, in proporzione 1:5; queste stuccature vanno rimosse al termine delle operazioni di pulitura e/o consolidamento (sarà necessario

utilizzare grassello ben stagionato, minimo 12 mesi; se non si avrà certezza sulla stagionatura si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione)

Altro: irrorazione delle superfici all'interno della frattura tramite iniezioni di acetone.

In caso di frammenti staccati o di spazio raggiungibile all'interno della fessura, stendere uno strato di isolamento

di resina acrilica in soluzione al 20% in acetone.

Rimozione delle stuccature circostanti.

#### **CONSOLIDAMENTO CON MALTA IDRAULICA**

**Morfologia del degrado:** distacco, erosione o dilavamento, frattura e fessurazione

**Metodologia di intervento:** applicazione per infiltrazione

**Modalità di esecuzione**

**Metodo di applicazione:** impregnazione /infiltrazione con malta idraulica da iniezione, colata attraverso la fessurazione o apposito foro.

**Strumenti per l'applicazione:** siringa

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** percolazione di piccole quantità fino a riempimento, applicazione unica, dopo bagnatura delle superfici del distacco.

Tecnica di rimozione del materiale in eccesso: ovatta e acqua.

**Prodotto:** consolidante idraulico per iniezione da miscelare con il 45% in peso di acqua

Solvente/emulsionante/diluente: acqua

#### **PULITURA DEGLI STRATI SUPERFICIALI**

Intervento su materiali non originali di varia natura (polveri incoerenti, vernici/ravvivanti, ridipinture, fissativi, scialbi, residui di stuccature ecc.) alterati o alteranti.

Scopo dell'operazione, che deve essere preceduta da precise valutazioni critiche e da indagini preliminari, è quello di riportare alla luce eventuali coloriture originali nascoste sotto le tinteggiature posteriori e di migliorare

la leggibilità e le condizioni conservative di tali superfici. La pulitura deve interessare solo i materiali da alleggerire o da rimuovere, senza causare l'alterazione o la perdita di strati del materiale originale, né di quelli non originali, ma storicamente significativi.

La pulitura interviene in generale su diverse categorie di materiali: resine naturali o sintetiche, proteine, polisaccaridi, grassi e oli, cere naturali o sintetiche, depositi di natura biologica, materiali inorganici di diversa costituzione. L'operazione si può effettuare con agenti chimici, chimico/fisici e biochimici (solventi, reattivi chimici ad azione debolmente alcalina, enzimi, tensioattivi) con mezzi meccanici (piccola attrezzatura tipo bisturi, pennelli di varie forme dimensioni e durezza, sistemi aeroabrasivi, ecc.), o, come di frequente, facendo ricorso ad entrambi i sistemi integrati. La scelta del metodo di pulitura è condizionata dalla natura dei materiali costituenti il manufatto.

In riferimento allo stato di conservazione dei materiali costitutivi dovrà essere valutata la necessità di eseguire preventivamente operazioni di consolidamento.

Il sistema e le sostanze impiegate devono poter essere facilmente controllabili in ogni momento e in ogni parte della superficie nonché svolgere un'azione selettiva e graduabile. Le caratteristiche del materiale prescelto

e le modalità della sua applicazione devono consentire un'azione limitata alla superficie, la facile rimozione senza ritenzione da parte dei materiali originali, la possibilità di controllare l'operazione al fine di evitare un'azione protratta nel tempo.

Si dovrà tenere conto anche della tossicità per l'operatore eliminando quelle sostanze di maggiore pericolosità e prevedendo dunque, in fase di progetto, scelte di prodotti che a parità di efficacia presentino meno rischi per il dipinto e per l'operatore. Si dovranno prevedere anche gli adeguati accorgimenti di protezione individuale e di smaltimento secondo le normative vigenti.

Si procede eseguendo saggi preliminari per mettere a punto il sistema giudicato ottimale in funzione del risultato ottenuto.

Si deve valutare preliminarmente e in corso d'opera la necessità di eseguire essenziali indagini scientifiche i cui referti vanno comparati ai dati acquisiti con l'esecuzione dei saggi. L'operazione della pulitura dovrà essere comunque sempre controllata per mezzo sia di strumenti ottici e, ove necessario, con tecniche diagnostiche.

Dovrà essere curata un'esauriente documentazione delle varie fasi operative (prima, durante, dopo) ed una accurata relazione che descriva il metodo e i materiali impiegati (qualità, quantità, tempi e modi di applicazione)

e le finalità critiche dell'intervento.

#### ***Avvertenze- Operazioni ausiliarie preliminari***

Ristabilimento di coesione di zone circoscritte: infiltrazioni localizzate in zone particolarmente disgregate, eseguite con resine acriliche in dispersione acquosa o in soluzione; (vedi Scheda per il consolidamento).

Distacco di frammenti pericolanti: rimozione di frammenti staccati o pericolanti, con trascrizione della loro localizzazione sulle basi grafiche di mappatura degli interventi e documentazione fotografica.

Stuccature provvisorie: con malta di grassello e inerti di granulometria inferiore a 40 mesh, in proporzione 1:5 (sarà necessario utilizzare grassello ben stagionato, minimo 12 mesi; se non si avrà certezza sulla stagionatura

si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione)

Altro: rimozione della polvere di deposito, da eseguire a secco solo su superfici in buone condizioni di coesione.

#### **PULITURA CON SEMPLICE RISCIAQUO**

**Morfologia del degrado:** alterazione cromatica, deposito superficiale.

**Metodologia di intervento:** rimozione chimico-fisica

**Modalità di esecuzione**

**Metodo di applicazione:** lavaggio

**Strumenti per l'applicazione:** con pennellesse o nebulizzatori manuali

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** applicazione unica.

Rimozione del prodotto: spazzolatura con spazzolini di plastica o setola di media durezza, e rimozione dei residui più resistenti con leggera azione meccanica manuale.

**Prodotto:** tensioattivo al 2% in acqua

Solvente/emulsionante/diluente: acqua

### **TRATTAMENTI DI DISINFEZIONE E DISINFESTAZIONE**

L'operazione è mirata alla prevenzione o alla eliminazione di attacchi biologici e può essere effettuata con varie metodologie. L'intervento consiste, nella maggior parte dei casi, in trattamenti con idonei prodotti biocidi da applicare sull'opera con metodi diversi in funzione dell'organismo da eliminare e dello stato di conservazione del materiale.

E' necessario selezionare il biocida più efficace nei confronti della specie biodeteriogenica in esame e valutare le concentrazioni ottimali per il trattamento.

I prodotti biocidi impiegati devono agire esclusivamente sugli agenti da eliminare senza interferire con gli aspetti cromatici e strutturali del materiale.

Il trattamento dovrà essere attentamente valutato per stabilire le dosi (quantità/superficie) più efficaci e le modalità di applicazione (spruzzo, pennello ecc.) in funzione degli organismi da eliminare e dello stato di conservazione delle superfici. Andrà privilegiato tra i biocidi quello che, oltre ad una specifica efficacia, possa garantire anche un'azione residuale nel tempo. Per impedire la rapida evaporazione della soluzione impiegata e prolungarne l'azione biocida, il manufatto può essere isolato schermando la superficie con un ausiliario (foglio di melinex o altro) che riduca gli scambi con l'esterno.

I formulati da utilizzare devono essere scelti in base a una specifica conoscenza del prodotto e corredati dalla scheda tecnica di sicurezza.

#### ***Avvertenze- Operazioni ausiliarie preliminari***

Distacco di frammenti pericolanti: rimozione di frammenti staccati o pericolanti, con trascrizione della loro localizzazione sulle basi grafiche di mappatura degli interventi.

Protezioni provvisorie: con fogli di alluminio o pellicola trasparente a ricoprire e proteggere frammenti o scagliature.

### **TRATTAMENTO DI DISINFEZIONE E DISINFESTAZIONE**

**Morfologia del degrado:** patina biologica, vegetazione, alterazione cromatica

**Metodologia di intervento:** chimica e meccanica

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** Trattamento Biocida e rimozione meccanica

**Strumenti di applicazione:** Pennello con imbibizione per percolamento, senza creare luoghi di ristagno del prodotto o siringhe.

#### **Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** pennello e siringa: numero di applicazioni: due; intervallo tra le applicazioni: 10 giorni; rimozione del biocida: lavaggio con acqua a spruzzo e leggera spazzolatura con spazzolini di plastica o di setola. Rimozione meccanica mediante stralcio manuale e con bisturi, specilli, scalpelli (strumenti da utilizzare nella rimozione manuale di residui di colonie tenacemente aderenti al substrato, non più vitali). Durante l'operazione assicurarsi che non creino fratture o distacchi di frammenti.

**Prodotto:** Biocida a base di composti di ammonio quaternario, diluizione al 2% in acqua.

Solvente/emulsionante/diluente: acqua.

### **STUCCATURA**

La stuccatura ha lo scopo di ripristinare la continuità delle superfici in presenza di fratture, fessure e mancanze.

Può avere anche carattere temporaneo ed essere limitata a ripristinare la continuità di livelli diversi.

L'operazione consiste nell'applicazione a mezzo spatola o pennello di un impasto idoneo e nella successiva lavorazione dello stesso al fine di ottenere la superficie desiderata e la realizzazione degli interventi di equilibratura cromatica o di trattamento delle lacune. Nel contempo la stuccatura può assicurare una protezione

dei margini delle lacune stesse.

I materiali utilizzati per le stucature dovranno essere scelti sulla base dell'omogeneità e della compatibilità con i materiali originali, al fine di evitare difformità di comportamento nel tempo e alterazioni alle parti con cui entrano in contatto. Si dovranno inoltre privilegiare i materiali che assicurino una migliore reversibilità

nel tempo e che presentino una resistenza meccanica lievemente inferiore a quella del materiale su cui vengono

applicate, nonché caratteristiche fisiche analoghe.

Le stuccature devono essere eseguite su superfici possibilmente pulite ed esenti da depositi incoerenti e che abbiano buone caratteristiche di compattezza e coesione. Le malte utilizzate per le stuccature non devono contenere sostanze dannose (per esempio sali solubili) ed essere applicate in modo da non provocare alterazioni

cromatiche sul materiale circostante.

L'intervento deve riguardare strettamente la zona da integrare senza debordare sulla superficie originale e prevedere l'impiego di un impasto costituito da un inerte e un adesivo rispettando opportune proporzioni, al fine di ottenere la necessaria porosità ed evitare dannose contrazioni in fase di essiccazione. La scelta del tipo di malta, la sua composizione e formulazione dovranno tenere conto delle condizioni termoigrometriche dell'ambiente, del contenuto di umidità del materiale originario, nonché della tipologia delle mancanze da riempire (profonde o superficiali).

#### **STUCCATURA**

**Morfologia del degrado:** frattura e fessurazione, lacuna

**Metodologia di intervento:** stuccatura per la sigillatura delle fessurazioni; risarcimento delle mancanze e delle lacune e microstuccatura per la protezione e il ripristino delle microlacune e risarcimento delle fessurazioni.

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** lo strato applicato deve essere dello spessore necessario e sufficiente a proteggere la parte risarcita, non vanno completamente celati gli interventi precedenti di restauro e manutenzione, lavorando sui trattamenti superficiali e sui livelli dei risarcimenti.

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** In unica soluzione a strati. Lo strato applicato deve essere dello spessore necessario e sufficiente a proteggere la parte risarcita.

**Prodotto:** Grassello di calce, sabbie e graniglie di varia colorazione e composizione.

(sarà necessario utilizzare grassello ben stagionato, minimo 12 mesi; se non si avrà certezza sulla stagionatura si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione)

Composizione delle malte: grassello di calce- graniglie 1:2 – 1:3

#### **EQUILIBRATURA CROMATICA**

Intervento di carattere pittorico finalizzato a ridurre il disturbo visivo causato dalle lacune temperando, sempre nel pieno rispetto della stesura pittorica originale, le esigenze estetiche e di lettura delle superfici. L'intervento deve limitarsi strettamente alla zona da integrare, senza debordare. In linea generale si deve introdurre una qualche forma di differenziazione tra la stesura superficiale originale e quella di restauro, in modo tale che quest'ultima sia riconoscibile almeno ad un esame ravvicinato. La reintegrazione potrà tendere a ridurre il disturbo visivo con procedimenti tecnici (velature a tono o sottotono) a seconda dell'entità e della localizzazione, ed in ogni caso sulla base di una attenta valutazione storico-critica. I materiali impiegati devono comunque garantire una facile rimozione senza rischi per i materiali costitutivi circostanti, la migliore stabilità chimico-fisica dei pigmenti e dei leganti e dunque la minore alterabilità nel tempo.

#### **SCIALBATURE E VELATURE**

**Morfologia del degrado:** erosione e dilavamento, lacuna

**Metodologia di intervento:** lo scialbo viene utilizzato per alleggerire ed accompagnare tonalmente eventuali macchie, in modo da imitare e raccordarsi alla superficie limitrofa.

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** applicazione di velatura a più mani

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** con pennelli di setola, una o più applicazioni fino alla riduzione dell'interfaccia visiva.

**Prodotto:** Latte di calce pigmentato con colori ad acquerello

Solvente/emulsionante: acqua

#### **PROTEZIONE SUPERFICIALE**

Interventi di carattere generalizzato a completamento delle operazioni di restauro da eseguire su tutta la superficie volto alla protezione della pietra e al rallentamento del degrado.

#### **PROTEZIONE SUPERFICIALE**

**Morfologia del degrado:** da eseguirsi a completamento delle operazioni di restauro

**Metodologia di intervento:** il protettivo viene utilizzato per rallentare il processo di degrado del materiale.

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** applicazione a pennello

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** con pennelli di setola, una applicazione.

**Prodotto:** resine acriliche in soluzione.

### **MURATURA IN MATTONI FACCIAVISTA**

#### **CONSOLIDAMENTO**

Lo scopo è quello di conferire al materiale valori di coesione sufficienti a garantire una buona resistenza meccanica, rendendolo maggiormente resistente agli sforzi e alle tensioni provocate da eventi sia esterni, sia interni.

Si interviene con l'applicazione di prodotti consolidanti sulle zone interessate da fenomeni di mancanza di coesione. Il ristabilimento della coesione (consolidamento) potrà essere realizzato con prodotti inorganici, organici sintetici applicati per infiltrazione o per impregnazione.

Si dovrà valutare caso per caso la necessità di eseguire preventivamente le operazioni di pulitura degli strati superficiali.

Il consolidante e la metodologia di applicazione dovranno essere scelti in relazione alla caratterizzazione del materiale, al suo stato di conservazione e alle caratteristiche termoigrometriche dell'ambiente.

La scelta del prodotto non dovrà inoltre interferire negativamente, per quanto possibile, con le successive fasi di restauro, ad esempio la pulitura, né indurre fenomeni di alterazione ottica o alterazione cromatica.

I prodotti dovranno presentare caratteristiche di permeabilità, penetrabilità, compatibilità con i materiali costitutivi, di durabilità e di potenziale reversibilità, anche in relazione alle condizioni termoigrometriche del supporto e dell'ambiente.

Le caratteristiche di permeabilità che il prodotto conferisce alle zone trattate dovranno essere adeguate alla specifica situazione conservativa delle superfici.

La penetrabilità dovrà essere tale da consentire al prodotto scelto di raggiungere lo strato interessato evitando

che si arresti in superficie.

La compatibilità dovrà tenere conto delle proprietà meccaniche che il consolidante conferisce nelle zone da trattare senza indurre caratteristiche di solidità eccessivamente difformi da quelle dei materiali originali in buono stato di conservazione.

Si richiede che tendenzialmente i materiali da adoperare non precludano trattamenti successivi e, pur considerando le note difficoltà nel rimuovere sostanze consolidanti penetrate nella struttura porosa del materiale

lapideo naturale o artificiale, siano reversibili in quanto tali.

#### **PULITURA**

Intervento su materiali non originali di varia natura (polveri incoerenti, vernici/ravvivanti, ridipinture, fissativi, scialbi, residui di stuccature, ecc.) alterati o alteranti.

Scopo dell'operazione, che deve essere preceduta da precise valutazioni critiche e da indagini preliminari, è quello di migliorare la leggibilità, le condizioni conservative delle superfici e rendere più omogenee e ricettive le superfici ai trattamenti successivi. La pulitura deve interessare solo i materiali da alleggerire o da rimuovere senza causare la perdita di strati pur minimi del materiale, né degli stati soprammessi originali o individuati come storicamente significativi.

Non deve produrre modifiche sensibili alle caratteristiche originali del materiale, né rimuovere quelle alterazioni

superficiali che, prodottesi naturalmente, costituiscano la "patina" del tempo, non deturpino

l'aspetto del manufatto, né lo mettano a rischio di degrado.

La pulitura interviene su diverse categorie di materiali: resine naturali o sintetiche, proteine, polisaccaridi, grassi e oli, cere naturali o sintetiche, depositi di natura biologica, materiali inorganici di diversa costituzione. L'operazione si può effettuare con agenti chimici, chimico/fisici e biochimici (solventi, reattivi chimici ad azione debolmente alcalina, enzimi, tensioattivi) con mezzi meccanici (piccola attrezzatura tipo bisturi, pennelli di varie forme dimensioni e durezza ecc.) o, come di frequente, facendo ricorso a sistemi integrati. La scelta del metodo di pulitura è condizionata dalla natura dei materiali costituenti il manufatto.

In riferimento allo stato di conservazione dei materiali costitutivi dovrà essere valutata la necessità di eseguire preventivamente operazioni di consolidamento.

Il sistema e le sostanze impiegate devono poter essere facilmente controllabili in ogni momento e in ogni parte della superficie nonché svolgere un'azione selettiva e graduabile. Le caratteristiche del materiale prescelto

e le modalità della sua applicazione devono consentire un'azione limitata alla superficie, la facile rimozione senza ritenzione da parte dei materiali originali, la possibilità di controllare l'operazione al fine di evitare un'azione protratta nel tempo.

Si dovrà tenere conto anche della tossicità per l'operatore, eliminando le sostanze di maggiore pericolosità e prevedendo dunque, in fase di progetto, scelte di prodotti che a parità di efficacia presentino meno rischi per il dipinto e per l'operatore. Si dovranno prevedere anche gli adeguati accorgimenti di protezione individuale

e di smaltimento secondo le normative vigenti.

Si procede eseguendo saggi preliminari per mettere a punto il sistema giudicato ottimale in funzione del risultato ottenuto.

Si deve valutare preliminarmente e in corso d'opera la necessità di eseguire indagini scientifiche i cui referti vanno comparati ai dati acquisiti con l'esecuzione dei saggi. L'operazione della pulitura dovrà essere comunque

sempre controllata per mezzo sia di strumenti ottici sia, ove necessario, di tecniche diagnostiche e/o tecniche analitiche.

Dovrà essere curata un'esauriente documentazione delle varie fasi operative (prima, durante, dopo) ed un'accurata relazione, che descriva il metodo e i materiali impiegati (qualità, quantità, tempi e modi di applicazione) e le finalità critiche dell'intervento.

#### **PULITURA MECCANICA CON STRUMENTI MANUALI**

**Morfologia del degrado:** incrostazione, crosta, alterazione cromatica, deposito superficiale, efflorescenza

**Metodologia di intervento:** rimozione meccanica

**Modalità di esecuzione**

**Metodi di applicazione:** Pulitura meccanica

**Strumenti di applicazione:** bisturi a lama fissa e intercambiabile, specilli

**Applicazione**

**Modalità e tempi:**

- Azionamento: manuale

- Modalità d'uso: da utilizzare per rimuovere residui delle puliture chimiche o chimico-fisiche, frammenti pericolanti di stuccature, incrostazioni calcaree debolmente coerenti, patine biologiche, residui di scialbature.

#### **TRATTAMENTI DI DISINFEZIONE E DISINFESTAZIONE**

L'operazione è mirata alla prevenzione o alla eliminazione di attacchi biologici e può essere effettuata con varie metodologie. L'intervento consiste, nella maggior parte dei casi, in trattamenti con idonei prodotti biocidi da applicare sull'opera con metodi diversi in funzione dell'organismo da eliminare e dello stato di conservazione del materiale.

E' necessario selezionare il biocida più efficace nei confronti della specie biodeteriogenica in esame e valutare le concentrazioni ottimali per il trattamento (cfr Normal 38/93).

I prodotti biocidi impiegati devono agire esclusivamente sugli agenti da eliminare senza interferire con gli aspetti cromatici e strutturali del materiale stesso. Il trattamento dovrà essere attentamente valutato per stabilire le dosi (quantità/superficie) più efficaci e le modalità di applicazione in funzione degli organismi

da eliminare e dello stato di conservazione delle superfici. Andrà privilegiato tra i biocidi quello che, oltre ad una specifica efficacia, possa garantire anche un'azione residuale nel tempo. Per impedire la rapida evaporazione della soluzione impiegata e prolungarne l'azione biocida, il manufatto può essere isolato schermato la superficie con un ausiliario (foglio di melinex o altro) che riduca gli scambi con l'esterno. I formulati da utilizzare devono essere scelti in base a una specifica conoscenza del prodotto e corredati dalla scheda tecnica di sicurezza.

#### **Avvertenze- Operazioni ausiliarie preliminari**

Distacco di frammenti pericolanti: rimozione di frammenti staccati o pericolanti, con trascrizione della loro localizzazione sulle basi grafiche di mappatura degli interventi.

Protezioni provvisorie: con fogli di alluminio o pellicola trasparente a ricoprire e proteggere frammenti o scagliature.

#### **TRATTAMENTO DI DISINFEZIONE E DISINFESTAZIONE**

**Morfologia del degrado:** patina biologica, vegetazione, alterazione cromatica

**Metodologia di intervento:** chimica e meccanica

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** Trattamento Biocida e rimozione meccanica

**Strumenti di applicazione:** Pennello con imbibizione per percolamento, senza creare luoghi di ristagno del prodotto. Spruzzo con nebulizzatore manuale. Impacco con applicazione di compresse di cotone imbibite di soluzione biocida, applicate in quelle zone dove, dopo la pulitura, appaiono colonie ancora vitali.

L'impacco, coperto con foglio di alluminio, deve rimanere a contatto della superficie per qualche ora.

#### **Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** pennello e spruzzo: numero di applicazioni: due; intervallo tra le applicazioni: 10 giorni; rimozione del biocida: lavaggio con acqua a spruzzo e leggera spazzolatura con spazzolini di plastica o di setola.

Impacco: numero di applicazioni: una; rimozione del biocida: lavaggio con acqua a spruzzo e leggera spazzolatura

con spazzolini di plastica o di setola.

Rimozione meccanica mediante stralcio manuale e con bisturi, specilli, scalpelli. Strumenti da utilizzare nella rimozione manuale di residui di colonie tenacemente aderenti al substrato, non più vitali. Durante l'operazione assicurarsi che non creino fratture o distacchi di frammenti.

**Prodotto:** Biocida a base di composti di ammonio quaternario, diluizione al 2% in acqua.

Solvente/emulsionante/diluente: acqua.

#### **STUCCATURA**

La stuccatura ha lo scopo di ripristinare la continuità delle superfici in presenza di fratture, fessure e mancanze.

Può avere anche carattere temporaneo ed essere limitata a ripristinare la continuità di livelli diversi.

L'operazione consiste nell'applicazione di un impasto idoneo e nella successiva lavorazione dello stesso al fine di ottenere la superficie desiderata.

I materiali utilizzati per le stucature dovranno essere scelti sulla base dell'omogeneità e della compatibilità con i materiali originali, al fine di evitare difformità di comportamento nel tempo e alterazioni alle parti con cui entrano in contatto. Si dovranno inoltre privilegiare i materiali che assicurino una migliore reversibilità nel tempo e che presentino una resistenza meccanica lievemente inferiore a quella del materiale su cui vengono

applicate, nonché caratteristiche fisiche analoghe.

Le stucature devono essere eseguite su superfici possibilmente pulite ed esenti da depositi incoerenti e che abbiano buone caratteristiche di compattezza e coesione. Le malte utilizzate per le stucature non devono contenere sostanze dannose (per es. sali solubili) e devono essere applicate in modo da non provocare alterazioni

cromatiche sul materiale circostante.

La scelta del tipo di malta, ovvero della sua composizione e formulazione, dovrà tenere conto delle condizioni termoigrometriche dell'ambiente, del contenuto di umidità del materiale originario, nonché della tipologia

delle mancanze da riempire (profonde o superficiali).

L'impiego di leganti o additivi organici deve essere valutato tenendo conto sia della loro reattività nei confronti dell'ambiente circostante in cui viene impiegato (legislazione vigente), sia di una possibile interazione di tipo biologico.

Qualora, in casi assolutamente particolari, sia necessario utilizzare leganti o additivi organici, si dovrà valutare la loro attività nei confronti dell'ambiente circostante, nonché le possibili interazioni di tipo biologico.

#### **RIPRESA GIUNTI E RISARCITURA LACUNE**

**Morfologia del degrado:** erosione o dilavamento, mancanza, frattura e fessurazione, scagliatura.

**Metodologia di intervento:** ripresa della stilatura dei giunti con scarnitura delle vecchie malte, stuccatura delle connessioni con malte adeguate previ saggi, riconfigurazione di porzioni di paramento con materiali e tecniche conformi alle originali- inclusa la pulitura di eventuali residui

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** lo strato applicato deve essere dello spessore necessario e sufficiente a integrare e proteggere la parte risarcita.

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** In unica soluzione.

**Prodotto:** Grassello di calce (sarà necessario utilizzare grassello ben stagionato, minimo 12 mesi; se non si avrà certezza sulla stagionatura si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione) e cocchiopesto. Elementi di laterizio antico.

Composizione delle malte: grassello di calce- cocchiopesto 1:3

#### **EQUILIBRATURA CROMATICA**

Intervento di carattere pittorico finalizzato a ridurre il disturbo visivo causato o da stuccature, sempre nel pieno rispetto dello stato di conservazione dell'opera nel pieno rispetto delle esigenze estetiche e di lettura dell'opera.

L'intervento deve limitarsi strettamente alla zona da equilibrare, senza debordare. Il trattamento potrà tendere

a ridurre il disturbo visivo con procedimenti tecnici (velature a tono o sottotono) a seconda dell'entità e della localizzazione, ed in ogni caso sulla base di una attenta valutazione storico-critica. I materiali impiegati devono comunque garantire una facile rimozione senza rischi per i materiali costitutivi circostanti, la migliore stabilità chimico-fisica dei pigmenti e dei leganti e dunque la minore alterabilità nel tempo.

#### **PROTEZIONE SUPERFICIALE**

Interventi di carattere generalizzato a completamento delle operazioni di restauro da eseguire su tutta la superficie volta alla protezione della pietra e al rallentamento del degrado.

#### **PROTEZIONE SUPERFICIALE**

**Morfologia del degrado:** da eseguirsi a completamento delle operazioni di restauro

**Metodologia di intervento:** il protettivo viene utilizzato per rallentare il processo di degrado del materiale.

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** applicazione a pennello

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** con pennelli di setola, una applicazione.

**Prodotto:**resine acriliche in soluzione

#### **RESTAURO STUCCHI**

#### **CONSOLIDAMENTO**

Lo scopo è quello di conferire valori di coesione sufficienti per una buona resistenza meccanica del materiale, rendendolo maggiormente resistente agli sforzi e alle tensioni provocate sia da eventi esterni che interni. Si interviene con l'applicazione di prodotti consolidanti sulle zone interessate da fenomeni di mancanza di coesione.

Il ristabilimento della coesione (consolidamento) potrà essere realizzato con prodotti inorganici o organici

sintetici, applicati per infiltrazione o per impregnazione.

Si dovrà valutare caso per caso la necessità di eseguire preventivamente le operazioni di pulitura degli strati superficiali.

Il consolidante e la metodologia di applicazione dovranno essere scelti in relazione alla caratterizzazione del materiale, al suo stato di conservazione e alle caratteristiche termometriche dell'ambiente.

La scelta del prodotto non dovrà inoltre interferire negativamente, per quanto possibile, con le successive fasi di restauro, ad esempio la pulitura, né indurre fenomeni di alterazione ottica (alterazione cromatica - alterazione della brillantezza).

I prodotti dovranno presentare caratteristiche di permeabilità, penetrabilità, compatibilità con i materiali costitutivi, di durabilità e di potenziale reversibilità, anche in relazione alle condizioni termometriche del supporto e dell'ambiente.

Le caratteristiche di permeabilità che il prodotto conferisce alle zone trattate dovranno essere adeguate alla specifica situazione conservativa delle superfici.

La penetrabilità dovrà essere tale da consentire al prodotto scelto di raggiungere lo strato interessato evitando

che si arresti in superficie.

La compatibilità dovrà tenere conto delle proprietà meccaniche che il consolidante conferisce nelle zone da trattare senza indurre caratteristiche di solidità eccessivamente difformi da quelle dei materiali originali in buono stato di conservazione.

Si richiede che tendenzialmente i materiali da adoperare non precludano trattamenti successivi e, pur considerando

le note difficoltà nel rimuovere sostanze consolidanti penetrate nella struttura porosa di un materiale lapideo naturale o artificiale, siano reversibili in quanto tali.

#### **Avvertenze- Operazioni ausiliarie preliminari**

Ristabilimento di coesione di zone circoscritte: infiltrazioni localizzate in zone particolarmente disgregate, eseguite con resine acriliche in dispersione acquosa o in soluzione.

Distacco di frammenti pericolanti: rimozione di frammenti staccati o pericolanti, con trascrizione della loro localizzazione sulle basi grafiche di mappatura degli interventi

Protezioni provvisorie: con fogli di alluminio opportunamente modellati, o strisce di nastro adesivo.

Stucature provvisorie: con malta di grassello e inerti a granulometria inferiore a 40 mesh, in proporzione 1:5; queste stucature vanno rimosse al termine delle operazioni di pulitura e/o consolidamento (sarà necessario

utilizzare grassello ben stagionato, minimo 12 mesi; se non si avrà certezza sulla stagionatura si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione)

Altro: irrorazione delle superfici all'interno della frattura tramite iniezioni di acetone.

Rimozione delle stucature circostanti.

#### **CONSOLIDAMENTO CON MALTA IDRAULICA**

**Morfologia del degrado:** distacco, erosione o dilavamento, frattura e fessurazione

**Metodologia di intervento:** applicazione per infiltrazione

**Modalità di esecuzione**

**Metodo di applicazione:** impregnazione /infiltrazione con malta idraulica da iniezione, adesivi o adesivi/riempitivi colata attraverso la fessurazione o apposito foro.

**Strumenti per l'applicazione:** siringa

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** percolazione di piccole quantità fino a riempimento, applicazione unica, dopo bagnatura delle superfici del distacco.

Tecnica di rimozione del materiale in eccesso: ovatta e acqua.

**Prodotto:** consolidante idraulico per iniezione

Solvente/emulsionante/diluente: acqua

#### **PULITURA DEGLI STRATI SUPERFICIALI**

Intervento su materiali non originali di varia natura (polveri incoerenti, vernici/ravvivanti, ridipinture, fissativi, scialbi, residui di stucature ecc.) alterati o alteranti.

Scopo dell'operazione, che deve essere preceduta da precise valutazioni critiche e da indagini preliminari, è quello di riportare alla luce le superfici originali degli stucchi, nascoste sotto le tinteggiature posteriori, e di migliorarne la leggibilità e le condizioni conservative. La pulitura deve interessare solo i materiali da alleggerire o da rimuovere, senza causare l'alterazione o la perdita di strati del materiale originale, né di quelli non originali, ma storicamente significativi.

La pulitura interviene in generale su diverse categorie di materiali: resine naturali o sintetiche, proteine, polisaccaridi, grassi e oli, cere naturali o sintetiche, depositi di natura biologica, materiali inorganici di diversa costituzione. L'operazione si può effettuare con agenti chimici, chimico/fisici e biochimici (solventi, reattivi chimici ad azione debolmente alcalina, enzimi, tensioattivi) con mezzi meccanici (piccola attrezzatura tipo bisturi, pennelli di varie forme dimensioni e durezza, sistemi aeroabrasivi, ecc.) o, come di frequente, facendo ricorso ad entrambi i sistemi integrati. La scelta del metodo di pulitura è condizionata dalla natura dei materiali costituenti il manufatto.

In riferimento allo stato di conservazione dei materiali costitutivi dovrà essere valutata la necessità di eseguire preventivamente operazioni di consolidamento.

Il sistema e le sostanze impiegate devono poter essere facilmente controllabili in ogni momento e in ogni parte della superficie nonché svolgere un'azione selettiva e graduabile. Le caratteristiche del materiale prescelto

e le modalità della sua applicazione devono consentire un'azione limitata alla superficie, la facile rimozione senza ritenzione da parte dei materiali originali, la possibilità di controllare l'operazione al fine di evitare un'azione protratta nel tempo.

Si dovrà tenere conto anche della tossicità per l'operatore eliminando quelle sostanze di maggiore pericolosità e prevedendo dunque, in fase di progetto, scelte di prodotti che a parità di efficacia presentino meno rischi per il dipinto e per l'operatore. Si dovranno prevedere anche gli adeguati accorgimenti di protezione individuale e di smaltimento secondo le normative vigenti.

Si procede eseguendo saggi preliminari per mettere a punto il sistema giudicato ottimale in funzione del risultato ottenuto.

Si deve valutare preliminarmente e in corso d'opera la necessità di eseguire essenziali indagini scientifiche i cui referti vanno comparati ai dati acquisiti con l'esecuzione dei saggi. L'operazione della pulitura dovrà essere comunque sempre controllata per mezzo sia di strumenti ottici e, ove necessario, con tecniche diagnostiche.

Dovrà essere curata un'esauriente documentazione delle varie fasi operative (prima, durante, dopo) ed una accurata relazione che descriva il metodo e i materiali impiegati (qualità, quantità, tempi e modi di applicazione)

e le finalità critiche dell'intervento.

#### ***Avvertenze- Operazioni ausiliarie preliminari***

Ristabilimento di coesione di zone circoscritte: infiltrazioni localizzate in zone particolarmente disgregate, eseguite con resine acriliche in dispersione acquosa o in soluzione.

Distacco di frammenti pericolanti: rimozione di frammenti staccati o pericolanti, con trascrizione della loro localizzazione sulle basi grafiche di mappatura degli interventi e documentazione fotografica.

Stuccature provvisorie: con malta di grassello e inerti di granulometria inferiore a 40 mesh, in proporzione 1:5 (sarà necessario utilizzare grassello ben stagionato, minimo 12 mesi; se non si avrà certezza sulla stagionatura si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione).

#### **PULITURA A SECCO**

**Morfologia del degrado:** vegetazione, alterazione cromatica, incrostazione, deposito superficiale, efflorescenza, patina biologica

**Metodologia di intervento:** rimozione meccanica

**Modalità di esecuzione**

**Metodo di applicazione:** rimozione a secco

**Strumenti per l'applicazione:** con pennelli, spazzole, aspirapolvere, spugne o gomme di diversa durezza

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** applicazione unica.

#### **PULITURA CON ACQUA E ARIA**

**Morfologia del degrado:** vegetazione, alterazione cromatica, incrostazione, deposito superficiale, efflorescenza, patina biologica.

**Metodologia di intervento:** pulitura chimico-fisica

**Modalità di esecuzione**

**Metodo di applicazione:** lavaggio

**Strumenti per l'applicazione:** impianto di nebulizzazione per aria e acqua (pressione 2 atm)

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** da una a tre applicazioni.

Metodo di rimozione: spazzolatura con spazzolini di plastica o setola di media durezza, e rimozione dei residui più resistenti con leggera azione meccanica manuale.

**Prodotto:** tensioattivo al 2% in acqua

Solvente/emulsionante/diluente: acqua

#### **PULITURA CON SALI INORGANICI**

**Morfologia del degrado:** alterazione cromatica, incrostazione, efflorescenza.

**Metodologia di intervento:** rimozione chimico-fisica

**Modalità di esecuzione**

**Metodo di applicazione:** Impacchi

**Strumenti di applicazione:** impacchi di carta giapponese e polpa di cellulosa.

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** da una a tre applicazioni: impacco con la soluzione, seguito da risciacquo con acqua eseguito con le medesime modalità operative, per la rimozione di ogni residuo.

Metodo di rimozione: spazzolatura con spazzolini di plastica o setola di media durezza, e rimozione dei residui più resistenti con leggera azione meccanica manuale.

**Prodotto:** soluzione satura di Sali inorganici

Solvente/emulsionante/diluente: acqua.

#### **PULITURA MECCANICA CON STRUMENTI MANUALI**

**Morfologia del degrado:** alterazione cromatica, incrostazione, deposito superficiale, efflorescenza.

**Metodologia di intervento:** rimozione meccanica

**Modalità di esecuzione**

Rimozione meccanica manuale

**Strumenti di applicazione:** bisturi a lama fissa e intercambiabile, specilli.

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** da utilizzare per rimuovere scialbature e residui delle puliture chimiche o chimicofisiche, frammenti pericolanti di stuccature, incrostazioni debolmente coerenti.

#### **EQUILIBRATURA CROMATICA**

Intervento di carattere pittorico finalizzato a ridurre il disturbo visivo causato dalle lacune temperando, sempre nel pieno rispetto della stesura pittorica originale, le esigenze estetiche e di lettura delle superfici. L'intervento deve limitarsi strettamente alla zona da integrare, senza debordare. In linea generale si deve introdurre una qualche forma di differenziazione tra la stesura superficiale originale e quella di restauro, in modo tale che quest'ultima sia riconoscibile almeno ad un esame ravvicinato. La reintegrazione potrà tendere a ridurre il disturbo visivo con procedimenti tecnici (velature a tono o sottotono) a seconda dell'entità e della localizzazione, ed in ogni caso sulla base di una attenta valutazione storico-critica. I materiali impiegati devono comunque garantire una facile rimozione senza rischi per i materiali costitutivi circostanti, la migliore stabilità chimico-fisica dei pigmenti e dei leganti e dunque la minore alterabilità nel tempo.

#### **SCIALBATURE E VELATURE**

**Morfologia del degrado:** lacuna

**Metodologia di intervento:** lo scialbo viene utilizzato per alleggerire ed accompagnare tonalmente eventuali macchie, in modo da imitare e raccordarsi alla superficie limitrofa.

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** applicazione di velatura a più mani

### **Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** con pennelli di setola, una o più applicazioni fino alla riduzione dell'interfaccia visiva.

**Prodotto:** Latte di calce pigmentato con colori ad acquerello

Solvente/emulsionante: acqua

### **PROTEZIONE SUPERFICIALE**

Interventi di carattere generalizzato a completamento delle operazioni di restauro da eseguire su tutta la superficie volto alla protezione della pietra e al rallentamento del degrado.

### **PROTEZIONE SUPERFICIALE**

**Morfologia del degrado:** da eseguirsi a completamento delle operazioni di restauro

**Metodologia di intervento:** il protettivo viene utilizzato per rallentare il processo di degrado del materiale.

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** applicazione a pennello

### **Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** con pennelli di setola, una applicazione.

**Prodotto:** resine acriliche in soluzione

### **TRATTAMENTI DI DISINFEZIONE E DISINFESTAZIONE**

L'operazione è mirata alla prevenzione o alla eliminazione di attacchi biologici e può essere effettuata con varie metodologie. L'intervento consiste, nella maggior parte dei casi, in trattamenti con idonei prodotti biocidi da applicare sull'opera con metodi diversi in funzione dell'organismo da eliminare e dello stato di conservazione del materiale lapideo.

E' necessario selezionare il biocida più efficace nei confronti della specie biodeteriogenica in esame e valutare le concentrazioni ottimali per il trattamento (cfr Normal 38/93).

I prodotti biocidi impiegati devono agire esclusivamente sugli agenti da eliminare senza interferire con gli aspetti cromatici e strutturali del materiale lapideo. Vanno rispettate durante e dopo l'operazione le norme di sicurezza per gli addetti.

Il trattamento dovrà essere attentamente valutato per stabilire le dosi (quantità/superficie) più efficaci e le modalità di applicazione (spruzzo, pennello ecc.) in funzione degli organismi da eliminare e dello stato di conservazione delle superfici. Andrà privilegiato tra i biocidi quello che, oltre ad una specifica efficacia, possa garantire anche un'azione residuale nel tempo. Per impedire la rapida evaporazione della soluzione impiegata e prolungarne l'azione biocida, il manufatto può essere isolato schermando la superficie con un ausiliario (foglio di melinex o altro) che riduca gli scambi con l'esterno.

I formulati da utilizzare devono essere scelti in base a una specifica conoscenza del prodotto e corredati dalla scheda tecnica di sicurezza.

### **Avvertenze- Operazioni ausiliarie preliminari**

Distacco di frammenti pericolanti: rimozione di frammenti staccati o pericolanti, con trascrizione della loro localizzazione sulle basi grafiche di mappatura degli interventi.

Protezioni provvisorie: con fogli di alluminio o pellicola trasparente a ricoprire e proteggere frammenti o scagliature.

### **TRATTAMENTO DI DISINFEZIONE E DISINFESTAZIONE**

**Morfologia del degrado:** patina biologica, vegetazione

**Metodologia di intervento:** chimica e meccanica

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** Trattamento Biocida e rimozione meccanica

**Strumenti di applicazione:** Pennello con imbibizione per percolamento, senza creare luoghi di ristagno del prodotto. Spruzzo con nebulizzatore manuale. Impacco con applicazione di compresse di cotone imbibite di soluzione biocida, applicate in quelle zone dove, dopo la pulitura, appaiono colonie ancora vitali.

L'impacco, coperto con foglio di alluminio, deve rimanere a contatto della superficie per qualche ora.

### **Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** pennello e spruzzo: numero di applicazioni: due; intervallo tra le applicazioni: 10 giorni; rimozione del biocida: lavaggio con acqua a spruzzo e leggera spazzolatura con spazzolini di plastica o di

setola.

Impacco: numero di applicazioni: una; rimozione del biocida: lavaggio con acqua a spruzzo e leggera spazzolatura con spazzolini di plastica o di setola.

Rimozione meccanica mediante stralcio manuale e con bisturi, specilli, scalpelli. Strumenti da utilizzare nella rimozione manuale di residui di colonie tenacemente aderenti al substrato, non più vitali. Durante l'operazione assicurarsi che non creino fratture o distacchi di frammenti.

**Prodotto:** Biocida a base di composti di ammonio quaternario, diluizione al 2% in acqua.

Solvente/emulsionante/diluente: acqua.

## **MATERIALI LAPIDEI**

### **CONSOLIDAMENTO**

Lo scopo è quello di conferire al materiale lapideo valori di coesione sufficienti a garantire una buona resistenza

meccanica, rendendolo maggiormente resistente agli sforzi e alle tensioni provocate da eventi sia esterni, sia interni.

Si interviene con l'applicazione di prodotti consolidanti sulle zone interessate da fenomeni di mancanza di coesione. Il ristabilimento della coesione (consolidamento) potrà essere realizzato con prodotti inorganici, organici sintetici applicati per infiltrazione o per impregnazione.

Si dovrà valutare caso per caso la necessità di eseguire preventivamente le operazioni di pulitura degli strati superficiali (se le operazioni di pulitura sono effettuate successivamente, si parla di preconsolidamento).

Il consolidante e la metodologia di applicazione dovranno essere scelti in relazione alla caratterizzazione del materiale lapideo, al suo stato di conservazione e alle caratteristiche termoigrometriche dell'ambiente.

La scelta del prodotto non dovrà inoltre interferire negativamente, per quanto possibile, con le successive fasi di restauro, ad esempio la pulitura, né indurre fenomeni di alterazione ottica o alterazione cromatica – (alterazione della brillantezza).

I prodotti dovranno presentare caratteristiche di permeabilità, penetrabilità, compatibilità con i materiali costitutivi, di durabilità e di potenziale reversibilità, anche in relazione alle condizioni termoigrometriche del supporto e dell'ambiente.

Le caratteristiche di permeabilità che il prodotto conferisce alle zone trattate dovranno essere adeguate alla specifica situazione conservativa delle superfici.

La penetrabilità dovrà essere tale da consentire al prodotto scelto di raggiungere lo strato interessato evitando

che si arresti in superficie.

La compatibilità dovrà tenere conto delle proprietà meccaniche che il consolidante conferisce nelle zone da trattare senza indurre caratteristiche di solidità eccessivamente difformi da quelle dei materiali originali in buono stato di conservazione.

Si richiede che tendenzialmente i materiali da adoperare non precludano trattamenti successivi e, pur considerando le note difficoltà nel rimuovere sostanze consolidanti penetrate nella struttura porosa del materiale

lapideo naturale o artificiale, siano reversibili in quanto tali.

### **PULITURA DEGLI STRATI SUPERFICIALI**

Intervento su materiali non originali di varia natura (polveri incoerenti, vernici/ravvivanti, ridipinture, fissativi, scialbi, residui di stuccature, ecc.) alterati o alteranti.

Scopo dell'operazione, che deve essere preceduta da precise valutazioni critiche e da indagini preliminari, è quello di migliorare la leggibilità, le condizioni conservative delle superfici lapidee e rendere più omogenee e ricettive le superfici ai trattamenti successivi. La pulitura deve interessare solo i materiali da alleggerire o da rimuovere senza causare la perdita di strati pur minimi del materiale lapideo, né degli strati sovrapposti originali o individuati come storicamente significativi.

Non deve produrre modifiche sensibili alle caratteristiche originali del materiale, né rimuovere quelle alterazioni

superficiali che, prodottesi naturalmente, costituiscano la "patina" del tempo, non deturpino

l'aspetto del manufatto, né lo mettano a rischio di degrado.

La pulitura interviene su diverse categorie di materiali: resine naturali o sintetiche, proteine, polisaccaridi, grassi e oli, cere naturali o sintetiche, depositi di natura biologica, materiali inorganici di diversa costituzione. L'operazione si può effettuare con agenti chimici, chimico/fisici e biochimici (solventi, reattivi chimici ad azione debolmente alcalina, enzimi, tensioattivi) con mezzi meccanici (piccola attrezzatura tipo bisturi, pennelli di varie forme dimensioni e durezza, sistemi aeroabrasivi, ecc.) o, come di frequente, facendo ricorso a sistemi integrati.

La scelta del metodo di pulitura è condizionata dalla natura dei materiali costituenti il manufatto.

In riferimento allo stato di conservazione dei materiali costitutivi dovrà essere valutata la necessità di eseguire preventivamente operazioni di consolidamento (vedi voce "Consolidamento").

Il sistema e le sostanze impiegate devono poter essere facilmente controllabili in ogni momento e in ogni parte della superficie nonché svolgere un'azione selettiva e graduabile. Le caratteristiche del materiale prescelto

e le modalità della sua applicazione devono consentire un'azione limitata alla superficie, la facile rimozione senza ritenzione da parte dei materiali originali, la possibilità di controllare l'operazione al fine di evitare un'azione protratta nel tempo.

Si dovrà tenere conto anche della tossicità per l'operatore, eliminando le sostanze di maggiore pericolosità e prevedendo dunque, in fase di progetto, scelte di prodotti che a parità di efficacia presentino meno rischi per il dipinto e per l'operatore. Si dovranno prevedere anche gli adeguati accorgimenti di protezione individuale

e di smaltimento secondo le normative vigenti.

Si procede eseguendo saggi preliminari per mettere a punto il sistema giudicato ottimale in funzione del risultato ottenuto.

Si deve valutare preliminarmente e in corso d'opera la necessità di eseguire indagini scientifiche i cui referti vanno comparati ai dati acquisiti con l'esecuzione dei saggi. L'operazione della pulitura dovrà essere comunque

sempre controllata per mezzo sia di strumenti ottici sia, ove necessario, di tecniche diagnostiche e/o tecniche analitiche.

Dovrà essere curata un'esauriente documentazione delle varie fasi operative (prima, durante, dopo) ed un'accurata relazione, che descriva il metodo e i materiali impiegati (qualità, quantità, tempi e modi di applicazione) e le finalità critiche dell'intervento.

#### **Avvertenze- Operazioni ausiliarie preliminari**

*Ristabilimento di coesione di zone circoscritte: infiltrazioni localizzate in zone particolarmente disgregate o esfoliate, eseguite con resine acriliche in dispersione acquosa o in soluzione (v. consolidamento).*

*Distacco di frammenti pericolanti: rimozione di frammenti staccati o pericolanti, con trascrizione della loro localizzazione sulle basi grafiche di mappatura degli interventi, attribuzione di una sigla identificativa, documentazione fotografica e archiviazione in attesa della rimessa in opera.*

*Protezioni provvisorie: con fogli di alluminio opportunamente modellati, o fogli di polietilene, fissati a copertura della zona o dell'elemento architettonico da proteggere.*

*Stuccature provvisorie: con malta di grassello e inerti di granulometria inferiore a 40 mesh, in proporzione 1:5. (sarà necessario utilizzare grassello ben stagionato, minimo 12 mesi; se non si avrà certezza sulla stagionatura si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione).*

#### **PULITURA CON SEMPLICE RISCIAQUO**

**Morfologia del degrado:** deposito superficiale, incrostazione, patina biologica, crosta, alterazione cromatica.

**Metodologia di intervento:** rimozione chimico-fisica e meccanica:

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione** lavaggio.

Componente liquida, componenti e concentrazioni: tensioattivo al 2% in acqua.

**Strumenti di applicazione:** pennellesse, nebulizzatori manuali

**Applicazione del prodotto:**

**Modalità e tempi:** applicazione unica. Spazzolatura con spazzolini di plastica o setola di media durezza, e rimozione dei residui più resistenti con leggera azione meccanica manuale.

**Prodotto:** tensioattivo non ionico a base di polioossimetilene, diluizione tra l'1 e il 4/1000.

Solvente/emulsionante/diluente: acqua.

#### **PULITURA CON CARBONATO DI AMMONIO**

**Morfologia del degrado:** incrostazione, crosta, alterazione cromatica

**Metodologia di intervento:** pulitura chimico-fisica

**Modalità di esecuzione**

**Metodi di applicazione:** Lavaggio e impacchi

Componenti: tensioattivo in acqua; carbonato di ammonio o soluzione satura di Sali inorganici.

**Strumenti di applicazione:** impianto di nebulizzazione per sola acqua o aria e acqua (pressione 2 atm); lavaggio con spruzzetti manuali, impacchi di carta giapponese e polpa di cellulosa.

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** da una a tre applicazioni: lavaggio con la soluzione, seguito da risciacquo con acqua eseguito con le medesime modalità operative, per la rimozione di ogni residuo.

Metodo di rimozione: spazzolatura con spazzolini di plastica o setola di media durezza, e rimozione dei residui più resistenti con leggera azione meccanica manuale.

**Prodotto:** Carbonato di Ammonio, soluzione satura di Sali inorganici, tensioattivo non ionico a base di polioossimetilene (diluizione tra l'1 e il 4/1000)-

Solvente/emulsionante/diluente: acqua.

#### **PULITURA MECCANICA CON STRUMENTI MANUALI**

**Morfologia del degrado:** incrostazione, crosta, alterazione cromatica

**Metodologia di intervento:** rimozione meccanica

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** Pulitura meccanica

**Strumenti di applicazione:** bisturi a lama fissa e intercambiabile, specilli

**Applicazione**

**Modalità e tempi:**

- Azionamento: manuale

- Modalità d'uso: da utilizzare per rimuovere residui delle puliture chimiche o chimico-fisiche, frammenti pericolanti di stuccature, incrostazioni calcaree debolmente coerenti, patine biologiche, residui di scialbature.

#### **TRATTAMENTI DI DISINFEZIONE E DISINFESTAZIONE**

L'operazione è mirata alla prevenzione o alla eliminazione di attacchi biologici e può essere effettuata con varie metodologie. L'intervento consiste, nella maggior parte dei casi, in trattamenti con idonei prodotti biocidi da applicare sull'opera con metodi diversi in funzione dell'organismo da eliminare e dello stato di conservazione del materiale lapideo.

E' necessario selezionare il biocida più efficace nei confronti della specie biodeteriogenica in esame e valutare le concentrazioni ottimali per il trattamento (cfr Normal 38/93).

I prodotti biocidi impiegati devono agire esclusivamente sugli agenti da eliminare senza interferire con gli aspetti cromatici e strutturali del materiale lapideo. Vanno rispettate durante e dopo l'operazione le norme di sicurezza per gli addetti.

Il trattamento dovrà essere attentamente valutato per stabilire le dosi (quantità/superficie) più efficaci e le modalità di applicazione (spruzzo, pennello ecc.) in funzione degli organismi da eliminare e dello stato di conservazione delle superfici. Andrà privilegiato tra i biocidi quello che, oltre ad una specifica efficacia, possa garantire anche un'azione residuale nel tempo. Per impedire la rapida evaporazione della soluzione impiegata e prolungarne l'azione biocida, il manufatto può essere isolato schermando la superficie con un ausiliario (foglio di melinex o altro) che riduca gli scambi con l'esterno.

I formulati da utilizzare devono essere scelti in base a una specifica conoscenza del prodotto e corredati dalla scheda tecnica di sicurezza.

#### **Avvertenze- Operazioni ausiliarie preliminari**

Distacco di frammenti pericolanti: rimozione di frammenti staccati o pericolanti, con trascrizione della loro localizzazione sulle basi grafiche di mappatura degli interventi.

Protezioni provvisorie: con fogli di alluminio o pellicola trasparente a ricoprire e proteggere frammenti o scagliature.

### **TRATTAMENTO DI DISINFEZIONE E DISINFESTAZIONE**

**Morfologia del degrado:** patina biologica, vegetazione, alterazione cromatica

**Metodologia di intervento:** chimica e meccanica

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** Trattamento Biocida e rimozione meccanica

**Strumenti di applicazione:** Pennello con imbibizione per percolamento, senza creare luoghi di ristagno del prodotto. Spruzzo con nebulizzatore manuale. Impacco con applicazione di compresse di cotone imbibite di soluzione biocida, applicate in quelle zone dove, dopo la pulitura, appaiono colonie ancora vitali.

L'impacco, coperto con foglio di alluminio, deve rimanere a contatto della superficie per qualche ora.

#### **Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** pennello e spruzzo: numero di applicazioni: due; intervallo tra le applicazioni: 10 giorni; rimozione del biocida: lavaggio con acqua a spruzzo e leggera spazzolatura con spazzolini di plastica o di setola.

Impacco: numero di applicazioni: una; rimozione del biocida: lavaggio con acqua a spruzzo e leggera spazzolatura con spazzolini di plastica o di setola.

Rimozione meccanica mediante stralcio manuale e con bisturi, specilli, scalpelli. Strumenti da utilizzare nella rimozione manuale di residui di colonie tenacemente aderenti al substrato, non più vitali. Durante l'operazione assicurarsi che non creino fratture o distacchi di frammenti.

**Prodotto:** Biocida a base di composti di ammonio quaternario, diluizione al 2% in acqua.

Solvente/emulsionante/diluente: acqua.

### **STUCCATURA**

La stuccatura ha lo scopo di ripristinare la continuità delle superfici in presenza di fratture, fessure e mancanze.

Può avere anche carattere temporaneo ed essere limitata a ripristinare la continuità di livelli diversi.

L'operazione consiste nell'applicazione di un impasto idoneo e nella successiva lavorazione dello stesso al fine di ottenere la superficie desiderata.

I materiali utilizzati per le stuccature dovranno essere scelti sulla base dell'omogeneità e della compatibilità con i materiali originali, al fine di evitare difformità di comportamento nel tempo e alterazioni alle parti con cui entrano in contatto. Si dovranno inoltre privilegiare i materiali che assicurino una migliore reversibilità nel tempo e che presentino una resistenza meccanica lievemente inferiore a quella del materiale su cui vengono

applicate, nonché caratteristiche fisiche analoghe.

Le stuccature devono essere eseguite su superfici possibilmente pulite ed esenti da depositi incoerenti e che abbiano buone caratteristiche di compattezza e coesione. Le malte utilizzate per le stuccature non devono contenere sostanze dannose (per es. sali solubili) e devono essere applicate in modo da non provocare alterazioni

cromatiche sul materiale circostante.

La scelta del tipo di malta, ovvero della sua composizione e formulazione, dovrà tenere conto delle condizioni termoigrometriche dell'ambiente, del contenuto di umidità del materiale originario, nonché della tipologia delle mancanze da riempire (profonde o superficiali).

L'impiego di leganti o additivi organici deve essere valutato tenendo conto sia della loro reattività nei confronti dell'ambiente circostante in cui viene impiegato (legislazione vigente), sia di una possibile interazione di tipo biologico.

Qualora, in casi assolutamente particolari, sia necessario utilizzare leganti o additivi organici, si dovrà valutare la loro attività nei confronti dell'ambiente circostante, nonché le possibili interazioni di tipo biologico.

### **STUCCATURA**

**Morfologia del degrado:** erosione e dilavamento, mancanza, frattura e fessurazione

**Metodologia di intervento:** stuccatura per la sigillatura delle fessurazioni; risarcimento delle mancanze e delle lacune e microstuccatura per la protezione e il ripristino delle microlacune e risarcimento delle fessurazioni.

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** lo strato applicato deve essere dello spessore necessario e sufficiente a proteggere

la parte risarcita.

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** In unica soluzione a strati. Lo strato applicato deve essere dello spessore necessario e sufficiente a proteggere la parte risarcita.

**Prodotto:** Grassello di calce stagionata, graniglie di varia colorazione e composizione.

(sarà necessario utilizzare grassello ben stagionato, minimo 12 mesi; se non si avrà certezza sulla stagionatura si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione)

Composizione delle malte: grassello di calce-polvere di travertino 1:3

**EQUILIBRATURA CROMATICA**

Intervento di carattere pittorico finalizzato a ridurre il disturbo visivo causato o da stuccature, sempre nel pieno rispetto dello stato di conservazione dell'opera nel pieno rispetto delle esigenze estetiche e di lettura dell'opera.

L'intervento deve limitarsi strettamente alla zona da equilibrare, senza debordare. Il trattamento potrà tendere

a ridurre il disturbo visivo con procedimenti tecnici (velature a tono o sottotono) a seconda dell'entità e della localizzazione, ed in ogni caso sulla base di una attenta valutazione storico-critica. I materiali impiegati devono comunque garantire una facile rimozione senza rischi per i materiali costitutivi circostanti, la migliore stabilità chimico-fisica dei pigmenti e dei leganti e dunque la minore alterabilità nel tempo.

**SCIALBATURE E VELATURE**

**Morfologia del degrado:** erosione e dilavamento, mancanza, alterazione cromatica, frattura e fessurazione

**Metodologia di intervento:** lo scialbo viene utilizzato per alleggerire ed accompagnare tonalmente eventuali macchie, in modo da imitare e raccordarsi alla superficie limitrofa.

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** applicazione di velatura a più mani

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** con pennelli di setola, una o più applicazioni fino alla riduzione dell'interfaccia visiva.

**Prodotto:** Colori tipo ad acquerello

**PROTEZIONE SUPERFICIALE**

Interventi di carattere generalizzato a completamento delle operazioni di restauro da eseguire su tutta la superficie

volto alla protezione della pietra e al rallentamento del degrado.

**PROTEZIONE SUPERFICIALE**

**Morfologia del degrado:** da eseguirsi a completamento delle operazioni di restauro

**Metodologia di intervento:** il protettivo viene utilizzato per rallentare il processo di degrado del materiale.

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** applicazione a pennello

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** con pennelli di setola, una applicazione.

**Prodotto:** resine acriliche in soluzione.

**MATERIALI METALLICI**

**TRATTAMENTO ANTICORROSIONE DI ELEMENTI METALLICI**

L'operazione consiste nel trattamento di elementi metallici (chiodi, perni, grappe, staffe, grate, ringhiere etc.).

L'operazione dovrà essere preceduta dalla protezione delle zone limitrofe all'intervento, per evitare che la rimozione meccanica dei prodotti di corrosione ne possa danneggiare le superfici o causare alterazioni cromatiche.

Si dovrà avere cura di rimuovere i residui di ferro subito dopo la pulitura delle superfici ed eliminare

l'applicazione dei prodotti alle sole zone da trattare.

**TRATTAMENTO DI ELEMENTI METALLICI:**

**Morfologia del degrado:** ossidazione

**PULITURA**

**Metodologia di intervento:** pulitura chimica e meccanica

**Rimozione meccanica**

Strumento/utensile: sverniciatura con fonte di calore alla fiamma e/o uso di solventi a pennello

**TRATTAMENTO ANTICORROSIONE**

**Metodologia di intervento:** trattamento anticorrosione, stesura di strato protettivo.

**Modalità di esecuzione**

Metodo di applicazione: applicazione di uno strato di convertitore/inibitore di corrosione a base dicopolimeri chelanti su elementi in ferro.

Strumenti per l'applicazione: pennello

Applicazione del prodotto: dopo la rimozione meccanica delle ossidazioni superficiali e prima dell'applicazione dello strato protettivo finale.

Modalità e tempi: in un'unica mano.

Superficie interessata: tutta quella esposta.

Tecnica di rimozione del materiale in eccesso: lavaggi o rimozione a tampone con solvente specifico

Copertura/sigillatura con: protezione della superficie limitrofa con carta d'alluminio.

**VERNICIATURA**

**Modalità di esecuzione:**

**Metodi di applicazione:** applicazione a più mani

**Applicazione del prodotto**

**Modalità e tempi:** con pennelli di setola, una o più applicazioni fino al raggiungimento di un colore omogeneo.

**Prodotto:**

vernice ad olio o smalto

## **Capitolato speciale per lavori di scavo archeologico CAPO A.4**

**Le modalità di lavorazione e le caratteristiche dei materiali riportate nel seguito integrano le disposizioni di carattere generale e sono valide per tutte la categoria OS 25, salvo che diversamente indicato.**

### **CAPITOLO 1**

#### **OGGETTO DELL'APPALTO**

L'appalto ha per oggetto anche l'esecuzione di tutte le opere e provviste occorrenti per eseguire e dare completamente ultimati i lavori di:

Indagine archeologica nell'area interessata dai lavori principali

L'importo complessivo dei lavori di scavo categoria OS 25 ammonta ad € 180.000,00 (euro centottantamila) oltre IVA, al netto degli oneri della sicurezza.

I lavori di scavo archeologico che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come appresso, salvo più precise indicazioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite alla Direzione dei lavori:

Splateamento dell'area interessata dai lavori principali previo taglio degli alberi alla base; scavo archeologico con fornitura di manodopera e fornitura di materiali e noli necessari allo scavo; fornitura di box metallico per lo stoccaggio provvisorio dei reperti scavati; realizzazione di tettoie provvisorie a protezione delle aree da scavare; trasporto dei reperti al nuovo museo archeologico di Pontecagnano.

Restano esclusi dall'appalto le seguenti forniture di servizi che l'Amministrazione si riserva di affidare in tutto od in parte ad altra ditta senza che l'Appaltatore possa fare alcuna eccezione o richiedere compenso alcuno:

Assistenza scientifica allo scavo archeologico con a mezzo di operatori archeologi di provata esperienza e documentazione grafica e fotografica.

### **CAPITOLO 2**

#### **MODALITA' DI ESECUZIONE**

##### **Art. 2.1**

#### **NATURA E FUNZIONE DEL PRESENTE CAPITOLATO SPECIALE PER SCAVI ARCHEOLOGICI**

Il presente capitolato speciale per scavi archeologici è stato desunto dalle risultanze e dagli studi condotti a livello specialistico nel settore dalla COMMISSIONE NORMAL – SCAVI ARCHEOLOGICI.

Considerato che un capitolato di appalto è una parte integrante del rapporto tra “committente” e “impresa esecutrice” che definisce la consistenza delle opere stabilite e la loro corretta esecuzione, appare evidente che uno scavo archeologico è, per sua natura un’opera la cui consistenza è raramente delimitabile con esattezza nella misura, ma nei contenuti e nelle definizioni.

A differenza infatti di un restauro architettonico, storico-artistico o anche archeologico - nel quale quanto più approfondita ed accurata sia la diagnostica, tanto più accurata potrà essere la progettazione e la definizione della consistenza e delle previsioni – per lo scavo archeologico un pur esauriente svolgimento delle operazioni di ricognizione (intesa globalmente in tutte le sue parti, ovvero ricognizione territoriale, prospezioni, saggi di scavo propedeutici all’intervento, documentazione propedeutica all’intervento – quali la successiva voce A-14) non assicura gli elementi per la redazione di un progetto particolareggiato e di conseguenza di un capitolato di oneri compiutamente descritti.

Lo scavo archeologico è, per sua natura, a prescindere dalla cronologia delle emergenze, dalle caratteristiche del terreno e dalle circostanze operative (se sia o meno un lavoro ex novo o la prosecuzione di campagne precedenti) un lavoro basato sulla occasionale stratificazione, in un certo punto, di livelli succedutesi, per vicende storiche per lo più ignote e largamente imprevedibili ed imprevedibili, sia nella loro evoluzione positiva, sia nelle eventuali vicende di modifica, alterazione, disturbo ( es. una necropoli romana, su di un sito preistorico, modificato dall’impianto di un luogo di culto paleocristiano, al di sotto di un palazzo rinascimentale, demolito e ricostruito in età moderna).

La particolarità specialistica dello svolgimento delle opere non può prevedere una descrizione preliminare dei lavori (né di conseguenza, un capitolato di oneri ben definiti e descritti), mentre invece esige la presenza costante dell’archeologo, che svolga la sua specifica mansione professionale di riconoscimento delle variazioni stratigrafiche e della valutazione qualitativa e quantitativa, istante per istante, delle risultanze dello scavo.

La specificità dello scavo archeologico è, in questo senso, prevista anche da una particolare norma della nuova legge sugli appalti relativi ai lavori pubblici che continua ad ammettere la trattativa privata nella scelta del contraente.

Da tutto quanto sopra emerge che il ricorso ad una gara di appalto con conseguente impiego di un capitolato, nel caso di scavo archeologico, vada limitato a casi assolutamente indispensabili per ragioni di opportunità contingenti amministrative e contabili, in quanto, anche nelle migliori condizioni, può determinare una cattiva esecuzione dei lavori e rischi di danni al patrimonio archeologico.

Il presente Capitolato speciale deve essere quindi visto come un ausilio metodologico e pratico all’appaltatore, contenente prescrizioni fondamentali sul comportamento da tenere nelle varie circostanze previste, assolutamente non sostitutivo della presenza costante dell’archeologo ed assolutamente non equiparabile ad un manuale di scavo archeologico.

## **Art. 2.2**

### **DEFINIZIONE DELLE FUNZIONI DELL’ARCHEOLOGO SUL CAMPO**

Forma oggetto della professione di archeologo l’individuazione, ricognizione e rilievo dei siti di interesse archeologico e l’individuazione della natura, autenticità, provenienza e rilevanza anche estetica dei beni di interesse archeologico.

Pertanto, il lavoro sul campo dell'archeologo consiste nel coordinamento, con puntuale azione di verifica e presenza costante, del lavoro di scavo, con particolare riferimento al riconoscimento degli strati e dei manufatti, pianificando ed orientando gli interventi verso obiettivi culturalmente mirati e inserendoli nel più ampio piano di ricerca storica. E' sua precisa responsabilità vigilare che, contestualmente allo scavo e funzionalmente ad esso, venga realizzata la documentazione scientifica afferente allo scavo stesso (Cfr. punto G), nonché vengano effettuati i prelievi dei campioni e le analisi necessarie (Cfr. punto H) e il trattamento preliminare dei reperti sul campo (Cfr. punto D). In quest'ottica l'archeologo dovrà altresì provvedere per tempo all'eventuale coinvolgimento di professionalità e specialisti specifici, ove si renda necessario.

### **Art. 2.3**

#### **DIREZIONE SCIENTIFICA**

La Direzione Scientifica (D.S.) è riservata sempre alla Soprintendenza per i Beni Archeologici. Fanno eccezione i casi previsti dalle vigenti disposizioni di legge relativamente alle Concessioni di scavo. Anche il Concessionario di scavo è tenuto ad osservare le prescrizioni del presente Capitolato speciale.

La D.S. coordina ed impartisce le direttive specifiche alla Direzione dei Lavori generale dell'intervento, anche ai fini dell'interrelazione delle diverse fasi dello stesso.

La D.S. si avvale, ove lo ritenga opportuno e necessario, di archeologi professionisti ai quali affidare i compiti previsti dal presente capitolato speciale : tali archeologi professionisti, la cui designazione sarà comunicata all'Appaltatore a cura della Soprintendenza per i Beni Archeologici, restano –per tutta la durata dei lavori di che trattasi- a totale carico dell'Appaltatore, così come riportato nell'articolo specifico a detti oneri, essendo stato il loro costo elemento di formulazione e determinazione dei prezzi unitari degli scavi archeologici.

### **Art. 2.4**

#### **OPERAZIONI RICOGNITIVE ED INDAGINI PRELIMINARI (A)**

Propedeutiche all'esecuzione dello scavo vero e proprio, le operazioni ricognitive e le indagini preliminari hanno il fine di individuare con la massima certezza e con la maggior chiarezza possibile l'estensione e la tipologia del sito oggetto di scavo.

Sarà pertanto cura della D.S. accertare che siano state effettuate, o nel caso contrario predisporre tutte quelle operazioni che possano consentire l'individuazione delle caratteristiche del sito.

##### **A1 – RICOGNIZIONE TERRITORIALE**

La ricognizione topografica dovrà consentire di prendere visione diretta delle evidenze archeologiche, sia monumentali che documentarie, dell'area, individuandone l'estensione.

##### ***A.1.1 Documentazione grafica di base***

La documentazione grafica di base sarà costituita dalla georeferenziazione dell'area oggetto di indagine, riportandone i limiti, ed il posizionamento delle emergenze presenti su idonea base cartografica, secondo le indicazioni della D.S.

#### A.1.2 *Documentazione fotografica di base*

Oltre alla esecuzione della documentazione topografica di base, sarà opportuno realizzare una documentazione fotografica, sia d'insieme riferita ai singoli punti cartografici, che particolareggiata per le evidenze, secondo le indicazioni della D.S..

#### A.1.3 *Raccolta e classificazione dei materiali di superficie*

La ricognizione territoriale dovrà essere completata dalla raccolta di un'adeguata campionatura di materiali di superficie, la cui classificazione consentirà di individuare l'arco cronologico di frequentazione del sito e di acquisire informazioni utili all'identificazione della tipologia del sito stesso.

Tali operazioni, eseguite secondo le indicazioni della D.S., dovranno essere compiute esclusivamente da collaboratori archeologi.

### A2 – FOTOGRAFIE AEREE E FOTORILEVAMENTO DEL TERRITORIO

L'esecuzione e l'interpretazione di immagini multitemporali e multispettrali da aereo, da satellite, da bassa e bassissima quota, consente di ottenere informazioni sempre più dettagliate sul territorio oggetto di indagine. Il prodotto dell'interpretazione deve essere interfacciato con la restituzione fotogrammetrica nella scala adeguata per identificare al suolo le informazioni acquisite e verificarle con prospezioni geofisiche e meccaniche.

#### A.2.1 *Fotografie aeree*

Si dovrà prevedere l'esecuzione di voli aerei alle quote indicate dalla D.S. e la copertura dell'intera area interessata. Le riprese dovranno avvenire nel periodo più favorevole, in modo da ottenere, in base al colore della vegetazione, al grado di umidità ed all'incidenza della luce solare, delle fotografie ottimali per l'interpretazione ai fini archeologici. Dovranno essere riprese immagini da aerei attrezzati con camere fotogrammetriche (tipo Zeiss o Wild), montanti negativi con superficie utile di cm. 23x23. Le riprese dovranno essere realizzate con assetto nadirale e dovranno consentire la lettura stereoscopica delle immagini. Pertanto le strisciate di fotogrammi saranno realizzate ad intervalli regolari con sovrapposizione tra coppie di fotogrammi pari al 60%. Inoltre dovranno essere realizzati blocchi di strisciate (strisciate contigue e parallele) con una sovrapposizione laterale pari al 15-30% (in base all'orografia del terreno). Le quote ed il periodo di ripresa saranno concordate con la D.S.. Le pellicole usate (100 Asa – 22 Din) dovranno consentire la realizzazione di immagini in b/n, a colori, all'infrarosso (b/n e falso colore) e infrarosso termico (pseudofotografia). Ove opportuno (ad esempio in caso di monumenti complessi), si procederà all'esecuzione di fotogrammetrie computerizzate da restituire anche graficamente in scala adeguata.

#### A.2.2 *Telerilevamento*

La D.S. disporrà, ove necessario, l'acquisizione, il trattamento e l'interpretazione di immagini riprese da bassa e bassissima quota (tra i 300 e i 50 metri) mediante apparecchiature ad alta risoluzione.

#### A.2.3 *Restituzione aereofotogrammetrica*

La restituzione topografica dovrà avvalersi delle metodologie fotogrammetriche, anche elettroniche, attraverso le risultanze del telerilevamento e delle fotografie aeree.

#### A3 – PROSPEZIONI GEOFISICHE E MECCANICHE

L'analisi del territorio può essere sviluppata attraverso una serie di controlli eseguiti utilizzando metodologie geofisiche (metodi indiretti) e carotaggi (metodi diretti), volti non solo all'individuazione del sito, ma anche al riconoscimento delle testimonianze sepolte ed allo studio delle condizioni dei terreni di fondazione dei complessi architettonici. L'utilizzo dei modelli indiretti non distruttivi è in grado di fornire dati sufficientemente attendibili sulla presenza, sulla consistenza e sull'estensione dell'area occupata da presenze antropiche (metodi magnetici, geoelettrici, sismici, acustici, elettromagnetici, ad induzione ed impulsivi, polarizzazione elettrica indotta o spontanea). Tali metodi vanno integrati con dati diretti ottenibili con carotaggi continui, mediante l'uso di sonde adeguate.

Per l'utilizzo di tali metodi dovrà essere predisposto, su indicazioni della D.S., uno specifico progetto.

#### A4 – VERIFICA DEI DATI ATTRAVERSO LE FONTI STORICHE

I dati acquisiti attraverso le operazioni ricognitive di cui ai punti precedenti dovranno essere integrati o comunque verificati alla luce di ricerche sui testi quali:

- fonti classiche
- fonti storiche
- fonti bibliografiche
- documenti d'archivio

#### A5 – SAGGI DI SCAVO

A giudizio della D.S. potranno essere condotti saggi esplorativi ai fini conoscitivi della reale consistenza delle evidenze archeologiche individuate con le metodologie di cui ai punti precedenti e per il controllo diretto dell'effettiva estensione delle stesse. Tali saggi saranno condotti nei punti indicati dalla D.S. e saranno da disporsi necessariamente ai fini della predisposizione della emanazione dei provvedimenti di tutela.

#### A6 – RELAZIONE PRELIMINARE / PUBBLICAZIONE PRELIMINARE

Le risultanze scientifiche dei dati derivanti dalle operazioni ricognitive e dalle indagini costituiranno parte integrante della relazione allo scavo, e la stessa potrà essere oggetto di pubblicazione preliminare da rendere edita negli organi di informazione ufficiale del Ministero per i Beni e le Attività Culturali.

### **Art. 2.5**

#### **CANTIERE DI SCAVO ARCHEOLOGICO (B)**

Nell'impianto e conduzione di un cantiere di scavo archeologico si seguiranno le norme comunemente in uso nei cantieri edili, con la riserva che la messa in opera di qualunque manufatto, impianto od altro, non determini movimenti di terra, neanche di potenza minima, nei casi in cui la D.S. ritenga che sussistano rischi di danneggiamento agli strati o alle strutture archeologiche.

Ove necessario si provvederà alla posa in opera di strati di isolamento.

#### B.1 – IMPIANTO DEL CANTIERE

La constatazione della realtà dei luoghi e delle condizioni specifiche del sito, in stretta relazione con l'area archeologica da indagare, potrà essere elemento condizionante di scelte e decisioni da assumersi nell'impianto stesso del cantiere.

Criterio fondamentale di massima è che la predisposizione del cantiere, in relazione all'attività prevista, consenta, all'interno di esso, che ogni servizio o funzione debba o possa svolgersi senza intralci, nell'ottica di una economicità generale e nel pieno rispetto della correttezza scientifica dell'intervento.

L'area a servizio del cantiere dovrà essere individuata in modo da evitare il verificarsi di sovrapposizioni con l'area di scavo, assegnando ai servizi di cantiere una zona ben definita. A tal fine, nella planimetria in scala adeguata di tutta la superficie interessata, dovrà essere individuata sia l'area destinata ai servizi che quella destinata all'indagine archeologica.

Gli adempimenti relativi all'individuazione globale dell'area di cantiere si considerano già esperiti nei casi nei quali sia stato già emanato il decreto di occupazione temporanea.

#### B.2 – PERIMETRAZIONE CANTIERE

La perimetrazione del cantiere sarà individuata da una recinzione protettiva di consistenza ed altezza idonea a difendere le opere ed i materiali depositati all'interno del cantiere, offrendo sufficiente sicurezza, pur trattandosi di una struttura provvisoria.

Per la messa in opera si richiama a quanto espresso al punto B.1.

#### B.3 – PIANIFICAZIONE CANTIERE

All'interno della recinzione di sicurezza e con riferimento alle diverse funzioni da espletarsi nell'area del cantiere si dovranno prevedere alcuni "impianti" aventi diverse funzioni.

##### B.3.1 *Impianti chiusi*

Tra i locali chiusi il cantiere di scavo archeologico dovrà obbligatoriamente prevedere un idoneo locale per il ricovero temporaneo dei materiali di scavo.

##### B.3.2 *Locali aperti, semiaperti, tettoie*

Nel cantiere archeologico i locali aperti, semiaperti e tettoie saranno destinati al lavaggio ed alla pulitura dei reperti, alla siglatura dei materiali ed ai primi interventi ricostruttivi e di restauro, al deposito temporaneo di materiali di grandi dimensioni non deperibili, alla rimessa di utensili, ecc..

Nel caso di ricovero di materiali archeologici attaccabili dall'umidità di risalita, sarà necessario un accurato isolamento dal terreno della struttura di protezione.

##### B.3.3 *Aree scoperte di servizio*

Nell'ambito della dislocazione delle funzioni all'interno del cantiere di scavo si dovrà prevedere, ove necessario, un deposito temporaneo di manufatti litici, provenienti dall'area di scavo, non soggetti a deperibilità.

Si dovrà inoltre prevedere un'area da lasciare libera al momento dell'impianto del cantiere, dove accumulare i materiali di risulta dello scavo in attesa che gli stessi vengano caricati e trasportati alla discarica od altro luogo designato. Sarà pertanto necessario individuare un'area in piano, rigorosamente esterna alla zona da esplorare, ed in prossimità del luogo di caricamento. L'area scelta dovrà altresì consentire la setacciatura come al punto D.1.

Le operazioni di vagliatura ad acqua e flottazione andranno eseguite in luogo aperto appositamente scelto dalla D.S. ed approvvigionato di acqua come al punto D.2 e deve essere altresì previsto lo smaltimento delle acque residue.

#### B.3.4 *Viabilità interna al cantiere*

I passaggi carrai che consentono il transito di mezzi meccanici (pale meccaniche, motopale, escavatori, ecc.) dovranno essere mantenuti con uno strato di materiale inerte idoneo e comunque di natura diversa da quello eventualmente presente nella composizione del terreno oggetto di scavo, al fine di evitare inquinamenti degli scavi archeologici.

#### B.4 – FORNITURA DI SERVIZI (acqua, elettricità, servizi igienici, smaltimento rifiuti, ecc.)

Per quanto concerne la fornitura di servizi si seguiranno le norme consuete dei cantieri edili, ferma restando la riserva sui movimenti di terra di cui al punto B.

#### B.5 – ADEGUAMENTO NORMATIVA DI SICUREZZA

Si richiama per intero la normativa vigente in materia (ferma restando la riserva sui movimenti di terra di cui al punto B)

#### B.6 – OPERE PROVVISORIALI

##### B.6.1 *Sbadacchiature di trincee, saggi, ecc.*

La sbadacchiatura sarà eseguita in conformità con la normativa vigente in materia, ferma restando la riserva sui movimenti di terra di cui al punto B e provvedendo se necessario, alla posa in opera di uno strato di isolamento.

##### B.6.2 *Sistema idrovoro*

In condizioni di persistente presenza di acqua, per mantenere asciutto lo scavo, si userà un congruo sistema idrovoro, avendo cura che l'acqua di risulta venga incanalata in modo da non arrecare danni all'area di scavo. Lo stesso vale per eliminare i ristagni dell'acqua piovana.

In condizioni di acqua permanente su estese superfici si adotteranno sistemi di bonifica idonei (paratie stagne, well-point) da impiantarsi previa specifica progettazione.

#### B.7 – PROTEZIONE DELL'AREA DI SCAVO

##### B.7.1 *Protezione temporanea dagli agenti atmosferici durante lo svolgimento dei lavori*

Potranno essere utilizzati teloni, incantucciati, ombrelloni, tende da sole, tensostrutture, tettoie autoportanti, purché adeguatamente sollevate da terra con tralicci e pali secondo quanto previsto al punto B.

Le protezioni dovranno consentire, senza intralci, lo svolgimento delle attività previste nell'area oggetto di indagini.

Dovrà trattarsi, in ogni caso, di strutture leggere facilmente rimovibili, in modo da consentire la realizzazione della documentazione fotografica o video. La struttura dovrà altresì assicurare un idoneo ricambio di aria ed evitare effetti serra, condense, ecc..

#### *B.7.2 Protezione provvisoria dell'area di scavo durante le sospensioni temporanee dei lavori*

Durante il periodo di sospensione dei lavori e nella previsione di una lunga durata dello stesso, soprattutto per quanto concerne scavi all'aperto, se necessario proteggere lo scavo o zone parziali dello stesso con una copertura, questa dovrà essere impermeabile, avere adeguata pendenza ed eventuale canale di gronda e falda debitamente larga onde evitare che le acque di scolo danneggino l'area indagata. Per la messa in opera varranno le indicazioni di cui al punto B.7.1.

Nel caso di ambienti sotterranei con accesso dal piano di campagna si procederà in conformità delle normative vigenti.

Le zone di scavo che non necessitano di vera e propria copertura, ma che debbano comunque essere "sigillate" sino alla ripresa dei lavori potranno essere parzialmente interrato con materiale inerte secondo le indicazioni della D.S., ponendo un idoneo materiale protettivo a contatto con la superficie ancora non scavata. Per la successiva ripulitura si procederà come al punto C.1.3.A.

#### *B.7.3 Protezione definitiva dell'area di scavo dopo la chiusura e smontaggio del cantiere*

Tale protezione sarà oggetto di progettazione specifica.

### B.8 – QUADRETTATURA GENERALE DELL'AREA

Data la planimetria generale dell'area –ivi compresa la definizione dei capisaldi- nella quale si siano identificati i limiti del cantiere, la dislocazione degli impianti e dell'area da indagare, si procederà per quest'ultima a riportare sul terreno i limiti dell'area di scavo, mediante quadrettatura, secondo la maglia della dimensione più opportuna. La quadrettatura non dovrà comunque ostacolare le operazioni da svolgersi nell'area di scavo stessa.

### B.9 – GUARDIANIA DEL CANTIERE

La guardiania del cantiere sarà garantita nel rispetto delle norme vigenti.

Poiché il materiale archeologico è di proprietà dello Stato e riveste valore patrimoniale, la D.S. curerà che non venga lasciato in deposito in cantiere materiale di pregio, curandone il sollecito trasporto presso locali idonei e sicuri.

Comunque una particolare attenzione sarà posta nella guardiania di cantiere, se necessario provvedendo all'installazione di un impianto di sicurezza provvisorio collegato con le Forze dell'Ordine.

### B.10 – TRASPORTO DEI MATERIALI

(sicurezza, deperibilità, non vibrazioni, isolamento del piano di carico, attenzione alle temperature, ecc.)

## **Art. 2.6**

### **SCAVI (C)**

Tutti gli operatori sono tenuti ad eseguire rigorosamente le prescrizioni della D.S., in particolare per quanto attiene la successione delle varie operazioni di scavo (C) e documentazione (G e H).

#### **C.1 – PULIZIA E PREPARAZIONE DELL'AREA**

##### **C.1.1 *Diserbo***

Il diserbo dovrà essere eseguito a mano e/o meccanicamente con l'impiego di attrezzatura opportuna (roncole, decespugliatori, tosaerba, ecc.) secondo le direttive della D.S..

##### **C.1.1.A *Diserbo chimico***

##### **C.1.1.B *Diserbo chimico in presenza di strutture o monumenti affioranti***

Tali interventi devono essere preceduti dalla compilazione di specifiche schede a cura della D.S. e devono essere limitati allo stretto indispensabile.

#### **C.1.2 – OPERAZIONI DI SCAVO**

##### **C.1.2.A *Scavo superficiale meccanico controllato o scorticatura superficiale***

Lo scavo superficiale meccanico controllato o scorticatura superficiale, che non dovrà in nessun caso superare lo strato superficiale agricolo (humus) per non intaccare e mescolare il livello di contatto con i primi strati del sottosuolo, dovrà essere eseguito sotto la stretta sorveglianza della D.S..

A discrezione della D.S. si potrà prevedere l'uso di mezzi meccanici di vario tipo (dumpers, pala meccanica, mini escavatore medio-piccolo, ecc.).

##### **C.1.2.B *Scavo superficiale in terreno di natura sassosa o con roccia affiorante***

Lo scavo superficiale in terreno di natura sassosa o con roccia affiorante dovrà essere eseguito, secondo le direttive della D.S., manualmente, senza prevedere rimozione delle pietre altro che al termine della fase preliminare di pulizia. La rimozione delle medesime dovrà ugualmente avvenire a mano con particolare attenzione ai casi nei quali le pietre stesse possano rivestire interesse archeologico.

##### **C.1.2.C *Scavo superficiale in presenza di strutture o monumenti affioranti***

Lo scavo superficiale in presenza di strutture o monumenti affioranti dovrà essere eseguito a mano, secondo le direttive della D.S. e sotto il controllo di un suo rappresentante, delimitando con ogni cautela le strutture ed i monumenti stessi.

### C.1.3 – PULITURA DI AREE E DI SCAVI O TRINCEE PRECEDENTI

#### *C.1.3.A Pulitura di aree e di scavi o trincee protetti in interventi precedenti*

Nella pulitura di aree e di scavi o trincee protetti in interventi precedenti, secondo le direttive della D.S. dovrà essere gradualmente asportato e contestualmente allontanato il materiale inerte di riempimento sino allo strato finale di isolamento delle strutture o dei livelli in precedenza raggiunti. Nel caso di aree molto vaste la progressione dei lavori da eseguire sarà indicata dalla D.S..

#### *C.1.3.B Pulitura di aree e di scavi o trincee non protetti in interventi precedenti*

La pulitura di aree e di scavi o trincee non protetti in interventi precedenti dovrà essere eseguita obbligatoriamente a mano, secondo le direttive della D.S. e sotto il controllo di un suo incaricato, sino all'identificazione e delimitazione delle situazioni archeologiche precedentemente esplorate.

### C.2 – SCAVI ARCHEOLOGICI A SEZIONE APERTA

#### *C.2.1 Scavo a sezione aperta in terreni di nessun interesse archeologico, fino alla profondità di m. 1,80*

Lo scavo può essere eseguito con mezzi meccanici, a discrezione della D.S., oppure manualmente a seconda della localizzazione e della natura dei luoghi, sempre sotto stretto controllo della D.S..

#### *C.2.2 Scavo a sezione aperta in terreni di nessun interesse archeologico, per profondità eccedenti m. 1,80, con eventuale ricorso ad opere provvisorie secondo quanto previsto dalla normativa vigente*

Lo scavo può essere eseguito con mezzi meccanici, a discrezione della D.S., oppure manualmente a seconda della localizzazione e della natura dei luoghi, sempre sotto stretto controllo della D.S..

#### *C.2.3 Scavo a sezione aperta in terreni di nessun interesse archeologico, posti superiormente a terreni di interesse archeologico, o comunque a piani da accertare e ricognere, da eseguirsi manualmente fino alla profondità di m. 1,80 con eventuale ricorso ad opere provvisorie secondo legge*

Lo scavo può essere eseguito con mezzi meccanici, a discrezione della D.S., oppure manualmente a seconda della localizzazione e della natura dei luoghi, sempre sotto stretto controllo della D.S..

#### *C.2.4 Scavo a sezione aperta in terreni di nessun interesse archeologico, posti superiormente a terreni di interesse archeologico, o comunque a piani da accertare e ricognere, da eseguirsi manualmente per profondità superiori a m. 1,80 con eventuale ricorso ad opere provvisorie secondo legge*

Lo scavo può essere eseguito con mezzi meccanici, a discrezione della D.S., oppure manualmente a seconda della localizzazione e della natura dei luoghi, sempre sotto stretto controllo della D.S..

#### *C.2.5 Scavo a sezione aperta in terreni di nessuna attendibilità stratigrafica, da eseguirsi manualmente, comprensivo del recupero e dell'accantonamento dei reperti fino alla profondità di m. 1,80*

Lo scavo può essere eseguito con mezzi meccanici, a discrezione della D.S., oppure manualmente a seconda della localizzazione e della natura dei luoghi, sempre sotto stretto controllo della D.S..

*C.2.6 Scavo a sezione aperta in terreni di nessuna attendibilità stratigrafica, da eseguirsi manualmente, comprensivo del recupero e dell'accantonamento dei reperti per profondità superiore a m. 1,80 e con eventuale ricorso alle opere provvisorie secondo legge*

Lo scavo può essere eseguito con mezzi meccanici, a discrezione della D.S., oppure manualmente a seconda della localizzazione e della natura dei luoghi, sempre sotto stretto controllo della D.S..

*C.2.7 Scavo stratigrafico a sezione aperta in terreni di qualsiasi natura e varia consistenza, da eseguirsi con metodologie varie fino alla profondità di m. 1,80*

Lo scavo può essere eseguito con mezzi meccanici, a discrezione della D.S., oppure manualmente a seconda della localizzazione e della natura dei luoghi, sempre sotto stretto controllo della D.S..

*C.2.8 Scavo stratigrafico a sezione aperta in terreni di qualsiasi natura e varia consistenza, da eseguirsi con metodologie varie per profondità superiori a m. 1,80 e con eventuale ricorso a opere provvisorie secondo legge*

Lo scavo può essere eseguito con mezzi meccanici, a discrezione della D.S., oppure manualmente a seconda della localizzazione e della natura dei luoghi, sempre sotto stretto controllo della D.S..

### C.3 – SCAVI ARCHEOLOGICI A SEZIONE OBBLIGATA

*C.3.1 Scavo a sezione obbligata in terreni di nessun interesse archeologico, fino alla profondità di m. 1,80*

Lo scavo può essere eseguito con mezzi meccanici, a discrezione della D.S., oppure manualmente a seconda della localizzazione e della natura dei luoghi, sempre sotto stretto controllo della D.S..

*C.3.2 Scavo a sezione obbligata in terreni di nessun interesse archeologico, per profondità superiore a m. 1,80 con eventuale ricorso alle opere provvisorie secondo legge*

Lo scavo può essere eseguito con mezzi meccanici, a discrezione della D.S., oppure manualmente a seconda della localizzazione e della natura dei luoghi, sempre sotto stretto controllo della D.S..

*C.3.3 Scavo a sezione obbligata in terreni di nessun interesse archeologico, posti superiormente a terreni di interesse archeologico o comunque a piani da accertare o ricognire, da eseguirsi manualmente fino alla profondità di m. 1,80*

Lo scavo può essere eseguito con mezzi meccanici, a discrezione della D.S., oppure manualmente a seconda della localizzazione e della natura dei luoghi, sempre sotto stretto controllo della D.S..

*C.3.4 Scavo a sezione obbligata in terreni di nessun interesse archeologico, posti superiormente a terreni di interesse archeologico o comunque a piani da accertare o ricognire, da eseguirsi manualmente per profondità superiori a m. 1,80 con eventuale ricorso alle opere provvisorie secondo legge*

C.3.5 *Scavo a sezione obbligata in terreni di nessuna attendibilità stratigrafica*, da eseguirsi manualmente, comprensivo del recupero e dell'accantonamento dei reperti fino alla profondità di m. 1,80

C.3.6 *Scavo a sezione obbligata in terreni di nessuna attendibilità stratigrafica*, da eseguirsi manualmente, comprensivo del recupero e dell'accantonamento dei reperti per profondità superiore a m. 1,80 e con eventuale ricorso alle opere provvisorie secondo legge

C.3.7 *Scavo stratigrafico a sezione obbligata in terreni di qualsiasi natura e varia consistenza*, da eseguirsi con metodologie varie fino alla profondità di m. 1,80

C.3.8 *Scavo stratigrafico a sezione obbligata in terreni di qualsiasi natura e varia consistenza*, da eseguirsi con metodologie varie per profondità superiori a m. 1,80 e con eventuale ricorso a opere provvisorie secondo legge

#### C.4 – SCAVO STRATIGRAFICO

C.4.1 *Scavo stratigrafico con semplice separazione e rimozione dei terreni, con strati di presumibile potenza*

Lo scavo stratigrafico va eseguito a mano da operaio preferibilmente specializzato o da archeologo o comunque sotto il costante controllo di un archeologo, soprattutto per quanto attiene all'identificazione degli strati.

C.4.2 *Scavo stratigrafico con separazione di terreni con potenza superiore ai cm. 20 (torbe, frane, ecc.)*

Lo scavo stratigrafico va eseguito a mano da operaio preferibilmente specializzato o da archeologo o comunque sotto il costante controllo di un archeologo, soprattutto per quanto attiene all'identificazione degli strati.

C.4.3 *Scavo stratigrafico con strati di potenza inferiore ai cm. 20 e difficoltà media di separazione e rimozione*

Lo scavo stratigrafico va eseguito a mano da operaio preferibilmente specializzato o da archeologo o comunque sotto il costante controllo di un archeologo, soprattutto per quanto attiene all'identificazione degli strati.

C.4.4 *Scavo stratigrafico con strati di qualsiasi potenza con notevole difficoltà di rimozione e identificazione U.S.*

Lo scavo stratigrafico va eseguito a mano da operaio preferibilmente specializzato o da archeologo o comunque sotto il costante controllo di un archeologo, soprattutto per quanto attiene all'identificazione degli strati.

C.4.5 *Scavo stratigrafico con strati di qualsiasi potenza con notevole difficoltà di rimozione, situazione di contesto complesso*

Lo scavo stratigrafico va eseguito a mano da operaio preferibilmente specializzato o da archeologo o comunque sotto il costante controllo di un archeologo, soprattutto per quanto attiene all'identificazione degli strati.

#### C.5 – MICROSCAVO DI STRATO O LIVELLO O DI DELIMITAZIONE DI REPERTI

Microscavo di successione di strati di spessore minimo per un'altezza complessiva non superiore ai cm. 5, in situazioni stratigrafiche di particolare complessità o in corrispondenza di reperti di individuazione e recupero difficoltoso, da eseguirsi obbligatoriamente ad opera o sotto il controllo dell'archeologo e, ove necessario, di restauratori e/o di altri specialisti.

#### C.6 – SCAVO IN AMBIENTI INTERRATI

Da eseguirsi rigorosamente a mano, ad opera di archeologo o di operai specializzati sotto controllo diretto dell'archeologo; un restauratore dovrà verificare lo stato di conservazione delle pareti del vano e le provvidenze da adottare in corrispondenza con il progresso dello scavo.

Massima cautela dovrà essere posta in prossimità dello strato di contatto con le pareti dell'ambiente, onde non siano in nessun caso, neanche accidentalmente, toccate da strumenti, soprattutto metallici.

##### C.6.1.1 *Scavo in ambiente interrato privo di copertura, di dimensioni ridotte (non superiore a mq. 15,00 ca.)*

Va condotto, a secondo del caso, come scavo stratigrafico a sezione obbligata (C.3.5-8), come scavo stratigrafico (C.4.1-5) o come microscavo di strato o di livello di delimitazione di reperti (C.5).

##### C.6.1.2 *Scavo in ambiente interrato privo di copertura, di grandi dimensioni*

Va eseguita una quadrettatura preliminare a maglia stretta e di seguito va condotto, a secondo del caso, come scavo archeologico a sezione aperta (C.2.5-8), come scavo stratigrafico (C.4.1-5) o come microscavo di strato o di livello di delimitazione di reperti (C.5).

##### C.6.2 *Scavo stratigrafico in ambiente interrato privo di copertura, di qualunque dimensione, con copertura crollata*

Va condotto come scavo stratigrafico (C.4) ove la prima U.S. è costituita dalla stessa copertura crollata, che va identificata, pulita, rilevata e scavata.

Di seguito si opererà, a secondo del caso, come scavo stratigrafico (C.4.1-5) o come microscavo di strato o di livello o di delimitazione di reperti (C.5).

##### C.6.3.1 *Scavo stratigrafico in ambiente ipogeo parzialmente interrato, con ingresso frontale*

Va condotto come scavo di successione di strati di piccolo spessore, ciascuno per un'altezza non superiore a cm. 15 e per una profondità non superiore a cm. 50, procedendo in progressione fino al raggiungimento del livello interno del vano. A partire da questo si opererà, a secondo del caso, come scavo stratigrafico (C.4.1-5) o come microscavo di strato o di livello o di delimitazione di reperti (C.5).

##### C.6.3.2 *Scavo stratigrafico in ambiente totalmente interrato, con ingresso frontale*

Va condotto come scavo di successione di strati di piccolo spessore, ciascuno per un'altezza non superiore a cm. 15 e per una profondità non superiore a cm. 50, procedendo in progressione fino al raggiungimento del livello operativo su tutto il vano (distanza dal soffitto non superiore a m. 1,25). A partire da questo si opererà, a secondo del caso, come scavo stratigrafico (C.4.1-5) o come microscavo di strato o di livello o di delimitazione di reperti (C.5). Qualora il vano sia molto ampio, si dovrà procedere in progressione per una profondità di non oltre m. 2,00 per volta. Lo stesso procedimento andrà seguito qualora si trovino altre concamerazioni e vani ipogei comunicanti interrati.

#### C.6.4 *Scavo stratigrafico in ambiente ipogeo parzialmente o totalmente interrato, con ingresso a pozzetto*

Lo scavo del pozzetto va condotto come scavo di successione di strati di piccolo spessore, ciascuno per un'altezza non superiore a cm. 15, fino alla base o comunque sino alla identificazione dell'accesso frontale.

### C.7– SCARNIFICAZIONE DI CROLLI O DI STRUTTURE E RIMOZIONE DI CROLLI

#### C.7.1 *Scarnificazione di crollo*

Progressiva e totale rimozione della terra e di piccole pietre fino alla messa a nudo del livello di crollo, con recupero ed accantonamento dei reperti.

Nel caso di crolli di grande potenza o comunque di più livelli di pietrame sovrapposto, si dovrà procedere nello stesso modo alla progressiva scarnificazione e rimozione dei livelli successivi.

Va condotta manualmente da operai specializzati sotto diretto controllo dell'archeologo.

Massima cautela deve essere posta per accertare lo strato di assestamento del crollo e per evitare cedimenti.

#### C.7.2 *Scarnificazione di strutture*

Parziale rimozione della terra e piccole pietre fino alla identificazione del livello superiore della struttura, con recupero ed accantonamento dei reperti.

Va condotta manualmente da operai specializzati sotto diretto controllo dell'archeologo.

A contatto con la struttura, sia superiormente che lateralmente, si dovrà evitare l'impiego di strumenti metallici e la pulizia dovrà essere conseguita con scopette o pennellesse o pennelli della morbidezza richiesta dalla natura e consistenza della struttura stessa.

Massima cautela deve essere posta per accertare la natura e consistenza della struttura stessa per evitare cedimenti.

#### C.7.3 *Rimozione di crolli*

Va condotta a mano o a macchina con impiego di idonei strumenti per il sollevamento di blocchi di dimensioni consistenti (paranco, gru, ecc.), adottando tutte le necessarie norme di sicurezza sia per gli operatori che per evitare danni alle strutture.

L'esecuzione va affidata ad operai sotto il controllo dell'assistente di scavo, secondo le direttive impartite dall'archeologo.

## C.8 – SMONTAGGIO, TRASPORTO E RIMONTAGGIO DI STRUTTURE O DI COMPLESSI DI REPERTI

Da eseguirsi da restauratori o sotto il diretto controllo di restauratori, previa esecuzione della più particolareggiata, esauriente ed articolata documentazione possibile (G), inclusiva di rilievi in scala 1:1 su acetato e, ove opportuno, di riprese telecinematografiche.

In ogni fase delle operazioni, dalla progettazione alla sistemazione finale, si opererà secondo le indicazioni della Carta del Restauro 1972 e, in casi di particolare complessità, con la consulenza dell'I.C.R..

Per i reperti di particolare delicatezza e di piccole dimensioni il prelievo sarà effettuato alla presenza o direttamente ad opera dei restauratori.

### C.8.1.1 *Smontaggio di reperti, complessi di reperti o parti di struttura di piccole dimensioni*

Delimitazione del manufatto, isolamento dal terreno di scavo, consolidamento preliminare ed accurato rivestimento, imballo in fasce gessate, costruzione di idonea armatura intorno e sotto il manufatto, adattamento di stanghe o di altro sistema "a barella" per facilitarne il superamento e trasporto.

Può essere indicato l'uso di un mezzo meccanico per la separazione del manufatto imballato dal terreno di scavo.

### C.8.1.2 *Smontaggio di complessi di reperti o parti di struttura di piccole dimensioni*

Delimitazione del manufatto e suddivisione del medesimo, ove possibile, in sezioni trasportabili. Di seguito si opererà come in C.8.1.1.

### C.8.2 *Trasporto di reperti, complessi di reperti o parti di struttura di piccole dimensioni*

Sollevamento del manufatto imballato dal terreno di scavo anche mediante mezzi meccanici o comunque con ogni sistema atto ad evitarne o ridurre al minimo vibrazioni o urti.

Collocamento del manufatto imballato sul pianale del mezzo di trasporto, ulteriormente protetto sia inferiormente che lateralmente da uno strato consistente di materiale ammortizzante (quale stracci, ovatta, stoppia, sabbia). Predisposizione di una copertura per protezione da agenti atmosferici.

Il trasporto sarà effettuato con tutte le cautele ed il collocamento in laboratorio o in magazzino avverrà con lo stesso procedimento e con l'impiego, ove possibile, del mezzo meccanico per evitare o ridurre al minimo vibrazioni o urti.

### C.8.3 *Rimontaggio, nell'area degli scavi, di reperti, complessi di reperti o parti di strutture*

Costituzione di idoneo supporto avente le caratteristiche di stabilità atte a sostenere il peso del manufatto consolidato da ricollocare. Il sostegno deve essere isolato sia dal terreno sul quale poggia, sia dal manufatto da ricollocare, ovvero l'operazione deve essere interamente reversibile senza pregiudizio, tanto per l'area di scavo che per il manufatto da ricollocare.

Il sostegno deve essere costituito da materiale resistente al tempo ed alle intemperie e non dannoso per la conservazione del manufatto da ricollocare.

Il sostegno deve essere studiato accuratamente anche dal punto di vista estetico, perché sia accuratamente mimetizzato, oppure qualora la forma e le dimensioni non lo consentano, sia distinguibile ma non stridente con la situazione archeologica nella quale viene impiantato.

E' opportuno prevedere dei segnali o adeguati pannelli didattici ed illustrativi per differenziare, nella lettura dell'area di scavo, le situazioni originali "in situ" da quelle originali smontate e rimontate e dagli elementi di sostegno e restauro.

## **Art. 2.7**

### **TRATTAMENTO PRELIMINARE DEI REPERTI SUL CAMPO (D)**

#### **D.1 – SETACCIATURA**

Ferma restando la discrezionalità da parte della D.S. di ricorrere alla setacciatura, tale operazione viene comunque consigliata in relazione alle possibilità di recupero di reperti da essa offerta.

Le operazioni di setacciatura debbono essere condotte sotto la sorveglianza di collaboratori archeologi o di incaricato della D.S., vista la particolare delicatezza del lavoro.

La setacciatura può essere eseguita a mano o con setaccio sospeso, con maglie di dimensioni ritenute idonee dalla D.S.. Tale operazione va eseguita separatamente per ogni unità stratigrafica o livello o strato, secondo le indicazioni della D.S..

Prima di procedere a tale operazione è indispensabile che la D.S. verifichi la compatibilità del sistema con la natura dei materiali.

Qualora si ritenga opportuno far ricorso alla setacciatura ad acqua, per l'impianto di questo sistema si veda B.3.3. Il materiale di risulta dovrà essere smaltito con modalità analoghe a quelle previste al punto E.

#### **D.2 – FLOTTAZIONE**

Ferma restando la discrezionalità da parte della D.S. di ricorrere alla flottazione, tale operazione viene comunque consigliata in relazione alle possibilità di recupero di reperti (anche di minime dimensioni e di natura organica) da essa offerta.

Le operazioni di flottazione debbono essere condotte sotto la sorveglianza di collaboratori archeologi o di incaricato della D.S., vista la particolare delicatezza del lavoro.

Tale operazione va eseguita separatamente per ogni unità stratigrafica o livello o strato, secondo le indicazioni della D.S..

Prima di procedere a tale operazione è indispensabile che la D.S. verifichi la compatibilità del sistema con la natura dei materiali.

Qualora si ritenga opportuno far ricorso alla flottazione, per l'impianto di questo sistema si veda B.3.3.

Il materiale di risulta dovrà essere smaltito con modalità analoghe a quelle previste al punto E.

#### **D.3 – TRATTAMENTO PRELIMINARE DEI REPERTI**

Da effettuarsi in base alle disposizioni che verranno impartite dalla D.S..

#### **D.4 – TRATTAMENTO PRELIMINARE DELLE STRUTTURE**

Da effettuarsi in base alle disposizioni che verranno impartite dalla D.S..

#### **D.5 – CALCHI AI FINI CONSERVATIVI DI REPERTI, STRUTTURE, SUPERFICI**

Da effettuarsi in base alle disposizioni che verranno impartite dalla D.S..

## **Art. 2.8**

### **TRATTAMENTO DEI MATERIALI DI RISULTA (E)**

#### **E.1 – ACCUMULO DEL MATERIALE DI RISULTA DURANTE LO SCAVO**

(Vedere anche B.1) Contestualmente alla determinazione, ad opera della D.S., di aprire uno o più fronti di scavo, dovrà essere indicata una o più aree dove accumulare la terra di risulta per poter procedere, se del caso, alla setacciatura od alla flottazione, prima della rimozione.

Particolare attenzione dovrà essere posta :

- a) nell'evitare eccessive pendenze che possano rendere pericoloso l'accumulo;
- b) nell'evitare di ricoprire strutture o superfici non scavate, salvo impiego di adeguati isolanti (fogli di polietilene od altro)
- c) nell'evitare, ove le trincee o le fronti di scavo siano ravvicinate, che la terra di risulta possa mescolarsi e che l'andirivieni di uomini e mezzi possa provocare intralci al lavoro.

Nell'identificazione di aree e spazi adeguati all'accumulo del materiale di risulta va tenuta presente l'eventualità di dover tenere separata la terra di ogni strato (o di ogni taglio) qualora le condizioni di umidità non consentano di procedere immediatamente alla setacciatura; in tal caso ogni cumulo di terra deve essere identificato da una tabella recante tutte le indicazioni della trincea di provenienza.

E' comunque opportuno, anche ai fini di un eventuale impiego successivo (E.2.1) tenere separati terra e pietre di maggiori e di minori dimensioni.

#### **E.2.1 – RACCOLTA ED UTILIZZAZIONE DEL MATERIALE DI RISULTA**

Una volta eseguite le operazioni di setacciatura o flottazione o qualora esse non siano necessarie, andrà valutata, da parte della D.S., l'eventualità che il materiale di risulta possa essere utilizzato, nell'ambito dell'area di scavo, per riempimenti, recinzioni, muretti a secco, terrapieni, colmate di aree umide, sopraelevazioni provvisorie, camminamenti, protezione di superfici non scavate, realizzazione di strati di sacrificio a protezione delle strutture, sigillature di strati o di vani in caso di rischio di scavo clandestino o altro. In tali casi i materiali di risulta non verranno caricati e trasportati alla discarica, ma resteranno sul posto in attesa dell'utilizzo finale.

#### **E.2.2 – TRASPORTO DEL MATERIALE DI RISULTA ALLA DISCARICA O ALTROVE**

Quando, a insindacabile giudizio della D.S., il materiale di risulta potrà essere allontanato dall'area dello scavo, esso verrà caricato, manualmente o meccanicamente, su mezzi meccanici e trasportato alla pubblica discarica od in altro luogo che sia stato precedentemente concordato con i rappresentanti del Comune od altri Enti, senza che ciò comporti oneri aggiuntivi a carico della D.S.. Il carico ed il trasporto del materiale sarà effettuato ponendo massima cura a non danneggiare strutture e superfici non scavate (si veda anche B.3.4) e a non intralciare o disturbare i lavori in corso.

## **Art. 2.9**

## **ESECUZIONE DI RINTERRO (F)**

### **F.1 – ESECUZIONE DI RINTERRO IN TRINCEE**

Il rinterro delle trincee al termine delle operazioni di scavo e dopo che tutta la documentazione necessaria sarà stata eseguita, verrà effettuato, manualmente o meccanicamente secondo quanto indicato dalla D.S., avendo cura, soprattutto nel caso che il terreno circostante non sia stato oggetto di scavo, di isolare il fondo e le pareti della trincea con idonei materiali isolanti. Sul fondo è opportuno lasciare una o più targhette con indicazione delle coordinate della trincea e dell'anno di scavo. Gli strati di materiale isolante devono essere tanto più consistenti quanto più il terreno presenta condizioni di umidità. Nel caso in cui si preveda di riaprire la trincea, si eviterà nel riempimento l'impiego di pietre altro che nei livelli superiori e previo collocamento di diversi strati di terra fine e sabbia come ammortizzatore.

### **F.2 – ESECUZIONE DI RINTERRO DI VANI E DI COPERTURA DI STRUTTURE**

Le modalità ed i materiali necessari per il rinterro di vani o per la copertura di strutture dovranno essere valutati caso per caso dalla D.S. insieme con i restauratori, soprattutto in presenza di intonaci, paramenti murari degradati, superfici di arenaria, marna o calcare in stato di disfacimento, strutture pericolanti o altre situazioni problematiche. In tali casi sarà opportuno prevedere un adeguato consolidamento o puntellamento prima che venga eseguito il rinterro.

Qualora invece le condizioni lo consentano, nell'esecuzione dell'interro particolare attenzione sarà posta nell'isolamento delle superfici e delle strutture, e nell'impiego di materiale di grana fine per una parte o per tutto il riempimento.

Si valuterà con attenzione il modo di ottenere una efficace protezione dalle acque meteoriche e dagli agenti atmosferici, nel caso di zone di particolare umidità si studierà un adeguato sistema di drenaggio o di scorrimento delle acque (si veda anche B.7.1 e B.7.2).

## **Art. 2.10**

### **DOCUMENTAZIONE (G)**

Le attività previste in questa voce dovranno essere obbligatoriamente eseguite da specialisti per ciascuna delle materie interessate, e, in ogni caso, sotto la direzione costante dell'archeologo.

### **G.1 – DOCUMENTAZIONE DELLO SCAVO IN CORSO D'OPERA**

La documentazione dello scavo in corso d'opera dovrà prevedere, secondo le indicazioni della D.S. :

#### ***G.1.1 Redazione del giornale di scavo***

In cui vengono segnalati tutti gli interventi effettuati, le motivazioni che ne sono alla base, tutte le decisioni prese, non altrimenti apprezzabili tramite le schede di US, nonché i dati riguardanti l'attività del personale, dei mezzi dell'impresa e/o degli specialisti presenti sul cantiere di scavo e qualunque altra informazione utile alla migliore comprensione "a posteriori" del lavoro.

#### ***G.1.2 Redazione di schede US., USM, USR, TMA***

Contestualmente all'individuazione ed alla rimozione delle diverse unità stratigrafiche

#### G.1.3 *Esecuzione della documentazione fotografica (b/n, colori, diapositive)*

La D.S. disporrà, altresì, l'esecuzione di documentazione telecinematografica.

#### G.1.4 *Esecuzione della documentazione grafica*

Piante di strato, sezioni, planimetrie, prospetti, assonometrie, in scala da disporsi a cura della D.S..

#### G.1.5 *Registrazione e classificazione informatizzata dei reperti di scavo*

Possibilmente da eseguirsi giorno per giorno in concomitanza con l'andamento dei lavori. In tale operazione sarà opportuno predisporre un apposito programma di immissione e gestione informatica dei dati, adeguato alle quantità delle informazioni da gestire.

#### G.1.6 *Fotogrammetria computerizzata delle strutture (piante e prospetti) qui o A.2*

### G.1 – DOCUMENTAZIONE FINALE

#### G.2.1 *Realizzazione di schede su modelli ICCD*

Per la documentazione finale dello scavo, oltre a quanto detto al punto G.1, dovranno essere utilizzate le schede SAS, attraverso le quali si possono porre in relazione tra loro tutte le informazioni raccolte durante l'indagine archeologica (dati geografici, catastali, carte tematiche, dati cronologici, geologici, podologici del sito, la metodologia di scavo, la sequenza culturale, l'interpretazione storica, lo studio analitico dei reperti mobili, tabelle TMA e RA dei singoli oggetti, la documentazione fotografica e grafica, piante composite per fasi, diagramma stratigrafico; eventualmente dati di archivio relativi al sito oggetto di indagine). Le schede SAS dei singoli saggi dovranno poi confluire nelle schede MA e CA.

#### G.2.2 *Relazione scientifica e pubblicazione dei risultati*

Le risultanze dello scavo –corredate dalla necessaria documentazione- dovranno essere esposte in una relazione scientifica preliminare, tale da poter essere immediatamente pubblicata o consegnata immediatamente per la pubblicazione sull'organo ministeriale competente (Bollettino di Archeologia).

#### G.2.3 *Sintesi didattica*

Una sintesi della predetta relazione scientifica dovrà essere realizzata in forma didattica per poter costituire un'illustrazione del sito da presentare al pubblico. Nel caso di cantieri di lunga durata, conformemente alle indicazioni della D.S., dovrà essere prevista una presentazione ed una pubblicazione in corso d'opera dell'intervento e del suo significato, compresa –se opportuna- l'organizzazione di visite guidate.

#### G.2.4 *Proposte tecnico-scientifiche*

Sulla base dei dati emersi dalla schedatura scientifica del sito nel suo complesso, si dovrà inoltre stilare una relazione tecnico-scientifica in cui si propongano, secondo le direttive della D.S., iniziative di interventi per la salvaguardia e/o il restauro del sito.

### **Art. 2.11**

#### **PRELIEVI DI CAMPIONI ED ANALISI SPECIALISTICHE DA ESEGUIRSI DURANTE LO SCAVO (H)**

Le attività previste in questa voce dovranno essere obbligatoriamente eseguite da specialisti per ciascuna delle materie interessate, con le metodologie proprie per ciascuna materia e, in ogni caso, sotto la direzione costante dell'archeologo.

##### **H.1 – PRELIEVI**

Nel corso dello scavo archeologico dovranno essere prelevati, secondo le indicazioni della D.S., campioni di natura biologica (semi, pollini, pigmenti, resti paleobotanici, paleofaunistici, paleoantropologici e paleontologici), campioni di manufatti di natura inorganica (malte, intonaci, stucchi, laterizi, ceramica), campioni di manufatti di natura organica (oggetto in legno, intrecci vari, tessuti, carboni, ecc.).

##### **H.2 – ANALISI**

Se possibile ed ove necessario, nel corso dello scavo ed entro breve arco di tempo dalla fine dello stesso, si dovranno eseguire analisi specialistiche quali :

- analisi antropologiche ed antropometriche (compresa la definizione del DNA)
- determinazione specie arboree
- dendrocronologia
- analisi geologiche
- analisi idrogeologiche
- analisi podologiche – ph terreno
- analisi climatologiche
- ecc.

## **CAPITOLO 3**

### **DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO E MODO DI VALUTARE I LAVORI**

## **COPERTURE ASSICURATIVE**

Ai sensi del Decreto Legislativo n. 163/2006 e s.m. e i. l'Impresa appaltatrice è obbligata a stipulare una o più polizze assicurative che tengano indenni la Stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore, e che prevedano anche una garanzia di responsabilità civile per danni a terzi nell'esecuzione dei lavori sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio.

Di conseguenza è onere dell'Impresa appaltatrice, da ritenersi compensato nel corrispettivo dell'appalto, l'accensione, presso compagnie di gradimento della Stazione appaltante, di polizze relative:

1) all'assicurazione RCT per il massimale di **€ 1.000.000,00** per danni a persone, a cose e animali; tale polizza dovrà specificatamente prevedere l'indicazione che tra le "persone si intendono compresi i rappresentanti della Stazione appaltante, della Direzione lavori e dei soggetti preposti all'assistenza giornaliera e al collaudo".

La polizza di cui ai precedenti commi dovrà essere accesa prima della consegna dei lavori e deve portare la dichiarazione di vincolo a favore della Stazione appaltante e devono coprire l'intero periodo dell'appalto fino al completamento della consegna delle opere; devono altresì risultare in regola con il pagamento del relativo premio per lo stesso periodo indicato e deve essere esibita alla Stazione appaltante prima dell'inizio dei lavori e comunque prima della liquidazione del primo stato d'avanzamento, alla quale non si darà corso in assenza della documentazione comprovante l'intervenuta accensione delle polizze suddette.

## **SICUREZZA DEI LAVORI**

L'Appaltatore, prima della consegna dei lavori e, in caso di consegna d'urgenza, entro 5 gg. dalla data fissata per la consegna medesima, dovrà presentare il Piano Operativo di Sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, da considerare come piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza sopra menzionato.

L'Appaltatore, nel caso in cui i lavori in oggetto non rientrino nell'ambito di applicazione del D.Lgs 81/2007, è tenuto comunque a presentare un Piano di Sicurezza Sostitutivo del Piano di Sicurezza e coordinamento.

La Stazione appaltante, acquisite le osservazioni dell'Appaltatore, ove ne ravvisi la validità, ha facoltà di adeguare il Piano di Sicurezza a quanto segnalato dall'Appaltatore stesso.

E' altresì previsto che prima della dell'inizio dei lavori ovvero in corso d'opera, le imprese esecutrici possano presentare al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori proposte di modificazioni o integrazioni al Piano di Sicurezza e di coordinamento loro trasmesso al fine di adeguarne i

contenuti alle tecnologie proprie dell'Appaltatore, sia per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano stesso.

Il Piano della Sicurezza, così eventualmente integrato, dovrà essere rispettato in modo rigoroso. E' compito e onere dell'Impresa appaltatrice ottemperare a tutte le disposizioni normative vigenti in campo di sicurezza ed igiene del lavoro che le concernono e che riguardano le proprie maestranze, mezzi d'opera ed eventuali lavoratori autonomi cui esse ritenga di affidare, anche in parte, i lavori o prestazioni specialistiche in essi compresi.

In particolare l'Appaltatore dovrà, nell'ottemperare alle prescrizioni del D.Lgs 81/2007, consegnare al Direttore dei lavori e al Coordinatore per l'esecuzione copia del proprio Documento di Valutazione Rischi, copia della comunicazione alla ASL e Ispettorato del Lavoro, del nominativo del responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione, copia della designazione degli addetti alla gestione dell'emergenza.

All'atto dell'inizio dei lavori, e possibilmente nel verbale di consegna, l'Appaltatore dovrà dichiarare esplicitamente di essere perfettamente a conoscenza del regime di sicurezza del lavoro, ai sensi del D.Lgs 81/2008, in cui si colloca l'appalto e cioè:

- che il committente è ..... e per esso in forza delle competenze attribuitegli il sig. ....;

- che il Responsabile dei Lavori, eventualmente incaricato dal suddetto Committente, è l'Ing. Barletta .....

- che i lavori appaltati non rientrano nelle soglie fissate dal D.Lgs 81/2008 per la nomina dei Coordinatori della Sicurezza;

L'Appaltatore è altresì obbligato, nell'ottemperare a quanto prescritto dal Decreto Legislativo n. 163/2006 e successive modificazioni, ad inserire nelle "proposte integrative" o nel "piano di sicurezza sostitutivo" e nel "piano operativo di sicurezza":

i dati relativi all'impresa esecutrice

Anagrafica dell'impresa esecutrice

Rappresentante legale (datore di lavoro)

Nominativo del soggetto eventualmente delegato dal datore di lavoro per l'attuazione delle misure di sicurezza, accludendo possibilmente copia della delega conferita dal datore di lavoro

Nominativo del responsabile del servizio di prevenzione dell'impresa

Nominativo del medico competente (se esistono lavoratori soggetti a sorveglianza sanitaria)

Nominativi degli addetti alla sicurezza, alla prevenzione incendi, evacuazione e primo soccorso a livello aziendale e, eventualmente, di cantiere

Nominativo del rappresentante dei lavoratori per la sicurezza (specificare se trattasi di rappresentante aziendale di cantiere o di bacino, segnalare il caso in cui i lavoratori non si sono avvalsi della facoltà di nominare il RLS; nel caso di rappresentante di bacino è sufficiente indicare il bacino di appartenenza).

i dati relativi al singolo cantiere

Ubicazione del cantiere

Direttore tecnico del cantiere o responsabile dei lavori dell'impresa

Elenco dei lavoratori dipendenti dell'impresa presenti in cantiere e Consistenza media del personale dell'impresa nel cantiere

Indicazione delle lavorazioni affidate in subappalto e nominativi delle imprese designate per tali lavori (da aggiornare in corso d'opera)

Elenco dei documenti inerenti la sicurezza, le autorizzazioni, le conformità, le segnalazioni, le denunce, ecc. di competenza dell'appaltatore

Indicazioni sul protocollo sanitario previsto dal programma predisposto dal medico competente (MC)

Eventuali indicazioni e/o procedure di sicurezza, in merito all'uso di prodotti chimici utilizzati nelle lavorazioni

Indicazioni sulla natura di rischi di tipo professionale, ai quali sono esposti i lavoratori nelle specifiche lavorazioni del cantiere

Eventuali indicazioni di natura sanitaria inerenti le lavorazioni previste in cantiere, da portare a conoscenza del medico competente

Indicazioni sulla gestione dei rifiuti prodotti e/o gestiti in cantiere

Indicazioni sul livello di esposizione giornaliera al rumore (Lep, d) dei gruppi omogenei di lavoratori impegnati in cantiere

Indicazioni e procedure sulle emergenze antincendio e di pronto soccorso, previste in cantiere e relativi incaricati alla gestione dell'emergenza

Indicazioni tecniche sulla movimentazione manuale dei carichi

Indicazioni sulla segnaletica di sicurezza da prevedere in cantiere

Organizzazione e viabilità del cantiere

Descrizione sintetica dei servizi igienici e assistenziali e dei servizi sanitari e di pronto intervento dell'impresa

Elenco delle macchine, attrezzature ed eventuali sostanze pericolose utilizzate ed indicazione delle procedure per il loro corretto utilizzo

Elenco sommario dei DPI messi a disposizione dei lavoratori e loro modalità di utilizzo

Estratto delle procedure aziendali di sicurezza relative alle mansioni svolte nello specifico cantiere dai propri lavoratori dipendenti

Indicazione degli interventi formativi attuati in favore di: - Responsabile del servizio di prevenzione e protezione; addetti ai servizi di protezione, antincendio, evacuazione e primo soccorso; rappresentanti dei lavoratori; lavoratori entrati per la prima volta nel settore dopo l'1/1/97

Modalità di informazione dei lavoratori sui contenuti dei piani di sicurezza

Modalità di revisione del piano di sicurezza operativo

- quanto altro necessario a garantire la sicurezza e l'igiene del lavoro in relazione alla natura dei lavori da eseguire ed ai luoghi ove gli stessi dovranno svolgersi.

Il piano (o i piani) dovranno comunque essere aggiornati nel caso di nuove disposizioni in materia di sicurezza e di igiene del lavoro, o di nuove circostanze intervenute nel corso dell'appalto, nonché ogni qualvolta l'Appaltatore intenda apportare modifiche alle misure previste o ai macchinari ed attrezzature da impiegare.

Il piano (o i piani) dovranno comunque essere sottoscritti dall'Appaltatore, dal Direttore di Cantiere e, ove diverso da questi, dal progettista del piano, che assumono, di conseguenza:

- Il progettista: la responsabilità della rispondenza delle misure previste alle disposizioni vigenti in materia;

- L'Appaltatore ed il Direttore di Cantiere: la responsabilità dell'attuazione delle stesse in sede di esecuzione dell'appalto.

L'Appaltatore dovrà portare a conoscenza del personale impiegato in cantiere e dei rappresentanti dei lavori per la sicurezza il piano (o i piani) di sicurezza ed igiene del lavoro e gli eventuali successivi aggiornamenti, allo scopo di informare e formare detto personale, secondo le direttive eventualmente emanate dal Coordinatore per l'esecuzione.

### **PROPRIETA' DEI MATERIALI DI ESCAVAZIONE E DI DEMOLIZIONE**

Per i materiali provenienti da escavazioni o demolizioni si prescrive quanto segue: tutti i reperti di interesse archeologico dovranno essere accatastati, con le dovute cautele, in un box metallico che sarà fornito dall'impresa appaltatrice e, periodicamente, trasportati presso il nuovo museo archeologico di Pontecagnano.

L'accatastamento in cantiere si intende compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni.

Nel caso in cui detti materiali siano ceduti all'Appaltatore si applica il disposto del terzo comma dell'art. 36 del Capitolato generale.