Capitolo 1

TITOLO I - NORME CONTRATTUALI

TERMINI DI ESECUZIONE E PENALI

Art. 1. DICHIARAZIONE IMPEGNATIVA DELL'APPALTATORE

Fanno parte integrante del contratto e debbono in esso essere richiamati, ai sensi dell'art. 110 del D.P.R. n. 554/99:

Capitolato generale d'appalto dello Stato;
Elaborati grafici progettuali di cui alla concessione edilizia N. 27 del 1 febbraio 2006.;
Progetto esecutivo degli impianti elettrici ed idrotermosanitari;
Relazione di calcolo relativa alla Legge 9/1/1991 N.10 con allegati i dettagli delle coibentazioni termoacustiche;
Specifiche tecniche e relazioni tecniche di progetto;
L'elenco delle voci identificativo delle forniture e delle lavorazioni:
Il piano di sicurezza e di coordinamento ex art. 12 del d.lgs. 494/96 come modificato ed integrato;
Computo metrico estimativo delle opere relative agli apprestamenti ed alle attrezzature atte a garantire il rispetto delle norme in materia di igiene e sicurezza sul lavoro;
Cronoprogramma dei lavori;
Il fascicolo conforme all'art. 4 comma 1 lettera b) del d.lgs. 494/96;
La notifica preliminare (art. 11 del d.lgs. 494/96);
L'offerta presentata dall'Appaltatore.
L'Appaltatore dichiara di accettare le condizioni contenute nel Contratto e di disporre dei mezzi tecnici e finanziari necessari per assolvere agli impegni che ne derivano.
L'Appaltatore dichiara inoltre di aver preso visione dell'area di lavoro e dei disegni di progetto e di essere perfettamente edotto di tutte le condizioni tecniche ed economiche necessarie per una corretta valutazione dell'Appalto.
L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di elementi non valutati, tranne che tali elementi si configurino come cause di forza maggiore contemplate dal codice civile (e non escluse da altre norme del presente capitolato) o si riferiscano a condizioni soggette a possibili modifiche espressamente previste nel contratto.
Salvo quanto previsto dal presente capitolato e dal contratto, l'esecuzione dell'opera in oggetto è disciplinata da tutte le disposizioni vigenti in materia.
Le parti si impegnano comunque all'osservanza:
a) delle leggi, decreti, regolamenti e circolari emanati e vigenti alla data di esecuzione dei lavori;
b) delle leggi, decreti, regolamenti e circolari emanati e vigenti nella Regione, Provincia e Comune in cui si esegue l'appalto;
c) delle norme tecniche e decreti di applicazione;
d) delle leggi e normative sulla sicurezza, tutela dei lavoratori, prevenzione infortuni ed incendi;
e) di tutta la normativa tecnica vigente e di quella citata dal presente capitolato (nonché delle norme CNR, CEI, UNI ed altre specifiche europee espressamente adottate);
f) dell'Elenco voci allegato al contratto;
g) dei disegni di progetto contenuti in questo capitolato.
Resta tuttavia stabilito che la Direzione dei Lavori potrà fornire in qualsiasi momento, durante il corso dei lavori, disegni, specifiche e particolari conformi al progetto originale e relativi alle opere da svolgere, anche se non espressamente citati nel presente capitolato; tali elaborati potranno essere utilizzati soltanto per favorire una migliore comprensione di dettaglio di alcune parti specifiche dell'opera già definite nei disegni contrattuali.
In presenza degli impianti di cui all'art. 1 della legge 5 marzo 1990, n. 46 una particolare attenzione dovrà essere riservata, dall'Appaltatore, al pieno rispetto delle condizioni previste dalla legge medesima, in ordine alla "sicurezza degli impianti" ed ai conseguenti adempimenti, se ed in quanto dovuti.
Egli dovrà quindi:
– affidare l'installazione, la trasformazione e la manutenzione degli impianti previsti da tale legge a soggetti a ciò abilitati ed in possesso dei requisiti tecnico-professionali previsti, accertati e riconosciuti ai sensi degli artt. 2-3-4 e 5 della legge medesima;
– pretendere il rispetto delle disposizioni di cui all'art. 6 per quanto concerne l'iter previsto per la progettazione degli impianti;
– garantire la utilizzazione di materiali costruiti a regola d'arte e comunque il rispetto delle previsioni dell'art. 6;
– pretendere la presentazione della dichiarazione di conformità o di collaudo degli impianti così come prescritto dagli artt. 9 e 13 della legge 46/90.

Art. 2. OGGETTO DELL'APPALTO

L'Appalto ha per oggetto i lavori, le somministrazioni e le forniture complementari occorrenti per la realizzazione delle opere afferenti la costruzione di una "Foresteria dell'Atleta" così come descritto nelle specifiche tecniche allegate al progetto. Il contenuto dei documenti di progetto deve essere ritenuto esplicativo al fine di consentire all'Appaltatore di valutare l'oggetto dei lavori ed in nessun caso limitativo per quanto riguarda lo scopo del lavoro. Deve pertanto intendersi compreso nell'Appalto anche quanto non espressamente indicato ma comunque necessario per la realizzazione delle diverse opere.
Le opere saranno eseguite a perfetta regola d'arte, saranno finite in ogni parte e dovranno risultare atte allo scopo cui sono destinate, scopo del quale l'Appaltatore dichiara di essere a perfetta conoscenza.
Fanno parte dell'Appalto gli esecutivi delle opere in cemento armato che verranno depositati presso l'Ufficio del Genio Civile di Arezzo in conformità ai disposti della Legge 1086/ e Legge Regionale N.64/ .
Fanno parte dell'Appalto anche eventuali varianti, modifiche e aggiunte a quanto previsto nei documenti sopracitati che potranno essere richiesti all'Appaltatore in corso d'opera per mezzo di altri disegni complementari ed integrativi o per mezzo di istruzioni espresse sia dal Direttore dei Lavori che dal Responsabile dei Lavori.
Fanno inoltre parte dell'Appalto il coordinamento delle procedure esecutive e la fornitura degli apprestamenti e delle attrezzature atti a garantire, durante le fasi lavorative, la conformità a tutte le norme di prevenzione degli infortuni e di tutela della salute dei lavoratori, nel rispetto dell'art. 3 – Misure generali di tutela – del d.lgs. 626/94 e dei documenti allegati.

Art. 3. FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE

L'ubicazione, la forma, il numero e le principali dimensioni delle opere oggetto dell'appalto risultano dai disegni e dalle specifiche tecniche allegati al contratto di cui formano parte integrante, salvo quanto verrà meglio precisato in sede esecutiva dalla Direzione dei Lavori.
In concreto l'appalto comprende le seguenti opere particolari:
Opere di scavo e movimento terra ivi compreso quanto previsto per la sistemazione del lotto di pertinenza;
Opere strutturali in cemento armato ordinario (travi e pilastri) e prefabbricato (solai);
Opere murarie relative ai tamponamenti esterni ed ai divisori interni;
Opere di finitura interna quali pavimenti, rivestimenti,;
Intonaci e tinteggiature interne ed esterne;
Opere del lattoniere e del fabbro;
Opere a verde;
Impianti elettrici;
Impianti idrotermosanitari;
Opere di isolamento termoacustico;
Le indicazioni di cui sopra, nonché quelle di cui ai precedenti articoli ed i disegni da allegare al contratto, debbono ritenersi come atti ad individuare la consistenza qualitativa e quantitativa delle varie specie di opere comprese nell'Appalto.
Il committente si riserva comunque l'insindacabile facoltà di introdurre nelle opere stesse, sia all'atto della consegna dei lavori sia in sede di esecuzione, quelle varianti che riterrà opportune nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori, senza che l'Appaltatore possa da ciò trarre motivi per avanzare pretese di compensi e indennizzi di qualsiasi natura e specie non stabiliti nel presente Capitolato e sempreché l'importo complessivo dei lavori in più od in meno e/o resti nei limiti del 5% dell'importo complessivo dell'appalto.

Art. 4. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL COMMITTENTE

Il Committente è il soggetto per conto del quale viene realizzata l'intera opera, soggetto titolare del potere decisionale e di spesa relativo alla gestione dell'appalto .
Al Committente compete, con le conseguenti responsabilità:
– provvedere a predisporre il progetto esecutivo delle opere date in appalto;
– provvedere alla stesura dei capitolati tecnici ed in genere degli allegati al Contratto di Appalto;
– nominare il Direttore dei Lavori ed eventuali Assistenti coadiutori;
– nominare i Collaudatori strutturali ed impiantistici delle opere;
– svolgere le pratiche di carattere tecnico-amministrativo, concernenti in particolare lo svolgimento delle pratiche e le relative spese per l'ottenimento, da parte delle competenti Autorità, dei permessi, concessioni, autorizzazioni, licenze, ecc., necessari per la costruzione ed il successivo esercizio delle opere realizzate;
– le competenze professionali dei progettisti, del Direttore dei Lavori ed eventuali coadiutori e dei Collaudatori;
– nominare il Responsabile dei Lavori;
– nominare il Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione ed il Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori;

– svolgere le pratiche di carattere tecnico-amministrativo, concernenti le competenze professionali del Responsabile dei Lavori ed eventuali coadiutori, del Coordinatore per la progettazione e del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori;
– provvedere a comunicare all'Impresa appaltatrice i nominativi dei coordinatori in materia di sicurezza e salute per la progettazione e per l'esecuzione dei lavori;
– sostituire, nei casi in cui lo ritenga necessario, i coordinatori per la progettazione e per l'esecuzione dei lavori;
– chiedere all'Appaltatore di attestare l'iscrizione alla Camera di commercio, industria e artigianato ovvero di fornire altra attestazione di professionalità oltre ad una dichiarazione relativa all'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'INPS, all'INAIL e alle Casse edili;
– chiedere all'Appaltatore di attestare la professionalità delle imprese a cui intende affidare dei lavori in subappalto;
– chiedere all'Appaltatore una dichiarazione contenente l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e il rispetto degli obblighi assicurativi e previdenziali di legge;
– trasmettere all'organo di vigilanza territorialmente competente, prima dell'inizio dei lavori, la notifica preliminare.
Il Committente, nonostante abbia deciso di nominare un Responsabile dei Lavori, non viene per questo esonerato dalle responsabilità connesse alla verifica degli adempimenti in materia di igiene e sicurezza.

Art. 5. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL RESPONSABILE DEI LAVORI

Il Committente, ai fini della progettazione, o della esecuzione o del controllo dell'esecuzione dell'opera (art. 2 d.lgs. 494/96), incarica, quale Responsabile dei Lavori, il iscritto all'Albo degli della Provincia di al n. ;
Il responsabile dei lavori assume un ruolo sostitutivo del Committente e assume ogni competenza in merito alla effettiva organizzazione delle varie nomine e dei documenti già indicati, oltre alla verifica della messa in atto delle misure predisposte, con la facoltà di autonome valutazioni per eventuali miglioramenti legati ad aggiornamenti tecnologici.
Il grado di responsabilità che il Responsabile dei Lavori viene ad avere nello svolgimento delle sue mansioni connesse all'attuazione delle direttive del Committente è diretto ed equivalente a quello del Committente.

Art. 6. DIREZIONE DEI LAVORI

Il Committente dichiara di aver affidato l'incarico della Direzione dei Lavori Generale al iscritto all'Albo degli della Provincia di al n. ;
Il Committente dichiara inoltre di riconoscere l'operato del Direttore dei Lavori, quale Suo rappresentante, per tutto quanto attiene all'esecuzione dell'Appalto.

Art. 7. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL DIRETTORE DEI LAVORI

Il Direttore dei Lavori è un ausiliario del Committente e ne assume la rappresentanza in un ambito strettamente tecnico vigilando sulla buona esecuzione delle opere e sulla loro corrispondenza alle norme contrattuali con funzione, per l'appaltatore, di interlocutore esclusivo relativamente agli aspetti tecnici ed economici del contratto.
In particolare il Direttore dei Lavori è tenuto a:
– accertare che, all'atto dell'inizio dei lavori, siano messi a disposizione dell'Appaltatore, da parte del Committente, gli elementi grafici e descrittivi di progetto necessari per la regolare esecuzione delle opere in relazione al programma dei lavori;
– vigilare perché i lavori siano eseguiti a perfetta regola d'arte ed in conformità al progetto, al contratto ed al programma dei lavori, verificandone lo stato e richiamando formalmente l'Appaltatore al rispetto delle disposizioni contrattuali in caso di difformità o negligenza;
– effettuare controlli, quando lo ritenga necessario, sulla quantità e qualità dei materiali impiegati ed approvvigionati, avendone la specifica responsabilità dell'accettazione degli stessi;
trasmettere tempestivamente, durante il corso dei lavori, ulteriori elementi particolari di progetto necessari al regolare ed ordinato andamento dei lavori; dare le necessarie istruzioni nel caso che l'Appaltatore abbia a rilevare omissioni, inesattezze o discordanze nelle tavole grafiche o nella descrizione dei lavori;
relazionare al Committente sulle eventuali richieste di subappalto analizzando la capacità organizzativa ed esecutiva degli eventuali subappaltatori nonché la loro regolarità contributiva;
– sollecitare l'accordo fra il Committente e l'Appaltatore in ordine ad eventuali variazioni del progetto;
– fare osservare, per quanto di sua competenza, le prescrizioni vigenti in materia di costruzioni in conglomerato cementizio armato ed in acciaio;
svolgere l'alto controllo della contabilizzazione delle opere, provvedendo all'emissione dei certificati di pagamento ed alla liquidazione finale delle opere;
accertare, prima dell'emissione della fattura a saldo di ogni singolo stato di avanzamento, la regolarità contributiva dell'appaltatore ottenendo le dovute certificazioni;
– redigere in contraddittorio con l'Appaltatore, il verbale di ultimazione dei lavori ed il verbale di verifica provvisoria

dei lavori ultimati;
– redigere la relazione finale sull'andamento dei lavori e sullo stato delle opere;
– assistere ai collaudi;

Art. 8. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL COORDINATORE IN MATERIA DI SICUREZZA PER LA PROGETTAZIONE

Il Responsabile dei Lavori (artt. 4 e 10 d.lgs. 494/96), incarica, quale Il Coordinatore della sicurezza per la progettazione, l' iscritta all'albo degli della Provincia di al N. in possesso dei requisiti professionali di cui all'art. 10 d.lgs. 494/96.
Ad esso compete, con le conseguenti responsabilità:
– redigere il piano di sicurezza e coordinamento ai sensi dell'art. 12 d.lgs. 494/96 e successive modifiche ed integrazioni;
– predisporre un fascicolo con le informazioni utili ai fini della prevenzione e protezione dai rischi cui sono esposti i lavoratori, che dovrà essere considerato anche all'atto di eventuali lavori successivi sull'opera.

Art. 9. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL COORDINATORE IN MATERIA DI SICUREZZA PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Il Responsabile dei Lavori (artt. 4 e 10 d.lgs. 494/96), incarica, quale Il Coordinatore della sicurezza per l'esecuzione dei lavori, iscritto all'albo della Provincia di al N. in possesso dei requisiti professionali di cui all'art. 10 d.lgs. 494/96.
Ad esso compete, con le conseguenti responsabilità:
– verificare, tramite opportune azioni di coordinamento e controllo, l'applicazione, da parte delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi, delle disposizione loro pertinenti contenute nel Piano di sicurezza e di coordinamento e la corretta applicazione delle relative procedure di lavoro;
– verificare l'idoneità del Piano operativo di sicurezza, da considerare come piano complementare e di dettaglio del Piano di sicurezza e coordinamento assicurandone la coerenza con quest'ultimo e adeguare il piano di sicurezza e coordinamento ed i fascicoli informativi in relazione all'evoluzione dei lavori ed alle eventuali modifiche intervenute, valutando le proposte delle imprese esecutrici dirette a migliorare la sicurezza in cantiere, nonché verificare che le imprese esecutrici adeguino, se necessario, i rispettivi Piani operativi di sicurezza;
– organizzare tra i datori di lavoro, ivi compresi i lavoratori autonomi, la cooperazione ed il coordinamento delle attività nonché la loro reciproca informazione;
– verificare quanto previsto dagli accordi tra le parti sociali al fine di assicurare il coordinamento tra i rappresentanti per la sicurezza al fine di migliorare le condizioni di sicurezza nel cantiere;
– segnalare e proporre al Committente od al Responsabile dei Lavori, previa contestazione scritta alle imprese ed ai lavoratori autonomi interessati, in caso di gravi inosservanze delle norme di sicurezza, la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o dei lavoratori autonomi dal cantiere o la risoluzione del contratto. Qualora il Committente o il Responsabile dei Lavori non adotti alcun provvedimento in merito alla segnalazione, senza fornire idonea motivazione, il Coordinatore per l'esecuzione provvede a dare comunicazione dell'inadempienza all'ASL territorialmente competente e alla Direzione provinciale del lavoro;
– sospendere, in caso di pericolo grave ed imminente, le singole lavorazioni fino alla comunicazione scritta degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle imprese interessate.

Art. 10. RISERVATEZZA DEL CONTRATTO

Il Contratto, come pure i suoi allegati, devono essere considerati riservati fra le parti.
Ogni informazione o documento che divenga noto in conseguenza od in occasione dell'esecuzione del Contratto, non potrà essere rivelato a terzi senza il preventivo accordo fra le parti.
In particolare l'Appaltatore non può divulgare notizie, disegni e fotografie riguardanti le opere oggetto dell'Appalto né autorizzare terzi a farlo.

Art. 11. PENALI

L'Appaltatore, per il tempo impiegato nell'esecuzione dei lavori oltre il termine contrattuale, salvo il caso di ritardo a lui non imputabile e riconosciuto dal Direttore dei Lavori, dovrà rimborsare all'Appaltante le relative spese di assistenza e sottostare ad una penale pecuniaria stabilita nella misura di € 1000 (euro mille) per ogni giorno di ritardo. L'ammontare delle spese di assistenza e della penale verrà dedotto dall'importo contrattualmente fissato ancora dovuto oppure sarà trattenuto sulla cauzione.

Art. 12. DIFESA AMBIENTALE

L'Appaltatore si impegna, nel corso dello svolgimento dei lavori, a salvaguardare l'integrità dell'ambiente, rispettando le norme attualmente vigenti in materia ed adottando tutte le precauzioni possibili per evitare danni di ogni genere.
In particolare, nell'esecuzione delle opere, deve provvedere a:
– evitare l'inquinamento delle falde e delle acque superficiali;
– effettuare lo scarico dei materiali solo nelle discariche autorizzate;
– segnalare tempestivamente al Committente ed al Direttore dei Lavori il ritrovamento, nel corso dei lavori di scavo, di opere sotterranee che possano provocare rischi di inquinamento o materiali contaminati.

Art. 13. TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI

Ai fini e per gli effetti della legge 675/96 il Committente si riserva il diritto di inserire il nominativo dell'Impresa appaltatrice nell'elenco dei propri clienti ai fini dello svolgimento dei futuri rapporti contrattuali e commerciali, in base all'art. 12, comma 1, lett. b) della legge citata.
L'Appaltatore potrà in ogni momento esercitare i diritti previsti dall'art. 13 della legge citata; in particolare potrà chiedere la modifica e la cancellazione dei propri dati.

TITOLO II – PROGRAMMA DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Art. 14. ORDINI DI SERVIZIO

Il Direttore dei Lavori impartisce tutte le disposizioni e istruzioni all'Appaltatore mediante un ordine di servizio, redatto in duplice copia sottoscritto dal Direttore dei Lavori emanante e comunicato all'Appaltatore che lo restituisce firmato per avvenuta conoscenza.

L'Appaltatore è tenuto ad uniformarvisi, salva la facoltà di esprimere, sui contenuti degli stessi, le proprie riserve ed osservazioni nei modi prescritti dalla legge.

Art. 15. CONSEGNA, INIZIO ED ESECUZIONE DEI LAVORI

Il Direttore dei Lavori comunica all'Appaltatore il giorno ed il luogo in cui deve presentarsi per ricevere la consegna dei lavori, munito del personale idoneo nonché delle attrezzature e dei materiali necessari per eseguire, ove occorra, il tracciamento dei lavori secondo i piani, profili e disegni di progetto. Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri per le spese relative alla consegna, alla verifica ed al completamento del tracciamento.

Su indicazione del Direttore dei Lavori devono essere collocati a cura dell'Appaltatore, picchetti, capisaldi, sagome, termini, ovunque si riconoscano necessari.

Il Direttore dei Lavori procederà alla consegna dell'area, redigendo un verbale in contraddittorio con l'Appaltatore in duplice copia firmato dal Direttore dei Lavori e dall'Appaltatore. Dalla data del verbale di consegna decorre il termine utile per il compimento dei lavori.

Il verbale di consegna contiene l'indicazione delle condizioni e delle circostanze speciali locali riconosciute e le operazioni eseguite, come i tracciamenti, gli accertamenti di misura, i collocamenti di sagome e capisaldi. Contiene inoltre l'indicazione delle aree, delle eventuali cave, dei locali e quant'altro concesso all'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori oltre alla dichiarazione che l'area oggetto dei lavori è libera da persone e cose e che lo stato attuale è tale da non impedire l'avvio e la prosecuzione dei lavori.

Il Direttore dei Lavori è responsabile della corrispondenza del verbale di consegna dei lavori all'effettivo stato dei luoghi.

Nel caso di subentro di un Appaltatore ad un altro nell'esecuzione dell'appalto, il Direttore dei Lavori redige apposito verbale in contraddittorio con entrambi gli appaltatori per accertare la reale consistenza dei materiali, dei mezzi d'opera e di quant'altro il nuovo Appaltatore deve assumere dal precedente, oltre ad indicare eventuali indennità da corrispondersi.

Art. 16. IMPIANTO DEL CANTIERE E PROGRAMMA DEI LAVORI

L'Appaltatore dovrà provvedere entro 15 (quindici) 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 ed allegato ai documenti progettuali consegnati per la gara d'appalto.

Il programma dei lavori è un atto contrattuale che stabilisce la durata delle varie fasi della realizzazione di un'opera.

Il programma dei lavori si rende necessario anche per la definizione delle misure di prevenzione degli infortuni che devono essere predisposte dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori prima e durante lo svolgimento delle opere. In questo senso il programma dei lavori dovrà essere definito negli stessi casi previsti per la redazione del Piano di sicurezza e coordinamento.

In base all'art. 3 del d.lgs. 494/96 questo documento deve essere approntato dal Committente o dal Responsabile dei Lavori parallelamente alla redazione del progetto ed in accordo con le date di inizio e fine dei lavori stabilite dal contratto principale, individuando nel dettaglio tutti i tempi necessari per l'esecuzione delle parti dell'opera.

In presenza di particolari esigenze il committente si riserva, comunque, la facoltà di apportare modifiche non sostanziali al programma predisposto.

Art. 17. ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente capitolato o degli altri atti contrattuali.

Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni del Capitolato Generale dei Lavori Pubblici, le norme UNI, CNR, CEI e le altre norme tecniche europee adottate dalla vigente legislazione.

Sia nel caso di forniture legate ad installazione di impianti che nel caso di forniture di materiali d'uso più generale, l'Appaltatore dovrà presentare adeguate campionature almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori, ottenendo l'approvazione della Direzione dei Lavori.

Le caratteristiche dei vari materiali e forniture saranno definite nei modi seguenti:

a) dalle prescrizioni generali del presente capitolato;

b) dalle prescrizioni particolari riportate negli articoli seguenti;

c) dalle descrizioni riportate nell'allegato elenco voci;

d) dalle eventuali descrizioni specifiche aggiunte come integrazioni o come allegati al presente capitolato;

e) da disegni, dettagli esecutivi o relazioni tecniche allegati al progetto.

Resta comunque contrattualmente fissato che tutte le specificazioni o modifiche apportate nei modi suddetti fanno parte integrante del presente capitolato.

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in qualsiasi momento ad eseguire o far eseguire presso il laboratorio o istituto indicato, tutte le prove prescritte dal presente capitolato o dalla Direzione dei Lavori sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in genere.

Il prelievo dei campioni destinati alle verifiche qualitative dei materiali stessi, da eseguire secondo le norme tecniche vigenti, verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Qualora in corso d'opera, i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti o si verificasse la necessità di cambiare gli approvvigionamenti, l'Appaltatore sarà tenuto alle relative sostituzioni e adeguamenti senza che questo costituisca titolo ad avanzare alcuna richiesta di variazione prezzi.

Le forniture non accettate ad insindacabile giudizio dalla Direzione dei Lavori dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Appaltante si riserva di avanzare in sede di collaudo finale.

Art. 18. ACCETTAZIONE DEGLI IMPIANTI

Tutti gli impianti presenti nell'appalto da realizzare e la loro messa in opera completa di ogni categoria o tipo di lavoro necessari alla perfetta installazione, saranno eseguiti nella totale osservanza delle prescrizioni progettuali, delle disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori, delle specifiche del presente capitolato o degli altri atti contrattuali, delle leggi, norme e regolamenti vigenti in materia.

Si richiamano espressamente tutte le prescrizioni, a riguardo, presenti nel Capitolato Generale, le norme UNI, CNR, CEI e tutta la normativa specifica in materia.

L'Appaltatore è tenuto a presentare un'adeguata campionatura delle parti costituenti l'impianto nei tipi di installazione richiesti ed una serie di certificati comprovanti origine e qualità dei materiali impiegati.

Tutte le forniture relative agli impianti non accettate ai sensi del precedente articolo, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

Durante l'esecuzione dei lavori di preparazione, di installazione, di finitura degli impianti e delle opere murarie relative, l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni della normativa vigente in materia antinfortunistica oltre alle suddette specifiche progettuali o del presente capitolato, restando fissato che eventuali discordanze, danni causati direttamente od indirettamente, imperfezioni riscontrate durante l'installazione od il collaudo ed ogni altra anomalia segnalata dalla Direzione dei Lavori, dovranno essere prontamente riparate a totale carico e spese dell'Appaltatore.

TITOLO III – SOSPENSIONI O RIPRESE DEI LAVORI

Art. 19. SOSPENSIONI, RIPRESE E PROROGHE DEI LAVORI

Qualora circostanze speciali impediscano in via temporanea che i lavori procedano utilmente secondo quanto contenuto e prescritto dai documenti contrattuali, il Direttore dei Lavori può ordinarne la sospensione redigendo apposito verbale, indicando le ragioni e l'imputabilità anche con riferimento alle risultanze del verbale di consegna.

I termini di consegna si intendono prorogati di tanti giorni quanti sono quelli della sospensione; analogamente si procederà nel caso di sospensione o ritardo derivanti da cause non imputabili all'Appaltatore.

Durante la sospensione dei lavori, il Direttore dei Lavori può disporre visite in cantiere volte ad accertare le condizioni delle opere e la consistenza delle attrezzature e dei mezzi eventualmente presenti, dando, ove occorra, disposizioni nella misura strettamente necessaria per evitare danni alle opere già eseguite, alle condizioni di sicurezza del cantiere e per facilitare la ripresa dei lavori.

La ripresa dei lavori viene effettuata dal Direttore dei Lavori, redigendo opportuno verbale di ripresa dei lavori, non appena sono cessate le cause della sospensione. Detto verbale è firmato dall'Appaltatore ed inviato alla committenza. Nel verbale di ripresa il Direttore dei Lavori deve indicare il nuovo termine contrattuale.

Nel caso che i lavori debbano essere totalmente o definitivamente sospesi per cause di forza maggiore o per cause dipendenti direttamente od indirettamente dal Committente, l'Appaltatore, oltre alla corrispondente proroga dei tempi di consegna, ha diritto, dopo 90 (novanta) giorni consecutivi di sospensione, o dopo la notifica da parte del Committente della definitiva sospensione dei lavori:

– al rimborso delle spese vive di cantiere sostenute durante il periodo di sospensione;

– al pagamento del nolo per le attrezzature installate, oppure al pagamento delle spese di rimozione, trasporto e ricollocamento in opera delle stesse, e ciò a scelta del Direttore dei Lavori;

– al pagamento, nei termini contrattuali, dell'importo delle opere, prestazioni e forniture eseguite fino alla data di sospensione dei lavori.

Qualora la sospensione non fosse totale, il Direttore dei Lavori, previo accordo fra le parti, stabilirà l'entità della proroga dei termini di consegna e l'ammontare dell'indennizzo da corrispondere all'Appaltatore stesso.

Sospensioni e ritardi saranno presi in considerazione solo se espressamente riconosciuti come tali con annotazione del Direttore dei Lavori sul giornale dei lavori.

Art. 20. SOSPENSIONE DEI LAVORI PER PERICOLO GRAVE ED IMMEDIATO O PER MANCANZA DEI REQUISITI MINIMI DI SICUREZZA

In caso di inosservanza di norme in materia di igiene e sicurezza sul lavoro o in caso di pericolo imminente per i lavoratori, il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori o il Responsabile dei Lavori ovvero il Committente, potrà ordinare la sospensione dei lavori, disponendone la ripresa solo quando sia di nuovo assicurato il rispetto della normativa vigente e siano ripristinate le condizioni di sicurezza e igiene del lavoro.

Per sospensioni dovute a pericolo grave ed imminente il Committente non riconoscerà alcun compenso o indennizzo all'Appaltatore; la durata delle eventuali sospensioni dovute ad inosservanza dell'Appaltatore delle norme in materia di sicurezza, non comporterà uno slittamento dei tempi di ultimazione dei lavori previsti dal contratto.

Art. 21. VARIAZIONI DEI LAVORI

Variazioni o addizioni al progetto approvato possono essere introdotte solo su specifica disposizione del Direttore dei Lavori e preventivamente approvata dal Committente nel rispetto delle condizioni e dei limiti definiti per legge.

Non può essere introdotta alcuna variazione o addizione al progetto approvato da parte dell'Appaltatore. Lavori eseguiti e non autorizzati non verranno pagati e sarà a carico dell'Appaltatore la rimessa in pristino dei lavori e delle opere nella situazione originaria secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori.

Non saranno considerati varianti gli interventi disposti dal Direttore dei Lavori per risolvere aspetti di dettaglio che siano contenuti entro il 5% in più od in meno dell'importo contrattuale.

Art. 22. LAVORO NOTTURNO E FESTIVO

Nell'osservanza delle norme relative alla disciplina del lavoro e nel caso di ritardi tali da non garantire il rispetto dei termini contrattuali, la Direzione dei Lavori potrà ordinare la continuazione delle opere oltre gli orari fissati e nei giorni festivi secondo le disposizioni di legge senza che all'Appaltatore competano riconoscimenti economici di sorta;

TITOLO IV – ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE

Art. 23. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE

L'Appaltatore è colui che assume il compimento dell'opera appaltata con l'organizzazione di tutti i mezzi necessari; pertanto ad esso compete, con le conseguenti responsabilità:

– nominare il Direttore tecnico di cantiere e comunicarlo al Committente ovvero al Responsabile dei Lavori, al Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione ed al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione;

– comunicare al Committente ovvero al Responsabile dei Lavori, al Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione ed al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione il nominativo del Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione;

– redigere il Piano operativo di sicurezza conformemente a quanto indicato e prescritto all'art. 2 comma 1 lettera f-ter del d.lgs. 494/96 da considerare quale piano complementare e di dettaglio del Piano di sicurezza e coordinamento per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori;

– predisporre gli impianti, le attrezzature ed i mezzi d'opera per l'esecuzione dei lavori, nonché gli strumenti ed il personale necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni e controlli;

– predisporre le occorrenti opere provvisionali, quali ponteggi, cesate con relativa illuminazione notturna, recinzioni, baracche per il deposito materiale e per gli altri usi di cantiere, nonché le strade interne occorrenti alla agibilità del cantiere ed in generale quanto previsto dal progetto di intervento relativo alla sicurezza contenuto nel Piano di sicurezza e coordinamento;

– predisporre per le esigenze del Committente e della Direzione dei Lavori, un locale illuminato e riscaldato con attrezzatura minima da ufficio;

– provvedere agli allacciamenti provvisori, in mancanza di quelli definitivi, per i servizi di acqua, energia elettrica, telefono e fognatura di cantiere;

– provvedere al conseguimento dei permessi di scarico dei materiali e di occupazione del suolo pubblico e gli altri usi;

– provvedere all'installazione, agli ingressi del cantiere di due cartelli (dimensioni 4x3 metri) con le indicazioni relative al progetto, al Committente, all'Impresa esecutrice delle opere, al Progettista, al Direttore dei Lavori;

– provvedere all'esecuzione dei rilievi delle situazioni di fatto ed ai tracciamenti delle opere in progetto, alla verifica ed alla conservazione dei capisaldi;

– provvedere all'esecuzione dei disegni concernenti lo sviluppo di dettaglio delle opere da eseguire (casellari, tabelle ferri per c.a., sketches, elenchi materiali, schede di lavorazione, schemi di officina, ecc.);

– provvedere all'assicurazione con un massimale di € contro i danni dell'incendio, dello scoppio del gas e del fulmine per gli impianti e attrezzature di cantiere, per i materiali a piè d'opera e per le opere già eseguite o in corso di esecuzione;

– provvedere all'assicurazione con un massimale di € di responsabilità civile per danni causati anche a terze persone ed a cose di terzi;

– provvedere alla sorveglianza di cantiere ed alla assicurazione contro il furto tanto per le cose proprie che dei fornitori, alla sua pulizia quotidiana, allo sgombero, a lavori ultimati, delle attrezzature, dei materiali residuati e di quant'altro non utilizzato nelle opere;

– approvvigionare tempestivamente i materiali necessari per l'esecuzione delle opere;

– disporre in cantiere di idonee e qualificate maestranze in funzione delle necessità delle singole fasi dei lavori, segnalando al Direttore dei Lavori l'eventuale personale tecnico ed amministrativo alle sue dipendenze destinato a coadiuvarlo;

– corrispondere ai propri dipendenti le retribuzioni dovute e rilasciare dichiarazione di aver provveduto nei loro confronti alle assistenze, assicurazioni e previdenze secondo le norme di legge e dei contratti collettivi di lavoro;

– provvedere alla fedele esecuzione del progetto esecutivo delle opere date in Appalto, integrato dalle prescrizioni tecniche impartite dal Direttore dei Lavori, in modo che l'esecuzione risulti conforme alle pattuizioni contrattuali ed a perfetta regola d'arte;

– richiedere tempestivamente al Direttore dei Lavori disposizioni per quanto risulti omesso, inesatto o discordante nelle tavole grafiche o nella descrizione dei lavori;

– tenere a disposizione del Direttore dei Lavori i disegni, le tavole ed i casellari di ordinazione per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione ad estranei e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni ed i modelli avuti in consegna dal Direttore dei Lavori;

– provvedere alla tenuta delle scritture di cantiere, a norma di contratto;

– osservare le prescrizioni delle vigenti leggi in materia di esecuzione di opere in conglomerato cementizio, di accettazione dei materiali da costruzione e provvedere alla eventuale denuncia delle opere in c.a. ai sensi della legge 1086/71; provvedere alla confezione ed all'invio di campioni di legante idraulico, ferro tondo e cubetti di prova del calcestruzzo agli Istituti autorizzati dalla legge, per le normali prove di laboratorio;

– provvedere i materiali, i mezzi e la mano d'opera occorrenti per le prove di collaudo;

– prestarsi, qualora nel corso dell'opera si manifestino palesi fenomeni che paiano compromettere i risultati finali, agli accertamenti sperimentali necessari per constatare le condizioni di fatto anche ai fini dell'accertamento delle eventuali responsabilità;

– promuovere ed istituire nel cantiere oggetto del presente capitolato, un sistema gestionale permanente ed organico diretto alla individuazione, valutazione, riduzione e controllo costante dei rischi per la sicurezza e la salute dei dipendenti e dei terzi operanti nell'ambito dell'impresa;

– promuovere le attività di prevenzione, in coerenza a principi e misure predeterminati;

– promuovere un programma di informazione e formazione dei lavoratori, individuando i momenti di consultazione dei dipendenti e dei loro rappresentanti;

– mantenere in efficienza i servizi logistici di cantiere (uffici, mensa, spogliatoi, servizi igienici, docce, ecc.);

– assicurare:

• il mantenimento del cantiere in condizioni ordinate e di soddisfacente salubrità;

• la più idonea ubicazione delle postazioni di lavoro;

• le più idonee condizioni di movimentazione dei materiali;

• il controllo e la manutenzione di ogni impianto che possa determinare situazioni di pericolo per la sicurezza e la salute dei lavoratori;

• la più idonea sistemazione delle aree di stoccaggio e di deposito;

• il tempestivo approntamento in cantiere delle attrezzature, degli apprestamenti e delle procedure esecutive previste dai piani di sicurezza ovvero richieste dal Coordinatore in fase di esecuzione dei lavori;

– rilasciare dichiarazione al Committente di aver sottoposto tutti i lavoratori presenti in cantiere a sorveglianza sanitaria secondo quanto previsto dalla normativa vigente e/o qualora le condizioni di lavoro lo richiedano;

– provvedere alla fedele esecuzione delle attrezzature e degli apprestamenti conformemente alle norme contenute nel piano per la sicurezza e nei documenti di progettazione della sicurezza;

– richiedere tempestivamente disposizioni per quanto risulti omesso, inesatto o discordante nelle tavole grafiche o nel piano di sicurezza ovvero proporre modifiche ai piani di sicurezza nel caso in cui tali modifiche assicurino un maggiore grado di sicurezza;

– tenere a disposizione dei Coordinatori per la sicurezza, del Committente ovvero del Responsabile dei Lavori e degli Organi di Vigilanza, copia controfirmata della documentazione relativa alla progettazione e al piano di sicurezza;

– fornire alle imprese subappaltanti e ai lavoratori autonomi presenti in cantiere:

• adeguata documentazione, informazione e supporto tecnico-organizzativo;

• le informazioni relative ai rischi derivanti dalle condizioni ambientali nelle immediate vicinanze del cantiere, dalle condizioni logistiche all'interno del cantiere, dalle lavorazioni da eseguire, dall'interferenza con altre imprese secondo quanto previsto dall'art. 7 del d.l. 626/94;

• le informazioni relative all'utilizzo di attrezzature, apprestamenti, macchinari e dispositivi di protezione collettiva ed individuale;

– mettere a disposizione di tutti i Responsabili del Servizio di Prevenzione e Protezione delle imprese subappaltanti e dei lavoratori autonomi il progetto della sicurezza ed il Piano di sicurezza e coordinamento;

– informare il Committente ovvero il Responsabile dei Lavori e i Coordinatori per la sicurezza delle proposte di modifica al Piano di sicurezza e coordinamento formulate dalle imprese subappaltanti e dai lavoratori autonomi;

– organizzare il servizio di pronto soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori in funzione delle caratteristiche morfologiche, tecniche e procedurali del cantiere oggetto del presente Appalto;

– affiggere e custodire in cantiere una copia della notifica preliminare;

– fornire al Committente o al Responsabile dei Lavori i nominativi di tutte le imprese e i lavoratori autonomi ai quali intende affidarsi per l'esecuzione di particolari lavorazioni, previa verifica della loro idoneità tecnico-professionale.

Per effetto di tale situazione ogni e qualsiasi danno o responsabilità che dovesse derivare dal mancato rispetto delle disposizioni sopra richiamate, sarà a carico esclusivamente all'Appaltatore con esonero totale della stazione Appaltante.

L'Appaltatore è l'unico responsabile dell'esecuzione delle opere appaltate in conformità a quanto prescritto dalla normativa vigente in materia, della rispondenza di dette opere e parti di esse alle condizioni contrattuali, dei danni direttamente o indirettamente causati durante lo svolgimento dell'appalto.

Nel caso di inosservanza da parte dell'Appaltatore delle disposizioni di cui sopra, la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà, previa diffida a mettersi in regola, sospendere i lavori restando l'Appaltatore tenuto a risarcire i danni direttamente o indirettamente derivati al Committente in conseguenza della sospensione.

Qualora nella costruzione si verifichino assestamenti, lesioni, difetti od altri inconvenienti, l'Appaltatore deve segnalarli immediatamente al Direttore dei Lavori e prestarsi agli accertamenti sperimentali necessari per riconoscere se egli abbia in qualche modo trasgredito le abituali buone regole di lavoro.

Per le opere escluse dall'Appalto, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire:

– lo scarico in cantiere ed il trasporto a deposito, l'accatastamento, l'immagazzinamento e la custodia nell'ambito del cantiere dei materiali e manufatti siano essi approvvigionati dal Committente che dai fornitori da lui prescelti;

– il sollevamento ed il trasporto al luogo di impiego dei materiali e dei manufatti;

– in generale la fornitura di materiali e di mano d'opera edili ed il noleggio di attrezzature e macchine occorrenti per la posa in opera e per le assistenze murarie alle Ditte fornitrici.

Per tutte le suddette prestazioni l'Appaltatore verrà compensato in economia secondo quanto stabilito dal Prezziario delle Opere Pubbliche della Toscana con un abbattimento percentuale del 20%.

L'Appaltatore si impegna, altresì, a rilasciare, in concomitanza con l'emissione della fattura relativa ad ogni singolo stato di avanzamento, il Durc aggioranato;

L'Appaltatore si impegna a consegnare tempestivamente, e comunque 60 (sessanta) giorni prima dell'ingresso in cantiere, idonea documentazione attestante i requisiti tecnico-professionali del subappaltatore nonché la certificazione relativa alla regolarità contributiva (Durc);

Art. 24. PERSONALE DELL'APPALTATORE

Il personale destinato ai lavori dovrà essere, per numero e qualità, adeguato all'importanza dei lavori da eseguire ed ai termini di consegna stabiliti o concordati con la Direzione dei Lavori anche in relazione a quanto indicato dal programma dei lavori integrato. Dovrà pertanto essere formato e informato in materia di approntamento di opere, di presidi di prevenzione e protezione e in materia di salute e igiene del lavoro.

L'inosservanza delle predette condizioni costituisce per l'Appaltatore responsabilità, sia in via penale che civile, dei danni che per effetto dell'inosservanza stessa dovessero derivare al personale, a terzi ed agli impianti di cantiere.

L'Appaltatore dovrà inoltre osservare le norme e le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti vigenti sull'assunzione, tutela, protezione ed assistenza dei lavoratori impegnati sul cantiere, comunicando, non oltre 15 giorni dall'inizio dei lavori, gli estremi della propria iscrizione agli Istituti previdenziali ed assicurativi.

Tutti i dipendenti dell'Appaltatore sono tenuti ad osservare:

– i regolamenti in vigore in cantiere;

– le norme antinfortunistiche proprie del lavoro in esecuzione e quelle particolari vigenti in cantiere;

– le indicazioni contenute nei Piani di sicurezza e le indicazioni fornite dal Coordinatore per l'esecuzione;

– tutti i dipendenti e/o collaboratori dell'Appaltatore saranno formati, addestrati e informati alle mansioni disposte, in funzione della figura, e con riferimento alle attrezzature ed alle macchine di cui sono operatori, a cura ed onere dell'Appaltatore medesimo.

L'inosservanza delle predette condizioni costituisce per l'Appaltatore responsabilità, sia in via penale che civile, dei danni che per effetto dell'inosservanza stessa dovessero derivare al personale, a terzi ed agli impianti di cantiere.

Art. 25. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL DIRETTORE TECNICO DI CANTIERE

Il Direttore tecnico di cantiere, nella persona di un tecnico professionalmente abilitato, regolarmente iscritto all'albo di categoria e di competenza professionale estesa ai lavori da eseguire, viene nominato dall'Appaltatore, affinché in nome e per conto suo curi lo svolgimento delle opere, assumendo effettivi poteri dirigenziali e la responsabilità dell'organizzazione dei lavori, pertanto ad esso compete con le conseguenti responsabilità:

– gestire ed organizzare il cantiere in modo da garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori;

– osservare e far osservare a tutte le maestranze presenti in cantiere, le prescrizioni contenute nei piani della sicurezza, le norme di coordinamento del presente capitolato contrattuali e le indicazioni ricevute dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori;

– allontanare dal cantiere coloro che risultassero in condizioni psico-fisiche tali o che si comportassero in modo tale da compromettere la propria sicurezza e quella degli altri addetti presenti in cantiere o che si rendessero colpevoli di insubordinazione o disonestà;

– vietare l'ingresso alle persone non addette ai lavori e non espressamente autorizzate dal Responsabile dei Lavori.

L'Appaltatore è in ogni caso responsabile dei danni cagionati dalla inosservanza e trasgressione delle prescrizioni tecniche e delle norme di vigilanza e di sicurezza disposte dalle leggi e dai regolamenti vigenti.

Art. 26. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEI LAVORATORI AUTONOMI E DELLE IMPRESE SUBAPPALTATRICI

Al lavoratore autonomo ovvero all'impresa subappaltatrice competono con le conseguenti responsabilità:

– rispettare tutte le indicazioni contenute nei piani di sicurezza e tutte le richieste del Direttore tecnico dell'Appaltatore;

– utilizzare tutte le attrezzature di lavoro ed i dispositivi di protezione individuale in conformità alla normativa vigente;

– collaborare e cooperare con le imprese coinvolte nel processo costruttivo;

– non pregiudicare con le proprie lavorazioni la sicurezza delle altre imprese presenti in cantiere;

– informare l'Appaltatore sui possibili rischi per gli addetti presenti in cantiere derivanti dalle proprie attività lavorative;

Art. 27. DISCIPLINA DEL CANTIERE

Il Direttore tecnico dell'impresa deve mantenere la disciplina nel cantiere; egli è obbligato ad osservare ed a far osservare ad ogni lavoratore presente in cantiere, in ottemperanza alle prescrizioni contrattuali, gli ordini ricevuti dal Direttore dei Lavori e dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione; è tenuto ad allontanare dal cantiere coloro che risultassero incapaci o che si rendessero colpevoli di insubordinazione o disonestà; è inoltre tenuto a vietare l'ingresso alle persone non addette ai lavori e non autorizzate dal Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore è in ogni caso responsabile dei danni cagionati dalla inosservanza e trasgressione delle prescrizioni tecniche e delle norme di vigilanza e di sicurezza disposte dalle leggi e dai regolamenti vigenti.

Le Ditte dirette fornitrici del Committente sono tenute ad osservare l'orario di cantiere e le disposizioni di ordine generale emanate dall'Appaltatore.

La inosservanza da parte di tali Ditte delle disposizioni predette esonera l'Appaltatore dalle relative responsabilità.

Art. 28. DISCIPLINA DEI SUBAPPALTI

È vietato all'Appaltatore cedere ad altri il Contratto sotto pena della sua risoluzione e del risarcimento dei danni a favore del Committente.

I subappalti di singole opere e prestazioni sono consentiti, negli eventuali limiti di legge, purché commessi a Ditte di gradimento del Committente e del Direttore dei Lavori; a tale scopo l'Appaltatore dovrà allegare al presente Capitolato Speciale l'elenco delle Ditte alle quali intende rivolgersi per il subappalto. L'Appaltatore rimane comunque responsabile, nei confronti del Committente, delle opere e prestazioni subappaltate.

L'impresa che si avvale del subappalto o del cottimo deve allegare alla copia autentica del contratto la dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento a norma dell'articolo 2359 del codice civile con l'impresa affidataria del subappalto o del cottimo. Analoga dichiarazione deve essere effettuata da ciascuna delle imprese partecipanti nel caso di associazione temporanea, società o consorzio.

Art. 29. RINVENIMENTO DI OGGETTI

L'Appaltatore è tenuto a denunciare al Committente ed al Direttore dei Lavori il rinvenimento, occorso durante l'esecuzione delle opere, di oggetti di interesse archeologico o di valore intrinseco e ad averne la massima cura fino alla consegna.

Art. 30. CAUZIONE DEFINITIVA E ASSICURAZIONE

Al momento della stipulazione del contratto, l'Appaltatore deve prestare una garanzia fideiussoria (cauzione) nella misura del dell'importo netto dell'Appalto.

La cauzione può essere costituita mediante fideiussione bancaria o mediante polizza assicurativa fideiussoria prestate da istituti di credito o da banche, autorizzati all'esercizio dell'attività bancaria ai sensi del d.lgs. 1 settembre 1993, n. 385.

La cauzione definitiva deve permanere fino alla data di emissione del certificato di agibilità dei singoli edifici rilasciato a cura del Direttore dei Lavori.

La cauzione viene prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché a garanzia del rimborso delle somme pagate in più all'Appaltatore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno.

Il Committente ha il diritto di valersi della cauzione per l'eventuale maggior spesa sostenuta per il completamento dei lavori in caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'Appaltatore. Il Committente ha inoltre il diritto di valersi della cauzione per provvedere al pagamento di quanto dovuto dall'Appaltatore per le inadempienze derivanti

dall'inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori comunque presenti in cantiere.

Il Committente può inoltre richiedere all'Appaltatore la reintegrazione della cauzione nel caso in cui questa sia venuta meno in tutto o in parte; in caso di inottemperanza, la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere all'appaltatore.

L'Appaltatore dei lavori è obbligato a stipulare una polizza di assicurazione che copra i danni eventualmente subiti dal Committente a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori. La somma assicurata è di € 4.500.000 (euro quattromilionicinquecentomila). La polizza deve inoltre coprire le responsabilità civili del Committente per danni causati da terzi nel corso dell'esecuzione dei lavori.

La copertura assicurativa decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alla data di emissionedel certificato di agibilità degli edfici.

Art. 31. NORME DI SICUREZZA

I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto delle vigenti normative in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro.

Nell'accettare i lavori oggetto del contratto l'Appaltatore dichiara:

– di aver preso conoscenza di quanto contenuto e prescritto nel Piano di Sicurezza e Coordinamento ed in particolare relativamente agli apprestamenti ed alle attrezzature atti a garantire il rispetto delle norme in materia di igiene e sicurezza sul lavoro da predisporre, di aver visitato la località interessata dai lavori e di averne accertato le condizioni di viabilità e di accesso, nonché gli impianti che la riguardano;

– di aver valutato tutte le circostanze ed elementi che influiscono sul costo della manodopera, dei noli e dei trasporti relativamente agli apprestamenti ed alle attrezzature atti a garantire il rispetto delle norme in materia di igiene e sicurezza sul lavoro e condiviso la valutazione di detti oneri redatta dal Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione.

L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di elementi non valutati, tranne che tali elementi non si configurino come causa di forza maggiore contemplate nel codice civile (e non escluse da altre norme nel presente Capitolato o si riferiscano a condizioni soggette a possibili modifiche espressamente previste nel contratto).

Con l'accettazione dei lavori l'Appaltatore dichiara di avere la possibilità ed i mezzi necessari per procedere all'esecuzione degli stessi secondo le migliori norme di sicurezza e conduzione dei lavori.

L'Appaltatore non potrà subappaltare a terzi le attrezzature, gli apprestamenti e le procedure esecutive o parte di esse senza la necessaria autorizzazione del Committente o del Responsabile dei Lavori ovvero del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori.

Qualora, durante l'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore ritenesse opportuno, nell'interesse stesso dello sviluppo dei lavori, affidare il subappalto a Ditte specializzate, esso dovrà ottenere preventiva esplicita autorizzazione scritta dal Committente ovvero dal Coordinatore per l'esecuzione.

Inoltre l'Appaltatore rimane, di fronte al Committente, unico responsabile delle attrezzature, degli apprestamenti e delle procedure esecutive subappaltate per quanto riguarda la loro conformità alle norme di legge ed a quanto contenuto e prescritto nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Il Committente potrà far annullare il subappalto per incompetenza od indesiderabilità del subappaltatore, senza essere in questo tenuto ad indennizzi o risarcimenti di sorta.

È fatto obbligo all'Appaltatore di provvedere ai materiali, ai mezzi d'opera e ai trasporti necessari alla predisposizione di opere provvisionali, che per cause non previste e prevedibili, il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori o il responsabile dei lavori ovvero il Committente, ritengono necessarie per assicurare un livello di sicurezza adeguato alle lavorazioni.

TITOLO V – CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI A CORPO

Art. 32. VALUTAZIONE DEI LAVORI - CONDIZIONI GENERALI

Nel prezzo contrattuale sono compresi tutti gli oneri ed obblighi richiamati nel presente capitolato e negli altri atti contrattuali che l'Appaltatore dovrà sostenere per l'esecuzione di tutta l'opera e delle sue parti nei tempi e modi prescritti.

L'esecuzione dell'opera indicata dovrà, comunque, avvenire nella completa applicazione della disciplina vigente relativa alla materia, includendo tutte le fasi contrattuali, di messa in opera, di prevenzione infortuni e tutela dei lavoratori, della sicurezza, ecc. includendo qualunque altro aspetto normativo necessario al completamento dei lavori nel rispetto delle specifiche generali e particolari già citate.

Il prezzo contrattualmente definito è accettato dall'Appaltatore nella più completa ed approfondita conoscenza delle quantità e del tipo di lavoro da svolgere rinunciando a qualunque altra pretesa di carattere economico che dovesse derivare da errata valutazione o mancata conoscenza dei fatti di natura geologica, tecnica, realizzativa o normativa legati all'esecuzione dei lavori.

Le eventuali varianti che comportino modifiche sostanziali al progetto (ampliamenti o riduzioni di cubatura, aggiunta o cancellazione di parti dell'opera, ecc.), dovranno essere ufficialmente autorizzate dalla Direzione dei Lavori e contabilizzate a parte in funzione del costo/metro cubo desunto dal presente contratto; non sono compresi, in questa categoria, i lavori di rifacimento richiesti per cattiva esecuzione o funzionamento difettoso che dovranno essere eseguiti a totale carico e spese dell'Appaltatore.

Il prezzo previsto per tutte le forniture di materiali e di impianti è comprensivo, inoltre, dell'onere per l'eventuale posa in periodi diversi di tempo, qualunque possa essere l'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti dall'Appaltatore.

Queste norme si applicano per tutti i lavori indicati dal presente capitolato e che saranno, comunque, verificati in contraddittorio con l'Appaltatore.

Art. 33. VALUTAZIONE DEI LAVORI A CORPO

Il prezzo a corpo indicato nel presente capitolato comprende e compensa tutte le lavorazioni, i materiali, gli impianti, i mezzi e la mano d'opera necessari alla completa esecuzione delle opere richieste dalle prescrizioni progettuali e contrattuali, dalle indicazioni della Direzione dei Lavori e da quanto altro, eventualmente specificato, nella piena osservanza della normativa vigente e delle specifiche del presente capitolato.

TITOLO VI – LIQUIDAZIONE DEI CORRISPETTIVI

Art. 34. FORMA DELL'APPALTO

Tutte le opere oggetto del presente Appalto verranno compensate saranno contabilizzate progressivamente nei vari stati di avanzamento, sulla base di una percentuale equamente stimata di volta in volta e corrispondente alla quota parte del lavoro effettivamente svolto al momento della stesura dello stato di avanzamento in conformità a quanto previsto dal successivo articolo 37.

Art. 35. IMPORTO DELL'APPALTO

Il Committente si riserva la facoltà di detrarre od aggiungere opere fino ad un quinto dell'importo complessivo valutate nella misura costo/metro cubo desunto dal valore del contratto.

Il Committente si riserva di aggiungere, inoltre, opere e forniture a prezzi prestabiliti relativi all'apposito allegato che, sottoscritto dalle parti, forma parte integrante del contratto.

L'attuazione di varianti o modifiche non dà diritto all'Appaltatore di richiedere particolari compensi oltre il pagamento, alle condizioni contrattuali, delle opere eseguite.

Art. 36. DISTRIBUZIONE DEGLI IMPORTI

Con riferimento agli importi per lavori a misura e per lavori ed oneri compensati a corpo, compresi nell'appalto, la distribuzione relativa alle varie categorie di lavoro da realizzare risulta riassunta nel seguente prospetto:

Opere edili

-Scavi e rinterri	*4*	*%*
-Opere strutturali (cordoli di fondazione ed ai piani, solai e murature portanti)	*22*	*%*
-Divisori interni	*7*	*%*
-Impianti	*19,25*	*%*
-Infissi interni ed esterni	*9,5*	*%*
-Impermeabilizzazioni e coibentazioni	*2,75*	*%*
-Manti di copertura	*1,5*	*%*
-Opere del Lattoniere (docce, pluviali e scossaline in rame)	*0,5*	*%*
-Opere del Fabbro (Ringhiere e cancelli)	*1*	*%*
-Pavimenti, rivestimenti e battiscopa	*13,2*	*%*
-Intonaci esterni a calce colorati	*4,5*	*%*
-Intonaci interni	*4*	*%*
-Tinteggiature interne	*1*	*%*
-Opere in pietra (soglie, davanzali, copertine, scalini)	*4,5*	*%*
-Sistemazioni a verde (terreno vegetale, prato, alberature ad alto e baso fusto) /Piscina	*5,3*	*%*
Totale opere a corpo	*100*	*%*

Le quantificazioni del precedente quadro, che indicano gli importi presuntivi delle diverse categorie di lavori, sono meramente indicativi in quanto l'importo deve intendersi fisso ed invariabile.

Art. 37. LAVORI IN ECONOMIA

Gli eventuali lavori in economia che dovessero rendersi indispensabili possono essere autorizzati ed eseguiti solo nei limiti impartiti, con ordine di servizio, dalla Direzione dei Lavori e verranno rimborsati sulla base del Prezziario delle Opere Pubbliche della Toscana, ridotto del 20%, che si da per allegato al contratto.

La liquidazione dei lavori in economia ed a misura è condizionata alla presentazione di appositi fogli di registrazione, giornalmente rilasciati dalla Direzione dei Lavori, con l'indicazione delle lavorazioni eseguite in corso d'opera e dovrà pertanto essere effettuata con le stesse modalità stipulate per il contratto principale.

Art. 38. NUOVI PREZZI

I prezzi relativi ad eventuali opere non previste nell'"Elenco prezzi" saranno determinati dal Direttore dei Lavori in analogia ai prezzi delle opere contrattuali più simili; se tale riferimento non è possibile, il nuovo prezzo sarà determinato dal Direttore dei Lavori in base ad analisi dei costi, applicando i prezzi unitari di mano d'opera, materiali, noli, trasporti, ecc. sulla base del Prezziario delle Opere Pubbliche della Toscana, ridotto del 20%, che si da per allegato al contratto.

Art. 39. INVARIABILITÀ DEI PREZZI

L'Appaltatore dichiara di aver approvvigionato all'atto dell'inizio dei lavori i materiali necessari per l'esecuzione dei lavori affidatigli e di aver tenuto conto nella formulazione dell'offerta "a corpo" delle variazioni del costo della mano d'opera prevedibili nel periodo di durata dei lavori; tutti i prezzi si intendono pertanto fissi ed invariabili per tutta la durata dei lavori.

Art. 40. STATI DI AVANZAMENTO DEI LAVORI - PAGAMENTI

Il Direttore dei Lavori, redigerà, una volta maturati lavori per € 500.000 (cinquecentomila euro) oltre iva di legge,uno stato di avanzamento dei lavori, che riporterà l'avanzamento percentuale progressivo delle varie lavorazioni.

Lo stato di avanzamento dei lavori sarà sottoposto al Committente che provvederà, entro 60 (sessanta) giorni, al pagamento della rata.

Le liquidazioni delle rate hanno carattere provvisorio e possono quindi essere rettificate o corrette qualora la Direzione dei Lavori, a seguito di ulteriori accertamenti, lo ritenga necessario.

Art. 41. CONTO FINALE

Il conto finale dei lavori oggetto dell'appalto viene redatto dal Direttore dei Lavori entro sessanta giorni dalla data di ultimazione dei lavori è trasmesso, entro lo stesso termine, al Committente 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.

Il conto finale viene trasmesso dal Committente all'Appaltatore che, a meno di eccezioni e riserve, viene firmato per accettazione entro 30 (trenta) giorni.

TITOLO VII – CONTROLLI

Art. 42. PROVE E VERIFICHE DEI LAVORI, RISERVE DELL'APPALTATORE

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti secondo quanto contenuto e prescritto dai documenti contrattuali.

Il Committente procederà, a mezzo della Direzione dei Lavori, al controllo dello svolgimento dei lavori, verificandone lo stato.

La Direzione dei Lavori potrà procedere in qualunque momento all'accertamento e misurazione delle opere compiute; ove l'Appaltatore non si prestasse ad eseguire in contraddittorio tali operazioni, gli sarà assegnato un termine perentorio, scaduto il quale gli verranno addebitati i maggiori oneri per conseguenza sostenuti. In tal caso, inoltre, l'Appaltatore non potrà avanzare alcuna richiesta per eventuali ritardi nella contabilizzazione o nell'emissione dei certificati di pagamento.

Il Direttore dei Lavori segnalerà tempestivamente all'Appaltatore le eventuali opere che ritenesse non eseguite in conformità alle prescrizioni contrattuali o a regola d'arte; l'Appaltatore provvederà a perfezionarle a sue spese.

Qualora l'Appaltatore non intendesse ottemperare alle disposizioni ricevute, il Committente avrà la facoltà di provvedervi direttamente od a mezzo di terzi.

TITOLO VIII – SPECIFICHE MODALITÀ E TERMINI DI COLLAUDO

Art. 43. ULTIMAZIONE DEI LAVORI, CONSEGNA DELLE OPERE, COLLAUDO

La data fissata per l'ultimazione dei lavori è stabilita in 24 mesi, naturali e consecutivi, dalla data del verbale di consegna. Che si intende automaticamente prorogata del tempo che intercorrerà per il rilascio del visto del Genio Civile di Arezzo per il periodo intercorrente tra e la data di effettivo ritiro della pratica al Genio Civile di Arezzo.

La durata delle eventuali sospensioni ordinate dalla Direzione dei Lavori, non è calcolata nel termine fissato per l'esecuzione dei lavori.

I lavori dovranno essere condotti in modo da rispettare le sequenze ed i tempi parziali previsti nel programma dei lavori concordato fra le parti e che è parte integrante del presente contratto.

Al termine dei lavori l'Appaltatore richiederà che venga redatto certificato di ultimazione dei lavori; entro 30 (trenta) giorni dalla richiesta il Direttore dei Lavori procederà alla verifica provvisoria delle opere compiute, verbalizzando, in contraddittorio con l'Appaltatore, gli eventuali difetti di costruzione riscontrati nella prima ricognizione e fissando un giusto termine perché l'Appaltatore possa eliminarli, e comunque entro e non oltre i 60 giorni dalla data della verifica. Il mancato rispetto di questo termine comporta l'inefficacia del certificato di ultimazione e la necessità di una nuova verifica con conseguente redazione di un nuovo certificato che attesti l'avvenuta esecuzione di quanto prescritto.

Dalla data del certificato di ultimazione dei lavori l'opera si intende consegnata, fermo restando l'obbligo dell'Appaltatore di procedere nel termine fissato all'eliminazione dei difetti.

Resta salvo il diritto del Committente alla risoluzione del Contratto, ai sensi dell'art. 1668 c.c., nel caso in cui tale verifica provvisoria evidenzi difetti dell'opera tali da renderla senz'altro inaccettabile.

L'occupazione, effettuata dal Committente senza alcuna formalità od eccezione, tiene luogo della consegna ma, anche in tal caso, con salvezza delle risultanze del collaudo definitivo.

Il Committente nomina, fin da subito, quale collaudatore generale dell'opera il quale dovrà, altresì, provvedere al rilascio del certificato di agibilità del fabbricato.

Il collaudo ha lo scopo di verificare e certificare che l'opera sia stata eseguita secondo i termini ed i documenti contrattuali, ed in particolare secondo le prescrizioni tecniche prestabilite ed in conformità ad eventuali varianti approvate ed a quant'altro definito in corso d'opera dal Direttore dei Lavori.

Il collaudo comprende inoltre tutte le verifiche tecniche particolari previste dai documenti di contratto e dalla legislazione vigente.

Il collaudo definitivo ed il certificato di agibilità saranno rilasciati entro e non oltre 6 (sei) mesi dalla data del verbale di verifica provvisoria e di ultimazione dei lavori.

Il Collaudatore, in corso di collaudo, può prescrivere accertamenti, saggi, riscontri ed in generale qualsiasi prova ritenga necessaria per la verifica della buona esecuzione del lavoro. Dette operazioni di riscontro, compreso quanto necessario per l'eventuale ripristino delle parti alterate dalle operazioni di verifica, sono a carico dell'Appaltatore.

In particolare l'Appaltatore dovrà farsi carico di effettuare le dovute verifiche sull'isolamento termoacustico producendo i certificati dei materiali utilizzati ed i risultati delle verifiche tecniche sui singoli edifici.

Della visita di collaudo è redatto processo verbale contenente, oltre ai dati principali dell'intervento, i rilievi fatti dal collaudatore, le singole operazioni di verifica eseguite con i relativi risultati. Il processo verbale oltre che dal collaudatore e dall'Appaltatore, sono firmati dal Direttore dei Lavori, dal Committente e da quanti altri intervenuti.

Qualora dalle visite e dagli accertamenti effettuati in sede di collaudo definitivo emergessero difetti di esecuzione imputabili all'Appaltatore e tali da rendere necessari lavori di riparazione o completamento, l'Appaltatore stesso è tenuto ad eseguire entro giusto termine quanto prescritto dal Collaudatore.

Trascorso il termine assegnato dal Collaudatore per l'esecuzione dei lavori senza che l'Appaltatore vi abbia provveduto, il Committente ha diritto di eseguirli direttamente, addebitandone l'onere all'Appaltatore.

Competono all'Appaltatore gli oneri di gratuita manutenzione sino alla data del collaudo definitivo; i difetti che si rilevassero durante tale periodo e che fossero imputabili all'Appaltatore, dovranno essere prontamente eliminati a cura e spese dello stesso; in difetto vale quanto precisato al precedente paragrafo.

Art. 44. RELAZIONE E CERTIFICATO DI COLLAUDO

Dai dati di fatto risultanti dal processo verbale di collaudo e dai documenti contrattuali, anche successivi all'inizio dei lavori, il Collaudatore redige apposita relazione di verifica di conformità, formulando le proprie considerazioni in merito, esprimendosi in merito alla collaudabilità del lavoro ed alle eventuali condizioni, sulle eventuali domande dell'Appaltatore e sulle eventuali penali ed esprimendo un suo parere relativamente all'impresa, tenuto conto delle modalità di esecuzione dei lavori e delle domande e riserve dell'impresa stessa (in riferimento a quanto prescritto dalla normativa vigente in materia di qualificazione delle imprese).

Qual'ora l'opera risulti collaudabile, il Collaudatore emette il Certificato di collaudo con le modalità ed i termini definiti dalla normativa di riferimento. Il Certificato di collaudo ha carattere provvisorio ed assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data di emissione.

Il collaudo, anche se favorevole, non esonera l'Appaltatore dalle responsabilità di legge.

Il Certificato di collaudo viene trasmesso per accettazione all'Appaltatore che deve firmarlo entro 20 (venti) giorni, formulando eventuali domande nei termini di legge.

Art. 45. COLLAUDO STATICO

Secondo quanto disposto dalla vigente legislazione, tutte le opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e le opere in acciaio sono soggette a collaudo statico, da eseguirsi al termine dei lavori di costruzione delle strutture oggetto della relativa denuncia al Genio Civile.

Pertanto entro 60 giorni dal termine dei lavori di costruzione delle strutture in c.a. o acciaio il Direttore dei Lavori depositerà al competente Ufficio del Genio Civile la relazione a strutture ultimate e il Committente provvederà alla nomina del Collaudatore il quale eseguirà le prove di collaudo ed emetterà il relativo certificato entro i termini previsti dalla vigente legislazione.

Nel corso dell'esecuzione delle opere l'Appaltatore è pertanto tenuto all'esecuzione dei prelievi di campioni di calcestruzzo e acciaio, per eseguire le necessarie prove di laboratorio.

Il numero dei campioni da prelevare dovrà essere congruente con quanto previsto dall'attuale legislazione ed in particolare:

– sui getti in calcestruzzo dovranno essere effettuati prelievi in numero non inferiore ad uno ogni 100 mc. di getto, eseguiti con cubetti di dimensioni cm. 20x20x20;

– per gli acciai non controllati in stabilimento verranno effettuati prelievi di almeno tre spezzoni di ogni diametro per ogni partita;

– per gli acciai controllati in stabilimento la frequenza dei prelievi verrà effettuata in base a precise disposizioni impartite dal Direttore dei Lavori;

– tutti i campioni prelevati dovranno essere inviati, previo controllo e visto del Direttore dei Lavori, ad un laboratorio ufficiale per le prove di resistenza.

Art. 46. PROROGHE

L'Appaltatore, qualora per cause ad esso non imputabili non sia in grado di ultimare i lavori nel termine fissato, potrà chiedere con domanda motivata, proroghe che se riconosciute giustificate saranno concesse dall'Appaltante purché le domande pervengano, pena la decadenza, prima della data fissata per l'ultimazione dei lavori.

La concessione della proroga non pregiudica i diritti che possono competere all'Appaltatore qualora la maggior durata dei lavori sia imputabile all'Appaltante.

Art. 47. ANTICIPATA CONSEGNA DELLE OPERE

Avvenuta l'ultimazione dei lavori il Committente potrà prendere immediatamente in consegna le opere eseguite senza che ciò costituisca rinuncia al collaudo o accettazione delle opere stesse.

La presa in consegna anticipata delle opere è soggetta alle seguenti condizioni:

a) sia stato eseguito con esito favorevole il collaudo statico;
b) siano stati effettuati i necessari allacciamenti impiantistici;
c) siano state effettuate le prove previste dal Capitolato speciale d'appalto;
d) sia stato redatto apposito stato di consistenza dettagliato.

La verifica di quanto sopra è compito del Collaudatore che redige a tal fine opportuno verbale, sottoscritto dal Direttore dei Lavori e dal Committente stesso.

In caso di anticipata consegna delle opere il Committente si assume la responsabilità della custodia, della manutenzione e della conservazione delle opere stesse restando comunque a carico dell'Appaltatore gli interventi conseguenti a difetti di costruzione.

Art. 48. DIFETTI DI COSTRUZIONE E GARANZIA

La garanzia per i danni causati da difetti dei materiali utilizzati nelle lavorazioni e funzionalmente collegati ed annessi alla costruzione, si estenderà per dieci anni dalla data della consegna, e comprenderà, a carico dell'impresa appaltatrice, tutto quanto sarà necessario al completo ripristino delle funzionalità previste dal progetto, ivi compresa la ricerca del guasto ed il successivo ripristino delle opere murarie e di finitura eventualmente alterate durante le

riparazioni conformemente al D.P.R. 24 maggio 1988, n. 224 e fatto salvo il diritto dell'appaltatore al risarcimento dei maggiori oneri e danni conseguenti ai difetti e ai lavori di cui sopra.

Se nel corso di dieci anni dalla data di consegna, l'opera di cui al presente appalto per difetto della costruzione, rovina in tutto o in parte, o se presenta un evidente pericolo di rovina o di gravi difetti tali da ridurre le normali condizioni di godimento, l'appaltatore ne è responsabile (art. 1669 c.c.) ed è tenuto al risarcimento dei danni diretti, indiretti e conseguenti.

In particolare, ai fini del presente articolo, sono da considerare gravi difetti, e quindi da assoggettare a garanzia decennale, il mancato, l'insufficiente o il distorto funzionamento delle seguenti parti dell'opera, il cui elenco è da considerare non esaustivo:

a) dispositivi contro l'umidità e le infiltrazioni d'acqua di qualsiasi tipo, come ad esempio l'impermeabilizzazione delle coperture, dei muri maestri e dei muri contro terra, dei pavimenti e dei tramezzi dei vani scantinati, dei giunti tecnici e di dilatazione tra fabbricati contigui;

b) dispositivi per l'allontanamento delle acque di qualsiasi tipo, come ad esempio colonne di scarico dei servizi igienici e delle acque meteoriche compresi i pozzetti, le derivazioni, i dispositivi di ancoraggio dei vari componenti, le fosse settiche della fognatura;

e) dispositivi per evitare la formazione della condensa del vapore d'acqua, o per favorirne l'eliminazione, come ad esempio la barriera vapore nelle murature, nei soffitti a tetto piano, la coibentazione termica delle pareti fredde o di parti di esse;

d) le condotte idriche di portata insufficiente alle esigenze di vita degli utenti cui è destinato l'immobile;

e) le pavimentazioni interne ed esterne che presentassero distacchi e rigonfiamenti dal sottofondo, anche parziali e localizzati;

f) le murature ed i solai, composti anche solo in parte in laterizio, che presentassero distacchi, rigonfiamenti o difetti tali da pregiudicare la conservazione di armature metalliche o di altri dispositivi di qualsiasi genere in esse contenuti o infissi;

g) i rivestimenti esterni, comunque realizzati e compreso il cemento armato a vista, che presentassero pericolo di caduta o rigonfiamenti;

h) le parti di impianti idrici e di riscaldamento sottotraccia e non in vista, se realizzate con elementi non rimuovibili senza interventi murari, che presentassero perdite o trasudamenti per condensa.

TITOLO IX – MODALITÀ DI SOLUZIONE DELLE CONTROVERSIE

Art. 49. DANNI ALLE OPERE

In caso di danni alle opere eseguite, dovuti a qualsiasi motivo, con la sola esclusione delle cause di forza maggiore, l'Appaltatore deve provvedere, a propria cura e spese, senza sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, al ripristino di tutto quanto danneggiato.

Quando invece i danni dipendono da cause di forza maggiore, l'Appaltatore è tenuto a farne denuncia al Direttore dei Lavori entro 3 (tre) giorni dal verificarsi dell'evento, pena la decadenza dal diritto al risarcimento. Ricevuta la denuncia il Direttore dei Lavori procede alla redazione di un processo verbale di accertamento, indicando eventuali prescrizioni ed osservazioni.

Il compenso che il Committente riconosce all'Appaltatore è limitato esclusivamente all'importo dei lavori necessari per la riparazione o il ripristino del danno.

Art. 50. MORTE O FALLIMENTO DEI CONTRAENTI

In caso di morte di uno dei Contraenti subentrano gli eredi ed il Contratto di Appalto non si risolve.

Si risolve invece ai sensi dell'art. 1671 c.c., quando la considerazione della persona dell'uno o dell'altro è stata motivo determinante del rapporto contrattuale.

In caso di fallimento di una delle due parti, valgono le disposizioni di legge vigenti in materia.

Art. 51. CAUSE DI FORZA MAGGIORE

Costituiscono cause di forza maggiore tutti gli eventi eccezionali che non siano imputabili all'Appaltatore e che gli arrechino grave pregiudizio senza che egli abbia potuto intervenire o prevenire mediante l'adozione di tutti i provvedimenti e gli accorgimenti imposti dalla massima diligenza tecnica ed organizzativa.

I ritardi di consegna di materiali da parte di terzi verranno considerati utili ai fini delle relative proroghe solo se derivanti da cause di forza maggiore. Analogamente si procederà nel caso di subappalti autorizzati.

L'insorgere e il cessare degli eventi che hanno costituito la causa di forza maggiore devono essere tempestivamente comunicati per iscritto dall'Appaltatore.

Capitolo 2

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

Art. 52. Accettazione

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi dell'art. 137 del Regolamento n. 554/1999.
L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.
Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.
Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo tecnico-amministrativo.

Art. 53. Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità sarà redatta come se i materiali avessero le caratteristiche contrattuali.

Art. 54. Impiego di materiali o componenti di minor pregio

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, all'appaltatore deve essere applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Art. 55. Materiali riciclati

Per l'impiego di materiali riciclati si applicheranno le disposizioni del D.M. 8 maggio 2003, n. 203: Norme affinche' gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo.

Art. 56. Norme di riferimento

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, ed possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.
In assenza di nuove ed aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

Art. 57. Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.
Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

Art. 58. Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescriverne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.
Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi degli articoli 136 e 137 del Regolamento n. 554/1999.
Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile del procedimento.

Art. 59. Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico dei lavori in appalto. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvederà al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo redatto alla presenza dell'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporterà espresso riferimento a tale verbale.
La direzione dei lavori potrà disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.
Per le opere strutturali le verifiche tecniche dovranno essere condotte in applicazione delle norme tecniche emanate con D.M 14 settembre 2005.

Art. 60. Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati

A richiesta della stazione appaltante l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

Capitolo 3
MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Art. 61. Materiali e prodotti per uso strutturale

1.1 *Identificazione certificazione*

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:
- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento.
- accettati dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle presenti norme per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

1.2 *Prove sperimentali*

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o qualificazione, che quelle di accettazione.
I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori Ufficiali depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993 n. 246, ovvero la qualificazione secondo le presenti norme, la relativa "attestazione di conformità" deve essere consegnata alla Direzione dei Lavori.
Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale, sentito il Consiglio Superiore dei LL.PP., che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate ovvero a quelle previste nelle presenti Norme tecniche.
Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato.
Le proprietà meccaniche o fisiche dei materiali che concorrono alla resistenza strutturale debbono essere misurate mediante prove sperimentali, definite su insiemi statistici significativi.

1.3 *Procedure di controllo di produzione in fabbrica*

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle norme tecniche approvate dal D.M. 14 settembre 2005, devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto od ente di controllo.

1.4 *Certificato d'accettazione*

Il direttore dei lavori per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e in generale nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1. delle norme tecniche approvate dal D.M. 14 settembre 2005, dovrà redigere il relativo certificato d'accettazione.

Art. 62. Componenti del conglomerato cementizio

1.5 *Leganti per opere strutturali*

Nelle opere strutturali oggetto delle norme tecniche approvate dal D.M. 14 settembre 2005 devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965, n. 595 e norme armonizzate della serie **EN 197**), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme **EN 197-1 ed EN 197-2**.
È escluso l'impiego di cementi alluminosi.
L'impiego dei cementi di tipo C, richiamati nella legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.
In caso di ambienti chimicamente aggressivi si deve far riferimento ai cementi previsti dalle norme **UNI 9156** (cementi resistenti ai solfati) e UNI 9606 (cementi resistenti al dilavamento della calce).

1.5.1 Fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi debbono essere sigillati ed in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere

sostituito con altra idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e la loro analisi presso Laboratori Ufficiali. L'impresa dovrà disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

1.5.2 Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

a) nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
b) ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
c) numero dell'attestato di conformità;
d) descrizione del cemento;
e) estremi del decreto.
Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Tabella 15.1. - Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Classe	Resistenza alla compressione (N/mm^2)				Tempo inizio presa min	Espansione mm
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni			
	2 giorni	7 giorni				
32,5	-	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5		
4,25 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5 R	> 30	-				

Tabella 15.2. - Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Solfati come (SO_3)	EN 196-2	CEM I CEM II (2) CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	≤ 3,5%
			42,5 R 52,5 52,5 R	≤ 4,0%
		CEM III (3)	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi (4)	Tutte le classi	≤ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa
2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland compositi contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T che può contenere fino al 4,5% di SO_3, per tutte le classi di resistenza
3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO_3.
4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

Tabella 15.3. - Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza (N/mm^2)	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0

Tempo di inizio presa - Limite inferiore (min)		45	40
Stabilità (mm) - Limite superiore		11	
Contenuto di SO3 (%) Limite superiore	Tipo I Tipo II (1) Tipo IV Tipo V	4,0	4,5
	Tipo III/A Tipo III/B	4,5	
	Tipo III/C	5,0	
Contenuto di cloruri (%) - Limite superiore (2)		0,11	
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni	

(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO_3 per tutte le classi di resistenza
(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

1.5.3 Metodi di prova

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:
UNI 9606 - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione;
UNI EN 196-1 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione delle resistenze meccaniche;
UNI EN 196-2 -Metodi di prova dei cementi. Analisi chimica dei cementi;
UNI EN 196-3 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione del tempo di presa e della stabilità;
UNI ENV 196-4 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione quantitativa dei costituenti;
UNI EN 196-5 - Metodi di prova dei cementi. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;
UNI EN 196-6 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione della finezza;
UNI EN 196-7 - Metodi di prova dei cementi. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;
UNI EN 196-21 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento;
UNI ENV 197-1 - Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità. Cementi comuni;
UNI ENV 197-2 - Cemento. Valutazione della conformità;
UNI 10397 - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;
UNI 10517 - Cementi Comuni. Valutazione della conformità;
UNI ENV 413-1 - Cemento da muratura. Specifica;
UNI EN 413-2 - Cemento da muratura. Metodi di prova.

1.6 Aggregati

Sono idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620.
Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.
La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature, devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.
Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

1.6.1 Sistema di attestazione della conformità

I sistemi di attestazione della conformità degli aggregati, infatti, prevede due livelli:
- livello di conformità 4, che prevede lo svolgimento del Controllo di Produzione da parte del produttore;
- livello di conformità 2+, comporta l'intervento di un Organismo notificato che certifica il Controllo svolto dal produttore

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/93 è indicato nella Tabella 15.4.

Tabella 15.4.

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Aggregati per calcestruzzo UNIEN 12620-13055	Calcestruzzo strutturale	2+
	Uso non strutturale	4

Il Sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 1 del D.P.R. n. 246/93, comprensiva della sorveglianza, giudizio ed approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.
Il Sistema 4 (autodichiarazione del produttore) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 3, del D.P.R. n. 246/93.
È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella 15.5 a condizione che la miscela di conglomerato cementizio confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti HI, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella 15.5.

Origine del materiale da riciclo	**Rck del calcestruzzo (N/mm^2)**	**percentuale di impiego**
demolizioni di edifici (macerie)	<15	fino al 100%
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤ 35	≤ 30 %
	≤ 25	fino al 60 %
Riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	≤ 55	fino al 5%

Per quanto riguarda gli aggregati leggeri, questi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **UNI EN 13055**. Il sistema di attestazione della conformità è quello riportato nella tabella 15.4.

1.6.2 Marcatura CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nel seguente prospetto:

	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	EN 13043
Aggregati leggeri - Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiacca	EN 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone) - Parte 1	EN 13383-1
Aggregati per malte	EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	EN 13450

La produzione dei prodotti sopraelencati deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un Organismo notificato.

1.6.3 Controlli d'accettazione

Gli eventuali controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del Direttore dei lavori, come stabilito dalle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tabella 15.6, insieme ai relativi metodi di prova.

Tabella 15.6. - Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale

Caratteristiche tecniche	**Metodo di prova**
Descrizione petrografica semplificata	EN932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	EN933-1
Indice di appiattimento	EN933-3
Dimensione per il filler	EN933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	EN933-4

Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq$ C50/60)	EN1097-2

1.6.4 Sabbia

La sabbia, fermo restando le considerazioni dei parafi precedenti, per il confezionamento delle malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.
La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

1.6.4.1 Verifiche sulla qualità

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.
Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito ad esami fatti, eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave ed i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.
Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale ed in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

1.6.5 Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo il direttore dei lavori fermo restando i controlli della tabella 15.6, potrà farà riferimento anche alle seguenti norme:
UNI 8520-1 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche;
UNI 8520-2 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti;
UNI 8520-7 - Aggregati per la confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 **UNI 2332**;
UNI 8520-8 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili;
UNI 8520-13 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell' assorbimento degli aggregati fini;
UNI 8520-16 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro);
UNI 8520-17 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi;
UNI 8520-20 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi;
UNI 8520-21 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;
UNI 8520-22 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;
UNI EN 1367-2 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;
UNI EN 1367-4 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento;
UNI EN 12620:2003 - Aggregati per calcestruzzo;
UNI EN 1744-1 - Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica.

1.6.6 Norme per gli aggregati leggeri

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo il direttore dei lavori fermo restando i controlli della tabella 15.6, potrà farà riferimento anche alle seguenti norme:
UNI EN 13055-1 - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;
UNI EN 13055-2 - Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati.

1.7 Aggiunte

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.
Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma **EN 450** e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalla **UNI EN 206-1** ed **UNI 11104**.
I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

1.7.1 Ceneri volanti

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, etc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.
Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche che devono soddisfare i requisiti delle **UNI EN 450** del settembre 1995.
Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto A/C.
Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

1.7.2 Microsilice

Silice attiva colloidale amorfa, costituita da particelle sferiche isolate di SiO_2 con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.
La silica fume può essere fornita allo stato naturale come ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa.
Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisicochimiche.
Il dosaggio della silica fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento.
Detta aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto a/c.
Se si utilizzano cementi di tipo I potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto a/c una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.
Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silica fume.

1.8 Additivi

Il loro impiego, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.
Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti.
Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **EN 934-2**.
L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.
Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:
- dovranno essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non dovranno contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo, in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.
Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.
Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

1.8.1 Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, in caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente diluito.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo quanto previsto dal paragrafo 11.1.9.4. del D.M. 14 settembre 2005 e delle norme UNI vigenti;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**;
In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

1.8.2 Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:
- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.1. 9.4. del D.M. 14 settembre 2005 e delle norme UNI vigenti;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123.**
Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.
In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

1.8.3 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.
Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e lo 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.1.9.4. del D.M. 14 settembre 2005 e delle norme UNI vigenti;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.
Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

1.8.4 Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.
L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui, il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della
miscela.
Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo; la direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.
Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.
In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:
- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla **UNI 8020**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.1. 9.4. del D.M. 14 settembre 2005e norme UNI vigenti;
- la prova di essudamento prevista dalla **UNI 7122**.

1.8.5 Additivi aeranti

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:
- la determinazione del contenuto d'aria secondo la **UNI 6395**;
l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal paragrafo 11.1.9.4. del D.M. 14 settembre 2005 e norme UNI vigenti;
- prova di resistenza al gelo secondo la **UNI 7087**;
- prova di essudamento secondo la **UNI 7122**;
Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

1.8.6 Agenti espansivi

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 7 e lo 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.
In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme:
UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;
UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell' espansione contrastata della malta contenente l' agente espansivo;
UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell' espansione contrastata del calcestruzzo contenente l' agente espansivo;
UNI 8149 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.1.9.4. del D.M. 14 settembre 2005 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.
Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

1.8.7 Antievaporanti

Gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme UNI, da **UNI 8656** a **UNI 8660**. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi, che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

1.8.8 Prodotti disarmanti

Come disarmanti è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.
Dovranno invece essere impiegati prodotti specifici, conformi alla morma **UNI 8866** parti 1 e 2 per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, per altre considerazioni si veda anche l'art. 56.2.8.

1.8.9 Metodi di prova

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:
UNI 7110 - Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata ed in acqua satura di calce;
UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni e requisiti;
UNI 10765 - Additivi per impasti cementiti. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità.

1.9 Acqua di impasto

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non essere aggressiva.
L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento od uso, potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chmico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.
È vietato l'impiego di acqua di mare

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma **UNI EN 1008** come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 settembre 2005.

Tabella 15.7. – Acqua di impasto

CARATTERISTICA	PROVA	LIMITI DI ACCETTABILITA'
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati	Analisi chimica	SO_4^{--} minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri	Analisi chimica	CI minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solideso spese	Analisi chimica	minore 2000 mg/litro

1.10

1.11 *Classi di resistenza del conglomerato cementizio*

Sulla base della titolazione convenzionale del conglomerato mediante la resistenza cubica R_{ck} vengono definite le seguenti classi di resistenza riportate nella tabella 15.8.

Tabella 15.8. – Classi di resistenza dei calcestruzzi

CLASSE DI RESISTENZA	R_{ck} (N/mm^2)
molto bassa	$5 < R_{ck} \leq 15$
bassa	$15 < R_{ck} \leq 30$
media	$30 < R_{ck} \leq 55$
alta	$55 < R_{ck} \leq 85$

I conglomerati delle diverse classi di resistenza di cui alla tabella 15.8. trovano impiego secondo quanto riportato nella tabella 15.9.

Tabella 15.9. – Classi di impiego dei calcestruzzi

CLASSE DI IMPIEGO		CLASSE DI RESISTENZA
A)	Per strutture in conglomerato cementizio non armato o a bassa percentuale di armatura (punto 5.1.11)	molto bassa
B)	Per strutture semplicemente armate	bassa e media
C)	Per strutture precompresse o semplicemente armate	media
D)	Per strutture semplicemente armate e/o precompresse	alta

Per le classi di resistenza molto bassa, bassa e media, la resistenza caratteristica R_{ck} deve essere controllata durante la costruzione secondo le prescrizione del cap. 11 delle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 settembre 2005.

Per la classe di resistenza alta, la resistenza caratteristica R_{ck} e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato, vanno accertate prima dell'inizio dei lavori e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

Art. 63. Acciaio per cemento armato

1.12 *Requisiti principali*

Gli acciai per strutture in cemento armato devono rispettare le prescrizioni delle norme tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 14 settembre 2005, di seguito riportate.

L'appaltatore non deve porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o che siano ricoperte da sostanze che riducono sensibilmente l'aderenza al conglomerato cementizio.

1.13 Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio

1.13.1 Controlli di produzione in fabbrica e procedure di qualificazione

Tutti gli acciai oggetto delle norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 14 settembre 2005, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema di controllo permanente della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.
Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.
Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee disponibili **EN 10080, EN 10138, EN 10025, EN 10210, EN 10219**.
Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della **direttiva 89/106/CE**, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.
Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.2 del D.M. 14 settembre 2005 non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.
Il Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici è organismo abilitato al rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai di cui sopra.
La Procedura di Qualificazione del Prodotto prevede:
- esecuzione delle Prove di Qualificazione a cura del Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 incaricato dal Servizio Tecnico Centrale su proposta del produttore;
- invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio Tecnico Centrale da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 incaricato;
- in caso di giudizio positivo il Servizio Tecnico Centrale provvede al rilascio dell'Attestato di Qualificazione al produttore e inserisce il Produttore nel Catalogo Ufficiale dei Prodotti Qualificati che sarà reso disponibile sul sito internet;
- in caso di giudizio negativo, il Produttore può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio Tecnico Centrale che al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione.

Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio dell'Attestato di Qualificazione. La qualificazione ha validità 5 (cinque) anni.

1.13.2 Mantenimento e rinnovo della Qualificazione

Per il mantenimento della qualificazione i Produttori sono tenuti, con cadenza semestrale entro 60 giorni dalla data di scadenza del semestre di riferimento ad inviare al Servizio Tecnico Centrale:
1) dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo, dell'organizzazione del controllo interno di produzione in fabbrica;
2) i risultati dei controlli interni eseguiti nel semestre sul prodotto nonché la loro elaborazione statistica con l'indicazione del quantitativo di produzione e del numero delle prove;
3) i risultati dei controlli eseguiti nel corso delle prove di verifica periodica della qualità, da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001;
4) la documentazione di conformità statistica dei parametri rilevati (di cui ai prospetti relativi agli acciai specifici) nel corso delle prove di cui ai punti *2*) e *3*). Per la conformità statistica tra i risultati dei controlli interni ed i risultati dei controlli effettuati dal Laboratorio incaricato, devono essere utilizzati test statistici di confronto delle varianze e delle medie delle due serie di dati, secondo i procedimenti del controllo;
5) della qualità (**UNI 6809-72** e **6806-72**).
Il Produttore deve segnalare al Servizio Tecnico Centrale ogni eventuale modifica al processo produttivo o al sistema di controllo anche temporanea.
Il Servizio Tecnico Centrale esamina la documentazione, ne accerta la conformità ai requisiti previsti e rilascia l'Attestato di Conferma della qualificazione.
Ogni sospensione della produzione deve essere tempestivamente comunicata al Servizio Tecnico Centrale indicandone le motivazioni. Qualora la produzione venga sospesa per oltre un anno, la procedura di qualificazione deve essere ripetuta.
La sospensione della produzione non esenta gli organismi incaricati dall'effettuare le visite di ispezione periodica della qualità di cui ai punti 11.2.2.10, 11.2.3.5 e 11.2.4.8. del D.M. 14 settembre 2005.
Il Servizio Tecnico Centrale può effettuare o far effettuare, in qualsiasi momento, al Laboratorio incaricato ulteriori visite ispettive finalizzate all'accertamento della sussistenza dei requisiti previsti per la qualificazione.
Al termine del periodo di validità di 5 (cinque) anni dell'Attestato di Qualificazione il produttore deve chiedere il rinnovo, il Servizio Tecnico Centrale, valutata anche la conformità relativa all'intera documentazione fornita nei 5 (cinque) anni precedenti, rinnoverà la qualificazione.

Il mancato invio della documentazione di cui sopra entro i previsti sessanta giorni ovvero l'accertamento da parte del Servizio Tecnico Centrale di rilevanti non conformità, comporta la sospensione ovvero la decadenza della qualificazione.

1.13.3 Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e deve costantemente essere riconducibile allo stabilimento di produzione tramite la marcatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.
Ogni prodotto deve essere marcato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marcatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.
Per stabilimento si intende una unità produttiva a se stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.
Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, diversi possono essere i sistemi di marcatura adottati, anche in relazione all'uso, quali ad esempio l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri.
Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore é tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, etc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.
Tenendo presente che l'elemento determinante della marcatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.
La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.
Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) viene scorporata, per cui una parte, o il tutto, perde l'originale marcatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.
In tal caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.
I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.
Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio Tecnico Centrale.
Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.
In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il Laboratorio incaricato informa di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

1.13.4 I *controlli e la documentazione di accompagnamento*

La vigente normativa prevede le seguenti forme di controllo obbligatorie:
- controlli di produzione in stabilimento;
- controlli di accettazione nei centri di trasformazione, definiti come nel successivo punto 18.8.2.6., e in cantiere.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione.
I controlli di accettazione eseguiti in cantiere, o nei centri di trasformazione, sono riferiti a lotti di spedizione.
A tale riguardo si definiscono:
Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito o del fascio di barre). Un lotto di produzione è compreso tra 30 e 100 tonnellate.
Lotti di spedizione: sono lotti formati da un massimo di 30 t, spediti in cantiere o nei centri di trasformazione.

Tutti i lotti di spedizione, anche se parte di un'unica fornitura, di acciaio devono essere accompagnati dall'attestato di qualificazione del Produttore rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Su tale attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto del produttore.
Tutti i lotti di spedizione effettuati da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnati dalla copia dell'attestato di qualificazione del Produttore, sul quale deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto fino al commerciante o al trasformatore intermedio. I controlli in cantiere, eseguiti su ciascun lotto di spedizione, possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da un centro di trasformazione, in quest'ultimo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali, le quantità fornite, il cantiere di destinazione. Nel caso in cui il centro di trasformazione proceda ad eseguire i controlli di cui sopra, ha l'obbligo di nominare un Direttore Tecnico che, in possesso dei i requisiti definiti per norma per il direttore dei lavori, assume la responsabilità del controllo dei materiali.
Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.
I controlli sono effettuati secondo le modalità indicate al punto 11.2.3.5 del D.M. 14 settembre 2005.
Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

1.13.5 Prove di qualificazione e verifiche periodiche della qualità

I laboratori incaricati, di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, devono operare secondo uno specifico piano di qualità approvato dal Servizio Tecnico Centrale.
I certificati di prova emessi dovranno essere uniformati ad un modello standard elaborato dal Servizio Tecnico Centrale.
I relativi certificati devono contenere almeno:
- l'identificazione dell'azienda produttrice e dello stabilimento di produzione;
- l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiarata saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma della qualificazione (per le sole verifiche periodiche della qualità);
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato;
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto ed i risultati delle prove eseguite;
- l'analisi chimica per i prodotti dichiarati saldabili (o comunque utilizzati per la fabbricazione di prodotti finiti elettrosaldati);
- le elaborazioni statistiche previste nei punti: 11.2.2.10, 11.2.3.5 e 11.2.4.8 del D.M. 14 settembre 2005;

I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.
Le prove possono essere effettuate dai tecnici del laboratorio incaricato, anche presso lo stabilimento del produttore, qualora le attrezzature utilizzate siano tarate e la loro idoneità sia accertata e documentata.
Di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione nel rapporto di prova nel quale deve essere presente la dichiarazione del rappresentante del laboratorio incaricato relativa all'idoneità delle attrezzature utilizzate.
In caso di risultato negativo delle prove il Produttore deve individuare le cause e apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di verifica.
Le specifiche per l'effettuazione delle prove di qualificazione e delle verifiche periodiche della qualità, ivi compresa la cadenza temporale dei controlli stessi, sono riportate rispettivamente nei punti seguenti del D.M. 14 settembre 2005:
punto 11.2.2.10, per acciai per cemento armato in barre o rotoli;
punto 11.2.3.5, per acciai per cemento armato precompresso;
punto 11.2.4.8, per acciai per carpenterie metalliche.

1.14 *Acciaio per cemento armato e cemento armato precompresso*

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al precedente punto 16.2.5. e controllati con le modalità riportate nei punti: 11.2.2.10 e 11.2.3.5. del D.M. 14 settembre 2005.

1.14.1 Acciaio per cemento armato laminato a caldo

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato B450C deve essere caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$f_{v\,nom}$	450 N/mm^2
$f_{t\,nom}$	540 N/mm^2

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella 16.1:

Tabella 16.1. – L'acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C

	CARATTERISTICHE

Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$ (N/mm^2)
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$ (N/mm^2)
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1{,}13$ $\leq 1{,}35$
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1{,}25$
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\geq 7\%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	
Ø < 12 mm	4 Ø
12 ≤ Ø ≤ 16 mm	5 Ø
per 16 < Ø ≤ 25 mm	8 Ø
per 25 < Ø ≤ 50 mm	10 Ø

1.14.2 Acciai per cemento armato trafilati a freddo

L'acciaio trafilato a freddo, denominato B450C è caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio laminato a caldo B450C, deve rispettare i requisiti nella seguente tabella 16.2.

Tabella 16.2. – L'acciaio per cemento armato laminato a caldo B450A

	CARATTERISTICHE
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$ (N/mm^2)
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$ (N/mm^2)
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1{,}05$
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1{,}25$
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\geq 3\%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	
per Ø < 12 mm	4 Ø

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al punto 16.3.
Nel caso in cui l'acciaio trafilato a freddo rispetti le prescrizioni di cui alla tabella 16.1, valgono le prescrizioni relative all'acciaio laminato a caldo.

1.14.3 Accertamento delle proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**.
Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a 100 ±10 °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.
La prova di piegamento e raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di 20 + 5 °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti a 100 $^{\pm 10}$ °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

1.14.4 Caratteristiche dimensionali

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.
Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati o preassemblati in appositi centri di trasformazione, a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera, quali:
- elementi presagomati (staffe, ferri piegati, ecc);
- elementi preassemblati (gabbie di armatura, ecc.).

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.
Per quanto riguarda la marcatura dei prodotti vale quanto indicato al punto 11.2.1.2. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.
Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al punto 11.2.1.3. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

1.14.4.1 Barre e rotoli

Le barre sono caratterizzate dal diametro Ø della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm^3.
Il diametro Ø delle barre deve essere compreso tra 6 e 50 mm.

Per barre con diametri superiori a 40 mm la struttura va considerata composta e valgono le regole delle strutture composte acciaio-conglomerato cementizio.
L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a Ø ≤ 16. Nel luogo di lavorazione, dove avviene il raddrizzamento, per tenere in conto del danneggiamento della superficie del tondo ai fini dell'aderenza opportune prove dovranno essere condotte così come indicato al punto 11.2.2.10.4 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005. Quando il raddrizzamento avviene a caldo, bisogna verificare che siano mantenute le caratteristiche meccaniche dell'acciaio.

1.14.5 Procedure di controllo in stabilimento

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal punto 11.2.2.10. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005, tali controlli devono riguardare i controlli sistematici:
- prove di qualificazione;
- prove di verifica della qualità;
- controlli sui singoli lotti di produzione.

1.14.6 Reti e tralicci elettrosaldati

Si intendono per reti elettrosaldate le armature costituite da due sistemi di barre parallele ortogonali equidistanziate, assemblate per saldatura negli incroci chiamati nodi. Gli acciai delle reti elettrosaldate devono essere saldabili.
La equidistanza non può superare 330 mm.
I tralicci sono elementi reticolari composti da barre ed assemblati mediante saldature. Gli acciai per i tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.
Le reti ed i tralicci costituiti con acciaio di cui al punto 11.2.2.2 delle norme tecniche di cui D.M. 14 settembre 2005 devono avere diametro Ø compreso tra 5 e 12 mm.
I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la **UNI EN ISO 15630-2** pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti.
In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche.
La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.
Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi devono essere dotati della prevista qualificazione. Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marcatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.
La marcatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marcatura supplementare indelebile identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo.
Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento la marcatura del prodotto finito può coincidere con la marcatura dell'elemento base.

Tabella 16.3. - Peso delle reti elettrosaldate

Diametro ∅ mm	Peso barra kg/m	Peso in una direzione kg/m²								
		Interasse tondini in mm								
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,099	1,98	1,32	0,99	0,79	0,66	0,49	0,39	0,33	0,28
5	0,154	3,08	2,05	1,54	1,23	1,03	0,77	0,62	0,51	0,44
6	0,222	4,44	2,96	2,22	1,78	1,48	1,11	0,89	0,75	0,63
7	0,302	6,04	4,03	3,02	2,42	2,01	1,51	1,21	1,01	0,86
8	0,394	7,89	5,26	3,94	3,15	2,63	1,97	1,58	1,31	1,13
9	0,499	9,98	6,60	4,99	4,00	3,30	2,49	1,98	1,65	1,43
10	0,617	12,30	8,18	6,17	4,93	4,09	3,08	2,45	2,04	1,76
11	0,746	14,90	9,84	7,46	5,97	4,92	3,73	2,96	2,46	2,13
12	0,888	17,80	11,80	8,88	7,10	5,88	4,44	3,52	2,94	2,54

Tabella 16.4. - Sezioni delle reti elettrosaldate

Diametro ∅ mm	Sezione barra cm²	cm² per metro								
		Barre portanti					Barre trasversali			
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,126	2,52	1,68	1,26	1,01	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36

5	0,196	3,93	2,62	1,96	1,57	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56
6	0,283	5,65	3,77	2,83	2,30	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81
7	0,385	7,69	5,13	3,85	3,00	2,56	1,92	1,54	1,28	1,10
8	0,502	10,05	6,70	5,02	4,00	3,35	2,51	2,01	1,67	1,43
9	0,635	12,70	8,45	6,35	5,10	4,23	3,18	2,54	2,12	1,81
10	0,785	15,70	10,50	7,85	6,30	5,22	3,92	3,14	2,61	2,24
11	0,947	18,90	12,60	9,47	7,60	6,31	4,74	3,79	3,15	2,71
12	1,130	22,60	15,10	11,30	9,10	7,53	5,65	4,52	3,76	3,23

1.14.6.1 Procedure di controllo in stabilimento

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal punto 11.2.2.11. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005, tali controlli devono riguardare i controlli sistematici:
- prove di qualificazione;
- prove di verifica della qualità;
- controlli sui singoli lotti di produzione.

1.14.7 Saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nel tabella 16.5. dove il calcolo del carbonio equivalente C_{eq} è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

Tabella 16.5

Massimo contenuto di elementi chimici in %			
		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	C_{eq}	0,52	0,50

a) È possibile eccedere il valore max. di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C_{eq}, venga ridotto dello 0.02% in massa.

b) Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

1.14.8 Tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale deve essere come riportato nel Tabella 16.6 seguente.

Tabella 16.6.

Diametro nominale, (mm)	**5 a ≤ 8**	**> 8 ≤ 50**
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	±6	±4,5

1.14.9 Altri tipi di acciai

1.14.9.1 Acciai inossidabili

È ammesso l'impiego di acciai inossidabili purché le caratteristiche meccaniche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai di cui al punto 11.2.2 del D.M. 14 settembre 2005, con l'avvertenza di sostituire al termine f_t della tabella 11.2.1 delle norme tecniche di cui D.M. 14 settembre 2005, il termine $f_{7\%}$, ovvero la tensione corrispondente ad un allungamento A_{gt} = 7%. La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove di saldabilità certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 ed effettuate secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da utilizzare in cantiere o in officina, previsti dal produttore.

Per essi la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

1.14.9.2 Acciai zincati

È ammesso l'uso di acciai zincati purché le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali.
La qualificazione e, di conseguenza, la relativa verifica delle caratteristiche sopra indicate deve essere effettuata sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura.
La marcatura deve consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura; pertanto, nel caso in cui la zincatura venga effettuata su prodotti già qualificati all'origine e, quindi, dotati di marcatura indelebile, deve essere prevista una marcatura aggiuntiva che identifichi lo stabilimento di zincatura.
Per essi la qualificazione con le successive verifiche è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

1.15 *Controlli nei centri di trasformazione o nei luoghi di lavorazione delle barre. Accettazione in cantiere.*

I controlli sono obbligatori e devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.2.2.10 del D.M. 14 settembre 2005, in ragione di 3 spezzoni, marcati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri della partita. Il campionamento e le prove devono essere eseguiti entro 30 giorni dalla consegna delle barre in cantiere e comunque sempre prima della messa in opera del prodotto.
Il controllo della resistenza, la verifica dell'allungamento e del piegamento, per uno stesso diametro, viene eseguito secondo le prescrizioni di cui alle **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**. valori minimi, limite, che devono essere rispettati per ciascun provino, sono i seguenti:

Valori Limite di Accettazione

Caratteristica	Valore limite	NOTE
f_y *minimo*	*425 N/mm²*	*(450-25) N/mm²*
f_y *massimo*	*572 N/mm²*	*[450x(1, 25+0,02)]*
A_{gt} *minimo*	*≥ 5.0%*	*per acciai laminati a*
A_{gt} *minimo*	*≥ 1.0%*	*per acciai trafilati a*
Rottura/snervamento	$1.11 \leq f_t/f_y \leq 1.37$	*per acciai laminati a*
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1.03$	*per acciai trafilati a*
Piegamento/raddrizzament	*assenza di cricche*	*per tutti*

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire impiegando diverse apparecchiature e modalità di prova.
Nel caso in cui l'esito delle prove determini una non conformità si dovrà procedere dallo stesso fascio ma da barre diverse dello stesso diametro al prelievo ed alle prove di tre ulteriori provini, salvo quando l'esito negativo sia riconducibile ad un difetto o si abbia ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, in questo caso il risultato della prova stessa deve essere ignorato ed è sufficiente prelevare un ulteriore (singolo) provino.
Se ciascuno dei tre risultati validi della prova è compreso nei limiti sopra richiamati, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.
Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da elementi diversi del lotto in presenza del produttore o di un suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove che devono essere eseguite presso un laboratorio inserito nell'Albo dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.
Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico di progetto e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.
In caso contrario il lotto deve essere respinto.
Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori o di tecnico di sua fiducia e nel caso di un centro di trasformazione dal Direttore Tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al Direttore dei Lavori, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.
La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori, ovvero dal Direttore Tecnico, e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo e deve essere integrata dalla dichiarazione, rilasciata dal legale rappresentante del centro di trasformazione, di impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali.
In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi della vigente normativa e non possono essere accettate.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:
- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori di resistenza misurati e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.
I controlli in cantiere sono obbligatori, devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri richiamati al punto 11.2.2.10 del D.M. 14 settembre 2005 e le proprietà meccaniche devono essere ricavate secondo le disposizioni di cui al punto 11.2.2.3 dello stesso decreto.
I controlli in cantiere, eseguiti su ciascun lotto di spedizione, possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da un centro di trasformazione, in questo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380 deve essere richiesta dal Direttore tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al Direttore dei lavori, e deve essere specifica per ciascun cantiere e per ogni consegna oltre a riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali, le quantità fornite, il cantiere di destinazione.
Resta nella discrezionalità del direttore dei lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (per esempio, indice di aderenza, saldabilità).

1.15.1 Prove di aderenza

Ai fini della qualificazione, le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza secondo il metodo Beam - test da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, con le modalità specificate nella **CNR-UNI 10020** (gennaio 1971). La tensione di aderenza t_d valutata secondo la CNR-UNI 10020 (gennaio 1971) verrà riferita ad una resistenza nominale del calcestruzzo di 27 N/mm^2, mediante l'applicazione della seguente formula di correzione:
Le tensioni tangenziali di aderenza τ_m e τ_r desunte dalla prova, come media dei risultati ottenuti sperimentando almeno quattro travi per ogni diametro, devono soddisfare le condizioni seguenti:

$$\tau_m \geq \tau^*_m = 8 - 0{,}12\,\varnothing$$
$$\tau_r \geq \tau^*_r = 13 - 0{,}19\,\varnothing$$

ove τ_m, τ_m, τ_r, τ^*_r, sono espressi in N/mm² e Ø è espresso in mm.
Per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si calcolerà per un numero significativo di barre il valore dell'indice di aderenza I_R definito dall'espressione:

$$I_R = \frac{2 \cdot a_m \cdot l_R \cdot \cos(90° - \beta)}{\pi \cdot \varnothing_n \cdot c}$$

confrontando quindi il valore medio di I_R con il corrispondente $I_{R(L)}$ valutato sulle barre provate in laboratorio.
La partita è ritenuta idonea se è verificata al meno una delle due seguenti ineguaglianze (A) e (B):

$$\frac{I_R}{I_{R(L)}} \geq \frac{\tau^*_m}{\tau_m} \qquad \text{(A)}$$

$I_R \geq 0{,}048$ per 5 mm $\leq$ Ø $\leq$ 6 mm
$I_R \geq 0{,}055$ per 6 mm $<$ Ø $\leq$ 8 mm (B)
$I_R \geq 0{,}060$ per 8 mm $<$ Ø $\leq$ 12 mm
$I_R \geq 0{,}065$ per Ø $>$ 12 mm

essendo:
τ^*_m = valore limite di τ_m quale sopra definito per il diametro considerato;
$\tau_{m,}$ τ_r = valori desunti dalle prove di laboratorio;
$Ø_n$ = diametro nominale della barra;
c = interasse delle nervature;
a_m = altezza media delle nervature;
ß = inclinazione delle nervature sull'asse della barra espressa in gradi;
l_R = lunghezza delle nervature;
I_R = valore di I_R determinato sulle barre della fornitura considerata;
I_R (L) = valore di I_R determinato sulle barre provate in laboratorio.

Qualora il profilo comporti particolarità di forma non contemplate nella definizione di I_R (per esempio nocciolo non circolare), l'ineguaglianza (A) deve essere verificata per i soli risalti o nervature.
Nel certificato di prova devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature e deve, inoltre, essere indicata quale delle due disuguaglianze (A) o (B) viene rispettata.

1.16 *Norme di riferimento*
UNI 8926 - Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale.
UNI 8927 - Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale;
UNI 9120 - Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d' ingegneria civile. Distinta dei ferri;
UNI 10622 - Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo;
CNR UNI 10020 - Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata;
UNI ENV 10080 - Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate;
UNI ISO 10065 - Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento;
UNI ISO 3766 - Disegni di costruzioni e d' ingegneria civile. Rappresentazione simbolica delle armature del calcestruzzo;
UNI ISO 10287 - Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate.
UNI EN ISO 15630-1 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova . Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato
UNI EN ISO 15630-2 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso . Metodi di prova . Parte 2: Reti saldate

Art. 64. Acciaio per cemento armato precompresso

1.17 *Generalità*
L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito sotto forma di:
Filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;
Barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei;
Treccia: 2 o 3 fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili della treccia;
Trefolo: fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali. Il passo ed il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.
I fili possono essere tondi o di altre forme; vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante.
Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precompresse ad armature pretese.
Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti; vengono individuate mediante il diametro nominale.
Per quanto riguarda la marcatura dei prodotti, generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature, vale quanto indicato al punto 11.2.1.2. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.
Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al punto 11.2.1.3 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.
Gli acciai possono essere forniti in rotoli (fili, trecce, trefoli), in bobine (trefoli), in fasci (barre).
I fili devono essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore deve indicare il diametro minimo di avvolgimento.
Ciascun rotolo di filo liscio, ondulato o con impronte deve essere esente da saldature.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; per i trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura purché tali saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.
All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe.
È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.
Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

1.18 *Caratteristiche chimiche, fisiche e geometriche*
Gli acciai per armature da precompressione devono possedere proprietà meccaniche, garantite dal produttore, non inferiori a quelle indicate nella tabella 17.1:

Tabella 17.1

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli e Trecce	Trefoli e Trecce a fili sagomati
Tensione caratteristica di rottura f_{ptk} N/mm^2	≥ 1000	≥ 1600	≥ 1860	≥ 1820
Tensione caratteristica allo 0,1 % di deformazione residua $f_{p(0,1)k}$ N/mm^2	--------	≥ 1400	--------	--------
Tensione caratteristica all'1 % di deformazione totale $f_{p(1)k}$ N/mm^2	--------	--------	≥ 1670	≥ 1620
Tensione caratteristiche di snervamento f_{pvk} N/mm^2	≥ 800	--------	---------	--------

Per il modulo di elasticità si farà riferimento al catalogo del fornitore.
Il produttore deve controllare la composizione chimica e la struttura metallografica al fine di garantire le proprietà meccaniche prescritte.

1.19 Controlli obbligatori
Il punto 11.2.3.3. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005 prevede tre forme di controllo obbligatorie:
- controlli in stabilimento;
- controlli negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi;
- accettazione in cantiere.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione.
I controlli eseguiti negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi si riferiscono a forniture.
L'accettazione eseguita in cantiere si riferisce a lotti di spedizione.
A tale riguardo si definiscono:
- Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito, della bobina di trefolo e del fascio di barre). Un lotto di produzione deve avere grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) ed essere compreso tra 30 e 120 tonnellate;
- Forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione);
- Lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I controlli in cantiere possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da uno stabilimento di prefabbricazione o da un luogo di formazione dei cavi, in questo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere richiesta dal Direttore Tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al Direttore dei lavori, è specifica per ciascun lotto di spedizione e deve riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali del prodotto fornito, il cantiere di destinazione.
Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.
I controlli sono effettuati secondo le modalità indicate al punto 11.2.3.5. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

1.19.1 Prescrizioni comuni. Modalità di prelievo

I saggi destinati ai controlli secondo il punto 11.2.3.5.1 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005:
- non devono essere avvolti con diametro inferiore a quello della bobina o rotolo di provenienza;
- devono essere prelevati con le lunghezze richieste dal laboratorio incaricato delle prove ed in numero sufficiente per eseguire eventuali prove di controllo successive;
- devono essere adeguatamente protetti nel trasporto.

1.19.1.1 Controlli in stabilimento

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal punto 11.2.3.5.2. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005, tali controlli devono riguardare i seguenti controlli sistematici:
- prove di qualificazione;
- prove di verifica della qualità;
- controlli sui singoli lotti di produzione.

1.19.1.2 Controlli negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione o nel luogo di formazione dei cavi

I controlli negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione o nel luogo di formazione dei cavi sono obbligatori.
A tale riguardo le responsabilità attribuite dalla legge al direttore dei lavori sono assunte dal responsabile della produzione in stabilimento o dal tecnico responsabile dell'officina di formazione dei cavi.
I controlli vengono eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.
Effettuato un prelievo di 3 saggi provenienti da una stessa fornitura, intesa come lotto formato da massimo 90 t, ed appartenenti ad una stessa categoria, si determinano, mediante prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, i corrispondenti valori minimi di $f_{pt}, f_{py}, f_{p(l)}, f_{p(0,1)}$.
I risultati delle prove sono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se nessuno dei valori minimi sopra indicati è inferiore ai corrispondenti valori caratteristici garantiti dal produttore.
Nel caso che anche uno solo dei valori minimi suddetti non rispetti la corrispondente condizione, verranno eseguite prove supplementari soggette a valutazioni statistiche come di seguito indicato.
Il campione da sottoporre a prove supplementari è costituito da almeno 10 saggi prelevati da altrettanti rotoli, bobine o fasci. Se il numero dei rotoli, bobine o fasci costituenti il lotto è inferiore a 10, da alcuni rotoli o bobine verranno prelevati due saggi, uno da ciascuna estremità. Per le barre vengono prelevati due saggi da due barre diverse dello stesso fascio.
Ogni saggio deve recare contrassegni atti ad individuare il lotto ed il rotolo, bobina o fascio di provenienza.
Effettuato il prelievo supplementare si determinano, mediante prove effettuate presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, i corrispondenti valori medi g_{mn} di $f_{pt}, f_{py}, f_{p(1)}, f_{p(0,1)}$.
I risultati delle prove vengono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se:
- per le tensioni di rottura f_{pt},:

$$g_{mn} \geq 1{,}03\, f_{ptk}$$
$$s_n \leq 0{,}05\, f_{ptk}$$

- per le grandezze f_{pt}, $f_{p(1)}, f_{p(0,1)}$:

$$g_{mn} \geq 1{,}04\ (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,1)k})$$
$$s_n \leq 0{,}07\ (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(012)k})$$

e i valori del modulo di elasticità longitudinale E_p sono conformi al valore garantito dal produttore, con una tolleranza del ± 5%
Se tali disuguaglianze non sono verificate, o se non sono rispettate le prescrizioni di cui al punto 11.2.3.5.3 del D.M. 14 settembre 2006 si ripeteranno, previo avviso al produttore, le prove su altri 10 saggi.
L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che è tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.
In tal caso il direttore tecnico (direttore dei lavori), responsabile della produzione in stabilimento o responsabile dell'officina di formazione dei cavi, deve comunicare il risultato anomalo sia al laboratorio incaricato del controllo in stabilimento che al Servizio Tecnico Centrale.
Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori (direttore tecnico) o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

1.19.1.2.1 Certificati emessi dai laboratori

La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dello stabilimento di prefabbricazione o officina di formazione dei cavi, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico dello stabilimento di

prefabbricazione o officina di formazione dei cavi, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori (direttore tecnico), le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.
I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:
- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i risultati delle prove eseguite.

1.19.1.2.2 Accettazione in cantiere
Qualora non siano state precedentemente eseguite le prove di cui al precedente paragrafo, i controlli in cantiere sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le indicazioni di cui al medesimo punto precedente, con l'avvertenza che il prelievo preliminare dei 3 saggi va effettuato per ogni lotto di spedizione, mai superiore a 30 t.
Nel caso in cui siano state eseguite le prove di cui al precedente paragrafo, il direttore dei lavori può valutare la necessità di ulteriori controlli.
In entrambi i casi per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni di cui al precedente paragrafo.

1.20 *Norme di riferimento*
UNI EN ISO 15630-3. Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova . Parte 3: Acciaio per calcestruzzo armato precompresso

Art. 65. Acciaio per strutture metalliche

1.21 *Generalità*
L'acciaio per strutture metalliche deve rispondere alle prescrizioni delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.
Possono essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della **direttiva 89/106/CEE**. Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle Infrastrutture, Servizio Tecnico Centrale.
È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli sopra indicati purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti norme.
Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova sono rispondenti alle prescrizioni delle norme **UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1, UNI EN 10045 -1**.
Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla **EN 1090**.
In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico	$E = 210.000$ N/mm^2
modulo di elasticità trasversale	$G = E/2(1+\nu)$ N/mm^2
coefficiente di Poisson	$\nu = 0,3$
coefficiente di espansione termica lineare (per temperature fino a 100 °C)	$a = 12 \times 10^{-6}$ per °C^{-1}
densità	$\rho = 7850$ kg/m^3

1.22 *Acciaio laminato*
1.22.1 Prodotti piani e lunghi
Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere a uno dei tipi previsti nella norma **EN 10025-1÷6** e devono e essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale secondo le procedure di cui al punto 18.2.4.8.

Il produttore dichiara, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma europea **EN 10025-1**. Tali caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche.
Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

1.22.2 Profilati cavi

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo), devono appartenere a uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche riportate nelle specifiche norme europee elencate nella successiva tabella 18.1 nelle classi di duttilità JR, J0, J2 e K2.
Il produttore dichiara le caratteristiche tecniche che devono essere contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.
Le caratteristiche tecniche per i profilati cavi devono essere in accordo con quanto previsto dalle tabelle delle norme di riferimento: **EN 10210-1** e **EN 10219-1**, e riassunte come riportato nella tabella 18.1.:

Tabella 18.1 - Caratteristiche tecniche per i profilati cavi

ACCIAIO	NORMA EUROPEA	TABELLE DI RIFERIMENTO
Profilati cavi finiti a caldo	EN 10210-1	Non legati: Al, A.2, A.3 A grano fine: Bl, B.2 - B.3
Profilati cavi saldati formati a freddo	EN 10219-1	Al , A2 , A3 Materiale di partenza allo stato: Normalizzato: B1, B3, B4 Termomeccanico: B2, B3, B5

Le prove ed i metodi di misura sono quelli previsti dalle norme suddette.

1.22.3 Controlli sui prodotti laminati

I controlli sui laminati verranno eseguiti secondo le prescrizioni di cui al punto 18.4.8.

1.22.4 Fornitura dei prodotti laminati

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al punto 18.1.3.

1.23 *Acciaio per getti*

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare getti di acciaio Fe G 400, Fe G 450, Fe G 520 **UNI 3158** ed **UNI 3158 FA 152-85** o equivalenti.
Quando tali acciai debbano essere saldati, devono sottostare alle stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

1.24 *Acciaio per strutture saldate*

1.24.1 Composizione chimica degli acciai

Gli acciai da saldare, oltre a soddisfare le condizioni indicate al punto 18.2.1, devono avere composizione chimica contenuta entro i limiti previsti dalle norme europee applicabili.

1.24.2 Fragilità alle basse temperature

La temperatura minima alla quale l'acciaio di una struttura saldata può essere utilizzato senza pericolo di rottura fragile, in assenza di dati più precisi, deve essere stimata sulla base della temperatura *T* alla quale per detto acciaio può essere garantita una resilienza *KV,* secondo le norme europee applicabili.
La temperatura *T* deve risultare minore o uguale a quella minima di servizio per elementi importanti di strutture saldate soggetti a trazione con tensione prossima a quella limite aventi spessori maggiori di 25 mm e forme tali da produrre sensibili concentrazioni locali di sforzi, saldature di testa o d'angolo non soggette a controllo, od accentuate deformazioni plastiche di formatura. A parità di altre condizioni, via via che diminuisce lo spessore, la temperatura *T* può innalzarsi a giudizio del progettista fino ad una temperatura di circa 30 °C maggiore di quella minima di servizio per spessori dell'ordine di 10 millimetri.
Un aumento può aver luogo anche per spessori fino a 25 mm via via che l'importanza dell'elemento strutturale decresce o che le altre condizioni si attenuano.

1.25 *Bulloni e Chiodi*

1.25.1 Bulloni

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle **UNI EN ISO 4016** ed alle **UNI 5592** devono appartenere alle sotto indicate classi delle **UNI EN 20898**, associate nel modo indicato nella tabella 18.2.

Tabella 18.2

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

1.25.2 Bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella 18.2, viti e dadi, devono essere associati come indicato nella tabella 18.3.
Viti, dadi, rosette e/o piastrine devono provenire da un unico produttore.

Tabella 18.3

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 - 10.9 secondo UNI EN 898-1	UNI 5712
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2	UNI 5713
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷40	UNI 5714
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	UNI 5715 UNI 5716

1.25.3 Chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla **UNI EN 10263-1 a 5**.

1.26 *Acciai inossidabili*

Nell'ambito delle indicazioni generali, è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.
In particolare per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione ed al controllo.

1.27 *Procedure di controllo su acciai da carpenteria*

1.27.1 Generalità

I prodotti assoggettabili al procedimento di qualificazione sono, suddivisi per gamma merceologica, i seguenti:
- laminati mercantili, travi ad ali parallele del tipo IPE e HE, travi a I e profilati a U;
- lamiere e nastri, travi saldate e profilati aperti saldati;
- profilati cavi circolari, quadrati o rettangolari senza saldature o saldati.

1.27.1.1 Elementi di lamiera grecata e profilati formati a freddo

Gli elementi di lamiera grecata ed i profilati formati a freddo, ivi compresi i profilati cavi saldati non sottoposti a successive deformazioni o trattamenti termici, devono essere realizzati utilizzando lamiere o nastri di origine, qualificati secondo le procedure indicate ai successivi punti.
Il produttore dichiara, nelle forme, previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma europea **EN 14782**. Tali caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche.
Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.
I produttori possono, in questo caso, derogare dagli adempimenti previsti al punto 11.2.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio incaricato) ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, qualificati all'origine, da essi utilizzati.
Il produttore di lamiere grecate deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche dei prodotti e che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.
Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.
I produttori sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la fabbricazione dei prodotti, realizzati con materiale base qualificato.
I prodotti finiti devono essere marcati, secondo le modalità previste dal punto 11.2.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005 ed il marchio deve essere depositato presso il Servizio Tecnico Centrale.
La dichiarazione sopracitata ed il deposito del marchio, devono essere confermati annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.
Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica, ed inoltre ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.
Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

1.27.2 Controlli in stabilimento

1.27.2.1 Suddivisione dei prodotti

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.
Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica, sono raggruppabili per gamme di spessori così come definito nelle norme **UNI EN 10025, UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1**.
Sempre agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.
Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo di 40 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** in base al numero dei pezzi.

1.27.2.2 Prove di qualificazione

Ai fini della qualificazione il produttore deve produrre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche ove pertinenti e meccaniche riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.
La documentazione deve essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di tempo di al meno sei mesi e ad un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque o $\geq$ 2.000 t oppure ad un numero di colate o di lotti $\geq$ 25.
Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, incaricato dal produttore stesso.
Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno 30 prove su saggi appositamente prelevati.
La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

1.27.2.3 Controllo continuo della qualità della produzione

Il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.
In particolare, per quanto riguarda i prodotti finiti, deve procedere ad una rilevazione di tutte le caratteristiche chimiche ove applicabili e meccaniche previste dalle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.
La rilevazione dei dati di cui sopra deve essere ordinata cronologicamente su appositi registri distinti per qualità, per prodotto o per gruppi di prodotti (come sopra indicato) e per gamme di spessori, come specificato nella norma di prodotto.
Per ogni colata, o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata e comunque un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e comunque un saggio ogni 40 t o frazione; per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.
Dai saggi di cui sopra verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme **UNI EN 10025, UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.
Per quanto concerne f_y *e* f_t i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali) vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.
I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme **UNI EN 10025, UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-**1 per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie EN 10025 ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **EN 10210** ed **EN 10219** per i profilati cavi.
È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limiti la produzione e di provvedere ad ovviarne le cause. I diagrammi sopra indicati devono riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri.
La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

1.27.2.4 Verifica periodica della qualità

Il laboratorio incaricato effettua periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di 30 prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno 2 per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.
Inoltre il laboratorio incaricato effettua le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da 3 campioni per ciascun tipo sopraddetto.
Infine si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche.
Nel caso che i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non siano rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.
Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha ovviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.
Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai con snervamento o resistenza inferiori al tipo S235, si utilizza un coefficiente di variazione pari a 9%.
Per gli stessi acciai con caratteristiche comprese tra i tipi S235 ed S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.
Per gli stessi acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.
Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre ed anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

1.27.2.5 Controlli su singole colate

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.
Le prove da effettuare sono quelle relative alle **UNI EN 10025, UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** ed i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **EN 10025** ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **EN 10210** ed **EN 10219** per i profilati cavi.

1.27.2.6 Officine di trasformazione

Si definisce officina di trasformazione un impianto che riceve dal produttore di acciaio elementi base e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in acciaio.
L'officina di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.
Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nell'officina di trasformazione, vengono utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate nel controllo di produzione in fabbrica.
Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo di lavorazione e deve assicurarsi che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla consegna.
Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.
I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali devono comprendere l'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale degli elementi base e il certificato del sistema di gestione della qualità.
Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile l'officina di trasformazione stessa, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine; tale marcatura sarà depositata presso il Servizio Tecnico Centrale.
Le officine di trasformazione sono identificate come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenute ad effettuare i controlli obbligatori previsti in cantiere.
A tal fine è fatto obbligo a tali officine di nominare un Direttore Tecnico dello stabilimento che assume le responsabilità affidate, per norma, al direttore dei lavori.
L'esecuzione delle prove presso l'officina di trasformazione non esclude che il direttore dei lavori dell'opera, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere tutti gli eventuali ulteriori controlli che ritenga opportuni.

Le officine di trasformazione sono tenute a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando la loro organizzazione, i procedimenti di saldatura e di sagomatura impiegati, i materiali utilizzati, nonché le modalità di marcatura per l'identificazione dell'officina nonché fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.
Nella dichiarazione deve, inoltre, essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine.
Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali
Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra.
La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.
Ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali deve essere accompagnata, in aggiunta alla documentazione relativa all'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, da copia dei certificati delle prove fatte eseguire dal direttore tecnico responsabile dello stabilimento e della sopra citata dichiarazione.
Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

1.27.2.7 Centri di prelavorazione di componenti strutturali

Si definiscono centri di prelavorazione o di servizio, quegli impianti che, ricevendo dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) realizzano elementi singoli prelavorati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di trasformazione per la realizzazione di strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.
Il centro di prelavorazione deve dotarsi di un sistema di garanzia della qualità delle lavorazioni allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche del materiale e che il prodotto finito abbia i requisiti previsti dalle presenti norme.
È fatto obbligo a tali centri di nominare un responsabile tecnico che dovrà certificare che tutte le prelavorazioni siano state eseguite in conformità alle specifiche richieste. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

1.27.3 Controlli in cantiere

I controlli in cantiere sono obbligatori.
Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo 3 prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.
I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **EN 10025** ovvero delle tabelle per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per le caratteristiche chimiche.
Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.
Deve inoltre essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nella **EN 1090** e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

1.27.3.1 Prelievo e domanda di prova al laboratorio

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori, ovvero dal direttore tecnico,o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.
La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dello officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai fini del D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

1.27.3.2 Certificato di prova

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:
- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;

- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i risultati delle prove eseguite.

I certificati devono, inoltre, riportare l'indicazione del marchio identificativo rilevato. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza con riferimento alle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

1.27.4 Bulloni e chiodi

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato, con livello di attestazione della qualità 2+, da parte di un organismo notificato, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo ed al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche, di bulloni o chiodi deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del Servizio Tecnico Centrale. I controlli di accettazione sono obbligatori e devono rispettare i piani di campionamento e le prescrizioni di cui alla **UNI EN 20898/1**, della quale si riportano in estratto nella tabella 18.4 i successive tabelle 18.4 e 18.5, e **UNI EN 20898/2**.

Tabella 18.4

Prospetto IV — Direttiva per i programmi di prova (vedere prospetto V)

Dimensioni	Viti con diametro di filettatura $d \leq 4$ mm o con lunghezza nominale $l < 2{,}5d$ [1)]	Viti con diametro di filettatura $d > 4$ mm e con lunghezza nominale $l \geq 2{,}5d$
Prova decisiva per l'accettazione	o	•

1) Inoltre, viti con particolari configurazioni della testa e del gambo meno resistenti della parte filettata.

Tabella 18.5

Prospetto V — Programmi di prova A e B per l'accettazione
(Questi programmi si riferiscono alle caratteristiche meccaniche e non a quelle chimiche)

Gruppo di prova	Caratteristica		Programma di prova A				Programma di prova B			
			Metodo di prova		Classi di resistenza 3.6, 4.6, 5.6	Classi di resistenza 8.8, 9.8 10.9 12.9	Metodo di prova		Classi di resistenza 3.6, 4.6 4.8, 5.6 5.8, 6.8	Classi di resistenza 8.8, 9.8 10.9 12.9
I	5.1 e 5.2	Carico di rottura minimo, R_m	8.1	Prova di trazione	•	•	8.2	Prova di trazione[1]	•	•
	5.3	Durezza minima[2]	8.3	Prova di durezza[3]	○	○	8.3	Prova di durezza[3]	○	○
	5.4 e 5.5	Durezza massima			• ○	• ○			• ○	• ○
	5.6	Durezza massima superficiale				• ○				• ○
II	5.7	Carico unitario di snervamento minimo, R_{eL}	8.1	Prova di trazione su provetta	•					
	5.8	Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità, $R_{p0,2}$	8.1	Prova di trazione		•				
	5.9	Carico unitario di prova, S_p					8.4	Prova di carico	•	•
III	5.10	Allungamento percentuale minimo dopo rottura, A min.	8.1	Prova di trazione	•	•				
	5.11	Resistenza a trazione con appoggio a cuneo[4]					8.5	Prova di trazione con appoggio a cuneo[1]	•	•
IV	5.12	Resilienza minima	8.6	Prova di resilienza[5]	•[6]	•	8.6			
	5.13	Tenacità della testa[7]					8.7	Prova di tenacità della testa	○	○
V	5.14	Zona massima di decarburazione	8.8	Prova di decarburazione		• ○	8.8	Prova di decarburazione		• ○
	5.15	Temperatura minima di rinvenimento	8.9	Prova di secondo rinvenimento		• ○	8.9	Prova di secondo rinvenimento		• ○
	5.16	Difetti superficiali	8.10	Controllo dei difetti superficiali	• ○	• ○	8.10	Controllo dei difetti superficiali	• ○	• ○

1) Se la prova di trazione con appoggio a cuneo è soddisfacente, non è necessario eseguire la prova di trazione assiale su vite.
2) La prova di durezza minima viene eseguita solamente su prodotti aventi lunghezza nominale $l < 2{,}5\,d$ e su altri prodotti che non possono essere sottoposti a prova di trazione (per esempio, a causa della forma della testa).
3) La prova di durezza può essere eseguita secondo i metodi Vickers, Brinell o Rockwell. In caso di incertezza è comunque decisiva la prova Vickers.
4) Le viti aventi teste di forme particolari che siano meno resistenti della sezione resistente sono escluse dalla prova di trazione con cuneo.
5) Solamente per viti con diametro nominale di filettatura $d \geq 16$ mm, e solo su richiesta del committente.
6) Solamente per la classe di resistenza 5.6.
7) Solamente per viti di diametro nominale di filettatura $d \leq 16$ mm e di lunghezza troppo corta per poter eseguire la prova di trazione con appoggio a cuneo.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori, ovvero dal direttore tecnico,o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.
La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dello officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai fini del D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.
Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

1.28 Norme di riferimento

1.28.1 Esecuzione

UNI 552:1986 - Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni
UNI 3158:1977 - Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove
UNI ENV 1090-1:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici
UNI ENV 1090-2:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo
UNI ENV 1090-3:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento
UNI ENV 1090-4:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi
UNI ENV 1090-6:2003 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile
UNI EN ISO 377:1999 - Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche
UNI EN 10002-1:1992 - Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente)
UNI EN 10045-1:1992 - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova

1.28.2 Elementi di collegamento

UNI EN ISO 898-1:2001 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere
UNI EN 20898-2:1994 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso
UNI EN 20898-7:1996 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm
UNI 5592:1968 - Dadi esagonali normali. Filettatura metrica Iso a passo grosso e a passo fine. Categoria C
UNI EN Iso 4016:2002 - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C

1.28.3 Profilati cavi

UNI EN 10210-1:1996 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura
UNI EN 10210-2:1999 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
UNI EN 10219-1:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura
UNI EN 10219-2:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

1.28.4 Prodotti laminati a caldo

UNI EN 10025-1:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura
UNI EN 10025-2:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
UNI EN 10025-3:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato
UNI EN 10025-4:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica
UNI EN 10025-5:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
UNI EN 10025-6:2005 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati

1.28.5 Saldature

1.28.5.1 Raccomandazioni e procedure

UNI EN 288-3:1993 - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai
UNI EN ISO 4063:2001 - Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni
UNI EN 1011-1:2003 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Guida generale per la saldatura ad arco
UNI EN 1011-2:2003 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco per acciai ferritici

UNI EN 1011-3:2005 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco di acciai inossidabili
UNI EN 1011-4:2005 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio
UNI EN 1011-5:2004 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati

1.28.5.2 Preparazione dei giunti
UNI EN 29692:1996 - Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio.

1.28.5.3 Qualificazione dei saldatori
UNI EN 287-1:2004 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte1: Acciai
UNI EN 1418:1999 - Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici

1.28.5.4 Controlli non distruttivi
UNI EN 1713:2003 – Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature
UNI EN 1714:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati
UNI EN 1289:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità
UNI EN 1290:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature
UNI EN 12062:2004 - Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici
UNI EN 473:2001 - Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

Art. 66. Materiali e prodotti a base di legno per usi strutturali

1.29 *Generalità*
Le prescrizioni contenute in questo paragrafo si applicano al legno massiccio ed ai prodotti a base di legno per usi strutturali.
Le strutture lignee considerate sono quelle che assolvono una funzione di sostenimento e che coinvolgono la sicurezza delle persone, siano esse realizzate in legno massiccio (segato, squadrato o tondo) e/o legno lamellare (incollato) e/o pannelli derivati dal legno, assemblati mediante incollaggio o elementi di collegamento meccanici.

1.29.1 Legno massiccio
Il legno massiccio per uso strutturale è un prodotto naturale selezionato, in dimensioni d'uso nelle strutture, classificato, elemento per elemento, secondo la resistenza sulla base di specifiche normative.
I parametri di resistenza, di rigidezza e di massa volumica assegnati al legno strutturale vengono di regola determinati sulla base di prove sperimentali normalizzate che producono gli stessi tipi di effetti delle azioni alle quali il materiale sarà soggetto nella struttura. Tali prove devono essere condotte su campioni significativi di elementi classificati in dimensione d'uso.
I criteri di classificazione garantiscono all'elemento prestazioni meccaniche minime statisticamente determinate senza necessità di ulteriori prove sperimentali e verifiche.
Per tipi di legname non inclusi nelle norme vigenti, è ammissibile la determinazione dei parametri di cui sopra sulla base di confronti con specie legnose note aventi caratteristiche simili a quelle della specie incognita, oppure sulla base di correlazioni con i valori di resistenza, rigidezza e massa volumica ottenuti tramite prove eseguite su campioni di provini piccoli e netti. In questi due casi, tuttavia, si dovrà dimostrare di aver tenuto conto della minore affidabilità dei risultati rispetto a quelli ottenuti con il metodo ordinario.
La produzione, fornitura e utilizzazione del legno strutturale dovranno avvenire in applicazione di un sistema di rintracciabilità dei singoli elementi che copra la catena di custodia dal momento della prima classificazione e marcatura almeno fino al momento della prima messa in opera.
I valori di resistenza e di rigidezza devono, ove possibile, essere determinati mediante la norma **ISO 8375**. Per la prova dovrà essere prelevato un campione rappresentativo ed i provini da sottoporre a prova, ricavati dal campione, dovranno contenere un difetto riduttore di resistenza e determinante per la classificazione. Nelle prove per determinare la resistenza a flessione, il tratto a momento costante deve contenere un difetto riduttore di resistenza che sarà determinante per la classificazione, e la sezione resistente sottoposta a trazione deve essere scelta a caso.

1.29.2 Prodotti a base di legno

Si considerano i seguenti prodotti a base di legno:
- legno strutturale massiccio con giunti a dita legno;
- legno lamellare incollato;
- legno lamellare incollato con giunti a dita a tutta sezione;
- pannelli a base di legno per uso strutturale;
- altri prodotti a base di legno per impieghi strutturali.

La produzione, fornitura e utilizzazione dei prodotti a base di legno per uso strutturale dovranno avvenire in applicazione di un sistema di assicurazione della qualità e di un sistema di rintracciabilità che copra la catena di custodia dal momento della prima classificazione e marcatura dei singoli componenti e/o semilavorati almeno fino al momento della prima messa in opera.
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 previste dalle norme vigenti.

1.29.3 Valori caratteristici

Si definiscono valori caratteristici di resistenza di un tipo di legno i valori del frattile 5% della distribuzione delle resistenze, ottenuti sulla base dei risultati di prove sperimentali effettuate con una durata di 300 secondi su provini all'umidità di equilibrio del legno corrispondente alla temperatura di 20°C ed umidità relativa dell'aria del 65%.
Per il modulo elastico, si fa riferimento sia ai valori caratteristici di modulo elastico (frattile 5% della distribuzione dei moduli elastici) sia ai valori medi, ottenuti nelle stesse condizioni di prova sopra specificate.
Si definisce massa volumica caratteristica il valore del frattile 5% della relativa distribuzione con massa e volume corrispondenti alle condizioni di umidità di equilibrio del legno alla temperatura di 20°C ed umidità relativa dell'aria del 65%.
Esistono profili caratteristici riconosciuti come validi e affidabili per ciascun tipo di materiale sul quale è stata condotta una sperimentazione conforme alle normative in vigore.

1.29.4 Produttore

Si definisce "produttore" il soggetto legalmente responsabile della classificazione secondo la resistenza meccanica (così come definita nelle pertinenti norme tecniche citate nel seguito) del materiale o del prodotto a base di legno.
In assenza di esplicita indicazione contraria nei documenti di accompagnamento delle forniture di materiali e prodotti a base di legno, ai fini della responsabilità legale il produttore coincide con il fornitore del materiale o del prodotto.

1.30 *Legno massiccio*

I produttori di elementi di legno massiccio per uso strutturale devono essere qualificati così come specificato al punto 20.8.1.
All'atto della posa in opera il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il legno strutturale sia oggetto di attestato di qualificazione e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.
Per il legno strutturale, nelle norme sono disponibili due tipi diversi di profili caratteristici:
- le *Categorie:* sono riferite a specifici "tipi di legname" ovvero specifiche combinazioni di specie legnosa/provenienza geografica/qualità. Le categorie sono contenute nelle diverse norme di classificazione dei diversi Paesi di produzione del legno strutturale;
- le *Classi di Resistenza:* sono riunite nella **UNI EN** 338 e costituiscono una raccolta di "profili normalizzati" di validità generale, utili allorché il progettista non desideri o non sia in grado di indicare un preciso tipo di legname.

Entrambi i tipi di profili caratteristici sono ugualmente ammissibili in sede di progettazione. Tuttavia, al momento della fornitura del materiale, la classificazione di quest'ultimo dovrà essere conforme a quanto prescritto nel progetto.
È ammessa l'equivalenza di una Categoria alla corrispondente Classe di Resistenza (e viceversa) se tale equivalenza è stabilita dalla **UNI EN1912.**
Profili prestazionali caratteristici diversi da quelli sopra indicati potranno essere assunti nella progettazione sulla base dei risultati documentati di prove sperimentali in conformità a quanto disposto nella **EN 14081** (o normativa riconosciuta equivalente, per legname di provenienza non Europea).

1.30.1 Profili caratteristici per legno strutturale di provenienza italiana

Profili caratteristici per tipi di legno strutturale di provenienza italiana sono contenuti nelle **UNI 11035** (Parte 1 e Parte 2).
Nelle stesse norme si forniscono le regole di classificazione per i tipi di legname strutturale italiani, nonché indicazioni sulla procedura necessaria per l'attribuzione di profili caratteristici a tipi di legname non inclusi nella norma.

1.30.2 Profili caratteristici per legno strutturale di provenienza non italiana

Per tipi di legno strutturale di provenienza non italiana è possibile utilizzare le Classi di Resistenza equivalenti indicate nella **UNI EN 1912**.

1.30.3 Legno strutturale con giunti a dita

In aggiunta a quanto prescritto per il legno massiccio, gli elementi di legno strutturale con giunti a dita devono essere conformi alla **UNI-EN 385**.

1.30.4 Segati di legno

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 : +/- 10 mm;
- tolleranze sullo spessore: +/- 2 mm;
- umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma **UNI 9021/2**;
- difetti visibili ammessi _____ , valutati, in funzione della qualuità, secondo la norme:

a) Conifere
ISO 1029 - Segati di conifere - Difetti - Classificazione;
ISO 1030 - Segati di conifere - Difetti - Misurazione;
ISO 1031 - Segati di conifere - Difetti - Termini e definizioni;
UNI 8198 - Segati di conifere. Classificazione in base alla resistenza meccanica.
b) Latifoglie
ISO 2299 - Segati di latifoglie - Difetti - Classificazione;
ISO 2300 - Segati di latifoglie - Difetti - Termini e definizioni;
ISO 2301 - Segati di latifoglie - Difetti - Misurazione;

Altre norme di riferimento:
UNI 8947 - Segati di legno. Individuazione e misurazione dei difetti da essiccazione.

- trattamenti preservanti con metodo ____ e comunque resistenti ai ____, valutati secondo le seguenti norme:
UNI 8662-1 - Trattamenti del legno. Termini generali;
UNI 8662-2 - Trattamenti del legno. Termini relativi all' impregnazione e alla preservazione;
UNI 8662-3 - Trattamenti del legno. Termini relativi all' essiccazione;
UNI 8859 - Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante composti in soluzione acquosa di rame, cromo e arsenico (CCA);
UNI 8976 - Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante creosoto;
UNI 8940 - Legno. Trattamenti preservanti. Applicazione di sostanze preservanti in solvente organico con il procedimento a doppio vuoto;
UNI 9090 - Legno. Trattamenti preservanti contro attacchi di funghi. Istruzioni per la preservazione con soluzioni a base di ossido di stagno tributilico;
UNI 9092-2 - Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave. Determinazione dell'assorbimento netto di liquido impregnante;
UNI 9030 - Segati di legno. Qualità di essiccazione.

1.31 *Legno lamellare incollato*

1.31.1 Requisiti di produzione

I produttori di elementi di legno lamellare per uso strutturale devono essere qualificati così come specificato al punto 20.8.2.
All'atto della posa in opera il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il legno lamellare incollato sia oggetto di attestato di qualificazione e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.

1.31.2 Classi di resistenza

L'attribuzione degli elementi strutturali di legno lamellare ad una classe di resistenza viene effettuata dal produttore secondo quanto previsto ai punti seguenti.

1.31.2.1 Classificazione sulla base delle proprietà delle lamelle

Le lamelle sono da considerare a tutti gli effetti elementi di legno strutturale e sono quindi tutte individualmente classificate dal produttore come previsto in 20.2.

L'elemento strutturale di legno lamellare incollato può essere costituito dall'insieme di lamelle tra loro omogenee (elemento "omogeneo") oppure da lamelle di diversa qualità (elemento "combinato") secondo quanto previsto in **UNI EN 1194**.
Nella citata norma viene indicata la corrispondenza tra le classi delle lamelle che compongono l'elemento strutturale e la classe di resistenza risultante per l'elemento lamellare stesso, sia omogeneo che combinato.

1.31.2.2 Attribuzione diretta in base a prove sperimentali

Nei casi in cui il legno lamellare incollato non ricada in una delle tipologie previste dalla **UNI EN 1194**, è ammessa 1' attribuzione diretta degli elementi strutturali lamellari alle classi di resistenza sulla base di risultati di prove sperimentali, da eseguirsi in conformità alla **EN 14080**.

1.31.3 Dimensioni delle lamelle

Le dimensioni delle singole lamelle dovranno rispettare i limiti per lo spessore *s* e l'area della sezione trasversale *A* indicati in **UNI-EN 386**.

1.31.4 Giunti a dita "a tutta sezione"

I giunti a dita "a tutta sezione" devono essere conformi a quanto previsto da UNI-EN 387.
I giunti a dita "a tutta sezione" non possono essere usati per elementi strutturali da porre in opera nella classe di servizio 3, quando la direzione della fibratura cambi in corrispondenza del giunto.

1.31.5 Controllo della qualità.

Per il controllo della qualità e della costanza della produzione si dovranno eseguire le seguenti prove:
- prova di delaminazione;
- prova di intaglio;
- controllo degli elementi;
- laminati verticalmente;
- controllo delle sezioni giuntate.

1.32 *Pannelli a base di legno*

I produttori di pannelli a base di legno per uso strutturale devono essere in possesso di attestato di conformità alla relativa parte approvata della norma europea armonizzata **EN 13986**.
Il produttore di pannelli a base di legno per uso strutturale dichiara, nelle forme previste e per le parti approvate delle norme europee armonizzate sopra citate, quanto previsto dall'appendice ZA e in particolare:
- le caratteristiche tecniche conformemente al paragrafo ZA. 1
- le informazioni che accompagnano la marcatura CE, conformemente al paragrafo ZA.3.

Il metodo di controllo della conformità dei pannelli a base di legno è quello dettagliato nell'appendice ZA-Prospetto ZA.2 "Sistemi di attestazione della conformità" (Sistema 2+) delle relative norme armonizzate. Il Sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio ed approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.
All'atto della posa in opera il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il pannello a base di legno per uso strutturale sia oggetto di attestato di conformità e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.
I valori caratteristici di resistenza e di rigidezza sono indicati nella **EN 12369** (per pannelli OSB, pannelli di particelle e pannelli di fibra) oppure indicati dai produttori (per i pannelli di legno compensato) con riferimento alla **UNI EN 1072**, determinati secondo il metodo descritto nella **UNI EN 1058**.

1.32.1 Pannelli a base di fibra di legno

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 sulle lunghezza e larghezza: +/- 3 mm;
- tolleranze sullo spessore: +/- 0,5 mm;
- umidità non maggiore dell'8%, misurata secondo _____ ;
- massa volumica : per tipo tenero minore di 350 kg/m³; per tipo semiduro tra 350 e 800 kg/m³;
  per tipo duro oltre 800 kg/m³, misurate secondo la norma **UNI EN ISO 20354**;

La superficie potrà essere:
- grezza (se mantenuta come risulta dalla pressatura);
- levigata (quando ha subito la lavorazione predetta);
- rivestita su uno o due facce mediante _____ (placcatura, carte impregnate, smalti, altri).

Funzionalmente dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- assorbimento di acqua di massimo _____ (misurato secondo ____)
- resistenza minima a trazione _____ (misurata secondo _____)
- resistenza minima a compressione _____ (misurata secondo _____)
- resistenza minima a flessione _____ (misurata secondo _____).
- _____

Norme di riferimento:
UNI EN 316 - Pannelli di fibra di legno . Definizione, classificazione e simboli;
UNI EN 318 - Pannelli di fibra di legno. Determinazione delle variazioni dimensionali associate a variazioni di umidità relativa;
UNI EN 320 - Pannelli di fibra di legno. Determinazione della resistenza alla estrazione assiale delle viti;
UNI EN 321 - Pannelli di fibra di legno. Prove cicliche in ambiente umido.

1.32.2 Pannelli a base di particelle di legno

I pannelli a base di particelle 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: +/- 5 mm;
- tolleranze sullo spessore: +/- 0,5 mm;
- umidità del 10% +/-3%;
- massa volumica ___ kg/m³;
- superficie:
  grezza [ ];
  levigata [ ];
  rivestita con ____;
- resistenza al distacco degli strati esterni ____ N/mm² minimo.

Funzionalmente dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- rigonfiamento massimo dopo immersione in acqua: 12% (*oppure 16%),* misurato secondo _____;
- assorbimento massimo d'acqua _____ % , misurato secondo _____;
- resistenza minima a flessione di _____ N/mm² , misurata secondo _____;
- _____

1.32.2.1 Norme di riferimento

UNI EN 309 - Pannelli di particelle di legno. Definizione e classificazione;
UNI EN 311 - Pannelli di particelle di legno. Resistenza al distacco degli strati esterni dei pannelli di particelle. Metodo di prova;
UNI EN 312-1 - Pannelli di particelle di legno. Specifiche . Requisiti generali di tutti i tipi di pannelli;
UNI EN 312-2 - Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli per uso generale in ambiente secco;
UNI EN 312-3 - Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli. Requisiti dei pannelli per allestimenti interni (inclusi i mobili) per uso in ambiente secco;
UNI EN 312-4 - Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per uso in ambiente secco;
UNI EN 312-5 - Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per uso in ambiente umido;
UNI EN 312-6 - Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per carichi pesanti per uso in ambiente secco;
UNI EN 312-7 - Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per carichi pesanti per uso in ambiente umido;
UNI EN 317 - Pannelli di particelle di legno e pannelli di fibra di legno. Determinazione del rigonfiamento dello spessore dopo immersione in acqua;
UNI EN 319 - Pannelli di particelle di legno e pannelli di fibra di legno. Determinazione della resistenza a trazione perpendicolare al piano del pannello.

1.32.3 Pannelli di legno compensato e paniforti

I pannelli di legno compensato e paniforti a complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono fornite con le seguenti caratteristiche :
- tolleranze sulle lunghezza e larghezza: +/- 5 mm;
- tolleranze sullo spessore: +/- 1 mm;
- umidità non maggiore del 12%, misurata secondo _____;
- grado di incollaggio .....(da 1 a 10), misurato secondo la **UNI EN 314/1 e 2**;

Funzionalmente dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- resistenza minima a trazione _____ N/mm², misurata secondo _____;
- resistenza minima a flessione statica _____ N/mm², misurata secondo _____;
- _____;

- _____.

1.32.3.1 Norme di riferimento

Per i requisiti d'accettazione dei pannelli in legno compensato si farà riferimento alle seguenti norme:
UNI EN 313-1 - Pannelli di legno compensato. Classificazione e terminologia. Classificazione;
UNI EN 313-2 - Pannelli di legno compensato. Classificazione e terminologia .Terminologia;
UNI EN 314-1 - Pannelli di legno compensato. Qualità dell'incollaggio. Metodi di prova;
UNI EN 314-2 - Pannelli di legno compensato. Qualità dell'incollaggio. Requisiti;
UNI EN 315 - Pannelli di legno compensato. Tolleranze dimensionali.

1.33 *Adesivi*

Gli adesivi per usi strutturali devono produrre unioni aventi resistenza e durabilità tali che l'integrità dell'incollaggio sia conservata, nella classe di servizio assegnata, durante tutta la vita prevista della struttura.
Le caratteristiche degli adesivi per legno debbono essere conformi alle seguenti norme:
UNI EN 301 - Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti in legno. Classificazione e requisiti prestazionali;
UNI EN 302-1 - Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza del giunto al taglio a trazione longitudinale;
UNI EN 302-2 - Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla delaminazione (Metodo di laboratorio);
UNI EN 302-3 - Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione dell'effetto dell'attacco acido alle fibre del legno, dovuto ai trattamenti ciclici di temperature e umidità, sulla resistenza alla trazione trasversale;
UNI EN 302-4 - Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione dell'effetto del ritiro del legno sulla resistenza al taglio.
Esempi di adesivi idonei sono forniti nella tabella 20.1, nel quale sono descritte due categorie di condizioni di esposizione: ad alto rischio ed a basso rischio

Tabella 20.1. - Tipi di adesivi idonei

Categoria d'esposizione condizioni di esposizione tipiche	**Esempi di adesivi**
Ad alto rischio	
– Esposizione diretta alle intemperie, per esempio strutture marine e strutture all'esterno nelle quali l'incollaggio è esposto agli elementi (per tali condizioni di esposizione si sconsiglia l'uso di strutture incollate diverse dal legno lamellare incollato).	RF PF PF/RF
– Edifici con condizioni caldo-umide, dove l'umidità del legno è superiore al 18% e la temperatura degli incollaggi può superare i 50 °*C*, per esempio lavanderie, piscine e sottotetti non ventilati.	
– Ambienti inquinati chimicamente, per esempio stabilimenti chimici e di tintoria.	
– Muri esterni a parete semplice con rivestimento protettivo.	
A basso rischio	
– Strutture esterne protette dal sole e dalla pioggia, coperture di tettoie aperte e porticati.	RF PF
– Strutture provvisorie come le casseforme per calcestruzzo.	PF/RF
– Edifici riscaldati ed aerati nei quali la umidità del legno non superi il 18% e la temperatura dell'incollaggio rimanga al di sotto di 50 °*C*, per esempio interni di case, sale di riunione o di spettacolo, chiese ed altri edifici.	MF/UF UF

RF:	Resorcinolo-formaldeide.
PF:	Fenolo-formaldeide.
PF/RF:	Fenolo/resorcinolo-formaldeide.
MF/UF:	Melamina/urea-formaldeide.
UF:	Urea-formaldeide e UF modificato

1.34 *Elementi meccanici di collegamento*

Per gli elementi di collegamento usati comunemente quali: chiodi, bulloni, perni e viti, la capacità portante caratteristica e la deformazione caratteristica dei collegamenti devono essere determinate sulla base di prove condotte in conformità alla norma **ISO 6891**. Si deve tenere conto dell'influenza del ritiro per essiccazione dopo la fabbricazione e delle variazioni del contenuto di umidità in esercizio.

Si presuppone che altri dispositivi di collegamento eventualmente impiegati siano stati provati in maniera corretta completa e comprovata da idonei certificati:

- Classe di umidità 1: questa classe di umidità é caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di 20 +/- 2 °C e ad una umidità relativa nell'aria circostante che supera il 65 % soltanto per alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 1 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 12 %;
- Classe di umidità 2: questa classe di umidità é caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di 20 +/- 2 °C e ad una umidità relativa dell'aria circostante che supera l'80 % soltanto per alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 2 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 18 %.
- Classe di umidità 3: condizioni climatiche che danno luogo a contenuti di umidità più elevati.

Tabella 20.2. - Protezione anticorrosione minima per le parti di acciaio, descritta secondo la norma UNI ISO 2081

CLASSE DI UMIDITÀ	TRATTAMENTO
1	nessuno (1)
2	Fe/Zn 12c
3	Fe/Zn 25c (2)

(1) Minimo per le graffe: Fe/Zn 12c.

(2) In condizioni severe: Fe/Zn 40c o rivestimento di zinco per immersione a caldo.

1.35 *Durabilità del legno e derivati*

1.35.1 Generalità

Al fine di garantire alla struttura adeguata durabilità, si devono considerare i seguenti fattori tra loro correlati:

- l'uso della struttura;
- le condizioni ambientali prevedibili;
- la composizione, le proprietà e le prestazioni dei materiali;
- la forma degli elementi strutturali ed i particolari costruttivi;
- la qualità dell'esecuzione ed il livello di controllo della stessa;
- le particolari misure di protezione;
- la probabile manutenzione durante la vita presunta.

adottando in fase di progetto idonei provvedimenti volti alla protezione dei materiali.

1.35.2 Requisiti di durabilità naturale dei materiali a base di legno

Il legno ed i materiali a base di legno devono possedere un'adeguata durabilità naturale per la classe di rischio prevista in servizio, oppure devono essere sottoposti ad un trattamento preservante adeguato.

Per i prodotti in legno massiccio, una guida alla durabilità naturale e trattabilità delle varie specie legnose è contenuta nella **UNI EN 350**, mentre una guida ai requisiti di durabilità naturale per legno da utilizzare nelle classi di rischio è contenuta nella **UNI-EN 460**.

Le definizioni delle classi di rischio di attacco biologico e la metodologia decisionale per la selezione del legno massiccio e dei pannelli a base di legno appropriati alla classe di rischio sono contenute nelle **UNI EN 3**35 (Parte 1, Parte 2 e Parte 3).
La classificazione di penetrazione e ritenzione dei preservanti è contenuta nelle **UNI EN 35**1 (Parte 1 e Parte 2).
Le specifiche relative alle prestazioni dei preservanti per legno ed alla loro classificazione ed etichettatura sono indicate nelle **UNI EN 599** (Parte 1 e Parte 2).

1.35.3 Resistenza alla corrosione

I mezzi di unione metallici strutturali devono, di regola, essere intrinsecamente resistenti alla corrosione, oppure devono essere protetti contro la corrosione. L'efficacia della protezione alla corrosione dovrà essere commisurata alle esigenze proprie della Classe di Servizio in cui opera la struttura.

1.36 *Procedure di qualificazione e accettazione del legno*

Le caratteristiche dei materiali, indicate nel capitolato secondo le prescrizioni dei punti da 20.1 a 20.7 o secondo eventuali altre prescrizioni in funzione della specifica opera, devono essere garantite dai fornitori e/o produttori, per ciascuna fornitura, secondo le disposizioni che seguono.
Il direttore dei lavori potrà far eseguire prove di accettazione sul materiale pervenuto in cantiere e sui collegamenti, secondo le metodologie di prova indicate nel presente paragrafo.

1.36.1 Legno massiccio

Per la qualificazione della produzione, i produttori di legno strutturale massiccio devono produrre al Servizio Tecnico Centrale, per ciascun stabilimento, la documentazione seguente:
- l'individuazione dello stabilimento cui l'istanza si riferisce;
- il tipo di elementi strutturali che l'azienda è in grado di produrre;
- l'organizzazione del sistema di rintracciabilità relativo alla produzione di legno strutturale;
- l'organizzazione del controllo interno di produzione, con l'individuazione di un "Direttore Tecnico della produzione" qualificato alla classificazione del legno strutturale;
- il marchio afferente al produttore (in seguito denominato "marchio del fornitore") specifico per la classe di prodotti "elementi di legno massiccio per uso strutturale".

I produttori sono tenuti ad inviare al Servizio Tecnico Centrale, ogni anno, i seguenti documenti:
a) una dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità della organizzazione del controllo interno di qualità o le eventuali modifiche;
b) i risultati dei controlli interni eseguiti nell'ultimo anno, per ciascun tipo di prodotto, da cui risulti anche il quantitativo di produzione.
Il mancato rispetto delle condizioni sopra indicate, accertato anche attraverso sopralluoghi, può comportare la decadenza della qualificazione.
Tutte le forniture di elementi in legno massiccio per uso strutturale debbono essere marcate e accompagnate da una documentazione relativa alle caratteristiche tecniche del prodotto.

1.36.1.1 Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marcatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, conforme alla norma **EN 14081**.
Ogni prodotto deve essere marcato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marcatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.
Per stabilimento si intende una unità produttiva a se stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.
Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in lotti, differenti possono essere i sistemi di marcatura adottati, anche in relazione all'uso.
Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore é tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di legname nonché al lotto di classificazione e alla data di classificazione.
Tenendo presente che l'elemento determinante della marcatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marcata (pezzo singolo o lotto) viene scorporata, per cui una parte, o il tutto, perde l'originale marcatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.
I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni e devono mantenere evidenti le marcature o etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.
Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio Tecnico Centrale.

1.36.1.2 Forniture e documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di legno strutturale devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.
L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo.
Su tale attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto.
Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.
Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

1.36.2 Legno lamellare

I produttori di elementi in legno lamellare, per i quali valgono integralmente tutte le disposizioni di cui al precedente punto 20.8.1, devono dotarsi di un sistema di controllo della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.
Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.
Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee od internazionali applicabili.
I documenti che accompagnano ogni fornitura devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo produttivo.
Ai produttori di elementi in legno lamellare è fatto altresì obbligo di:
a) sottoporre la produzione, presso i propri stabilimenti, ad un controllo continuo documentato condotto sulla base della **UNI-EN 386**. Il controllo della produzione deve essere effettuato a cura del Direttore Tecnico di stabilimento, che deve provvedere alla trascrizione dei risultati delle prove su appositi registri di produzione. Detti registri devono essere disponibili al Servizio Tecnico Centrale e, limitatamente alla fornitura di competenza, al direttore dei lavori ed al collaudatore della costruzione.
b) nella marchiatura dell'elemento, oltre a quanto già specificato nel punto 20.8.1, deve essere riportato anche l'anno di produzione.

1.36.3 Pannelli a base di legno

Ai produttori di pannelli a base di legno per impieghi strutturali per i quali, per quanto applicabili, valgono integralmente tutte le disposizioni di cui ai precedenti punti 20.8.1 e 20.8.2, è fatto altresì obbligo di sottoporre la produzione ai controlli previsti per gli impieghi strutturali conformemente a quanto indicato nella **EN 13986**.

1.36.4 Altri prodotti a base di legno

Ai produttori di elementi a base di legno per impieghi strutturali che non rientrino tra quelli precedentemente esaminati, per quanto applicabili, valgono integralmente tutte le disposizioni di cui al precedente punto 20.8.1 e 20.8.2, è fatto altresì obbligo di sottoporre la produzione ai controlli previsti per impieghi strutturali nelle normative EN applicabili.

1.36.5 Prodotti provenienti dall'estero

Gli adempimenti di cui ai punti 20.8.1 fino a 20.8.4 si applicano anche agli eventuali prodotti finiti provenienti dall'estero.
Per i prodotti provenienti da Paesi esteri, nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive Autorità competenti, il fornitore potrà, in alternativa a quanto previsto al primo comma, inoltrare al Servizio Tecnico Centrale domanda intesa ad ottenere il riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine depositando contestualmente la relativa documentazione per i prodotti da fornire con il corrispondente marchio.

L'equivalenza della procedura di cui al precedente comma è sancita con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

1.36.6 Laboratori di prove e controlli

Sono abilitati ad effettuare le prove ed i controlli, sia sui prodotti che sui cicli produttivi, i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 ed i laboratori ufficiali abilitati ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 in materia di prove e controlli sul legno.

Art. 67. Elementi costruttivi prefabbricati

1.37 *Generalità*

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.
In particolare, deve essere presente ed operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.
Gli elementi costruttivi di produzione occasionale devono essere comunque realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, secondo quanto indicato nel presente articolo.

1.38 *Requisiti minimi degli stabilimenti e degli impianti di produzione*

Il processo di produzione degli elementi costruttivi prefabbricati, oggetto delle presenti norme approvate con D.M. 14 settembre 2005, deve essere caratterizzato almeno da:
- impianti in cui le materie costituenti siano conservate in sili, tramogge e contenitori che ne evitino ogni possibilità di confusione, dispersione o travaso;
- dosaggio a peso dei componenti solidi e dosaggio a volume, o a peso, dei soli componenti liquidi, mediante utilizzo di strumenti rispondenti alla normativa vigente;
- organizzazione mediante una sequenza completa di operazioni essenziali in termini di produzione e controllo;
- organizzazione di un sistema permanente di controllo documentato della produzione;
- rispetto delle norme di protezione dei lavoratori e dell'ambiente.

1.39 *Controllo di produzione*

Gli impianti per la produzione del calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi costruttivi prefabbricati, disciplinati dalle presenti norme, devono essere idonei ad una produzione continua, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.
Il produttore di elementi prefabbricati deve dotarsi di un sistema di controllo della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.
Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.
Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee od internazionali applicabili.

1.39.1 Controllo sui materiali per elementi di serie

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni di legge vigenti.
Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali nei centri di produzione dei componenti prefabbricati di serie, il Direttore tecnico di Stabilimento dovrà effettuare il controllo continuo del conglomerato secondo le prescrizioni contenute nel D.M. 14 settembre 2005, operando con attrezzature tarate annualmente da uno dei laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.
Il tecnico suddetto provvederà alla trascrizione giornaliera dei risultati su appositi registri di produzione con data certa, da conservare per dieci anni da parte del produttore.
Detti registri devono essere disponibili per i competenti organi del Consiglio Superiore dei lavori pubblici - Servizio Tecnico Centrale, per i direttori dei lavori e per tutti gli aventi causa nella costruzione.
Le prove di stabilimento dovranno essere eseguite a ventotto giorni di stagionatura e ai tempi significativi nelle varie fasi del ciclo tecnologico, secondo le modalità delle norme vigenti e su provini maturati in condizioni termoigrometriche di stagionatura conformi a quelle dei manufatti prefabbricati prodotti.
La resistenza caratteristica dovrà essere determinata secondo il metodo di controllo di tipo B, ed immediatamente registrata.

Inoltre dovranno eseguirsi controlli del calcestruzzo a ventotto giorni di stagionatura, presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, per non meno di un prelievo ogni cinque giorni di produzione effettiva per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo; tali risultati dovranno soddisfare il controllo di tipo A, operando su tre prelievi consecutivi, indipendentemente dal quantitativo di calcestruzzo prodotto.
Sarà cura del direttore tecnico dello stabilimento di annotare sullo stesso registro i risultati delle prove di stabilimento e quelli del laboratorio esterno.
Infine, il tecnico abilitato dovrà predisporre periodicamente, almeno su base annua, una verifica della conformità statistica dei risultati dei controlli interni e di quelli effettuati da laboratorio esterno, tra loro e con le prescrizioni contenute nelle vigenti norme tecniche.

1.39.2 Controllo di produzione di serie "controllata"

Per le produzioni per le quali è prevista la serie controllata, è richiesto il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione da parte del Servizio Tecnico Centrale, secondo le procedure della qualificazione della produzione controllata.
Al termine del primo biennio di produzione si instaurerà la procedura ordinaria.

1.39.3 Prove di tipo iniziali per elementi di serie controllata

La produzione in serie controllata di componenti strutturali deve essere preceduta da verifiche sperimentali su prototipi eseguite da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, appositamente incaricato dal produttore.

1.39.4 Marcatura

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie, deve essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell'elemento.
Inoltre, per manufatti di peso superiore ad 80 KN, dovrà essere indicato in modo visibile, per lo meno fino all'eventuale getto di completamento, anche il peso dell'elemento.

1.40 *Procedure di qualificazione*

La valutazione dell'idoneità del processo produttivo e del controllo di produzione in stabilimento, nonché della conformità del prodotto finito, è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.
I produttori di elementi prefabbricati di serie devono procedere alla qualificazione dello stabilimento e degli elementi costruttivi prodotti trasmettendo, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001, idonea documentazione al Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
Il Servizio Tecnico Centrale ha facoltà, anche attraverso sopralluoghi, di accertare la validità e la rispondenza della documentazione, come pure il rispetto delle prescrizioni contenute nelle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

1.40.1 Qualificazione dello stabilimento

Il riconoscimento dello stabilimento è il presupposto per ogni successivo riconoscimento di tipologie produttive.
La qualificazione del sistema organizzativo dello stabilimento e del processo produttivo deve essere dimostrata attraverso la presentazione di idonea documentazione, relativa alla struttura organizzativa della produzione ed al sistema di controllo in stabilimento.
Nel caso in cui gli elementi costruttivi siano prodotti in più stabilimenti, la qualificazione deve essere riferita a ciascun centro di produzione.

1.40.2 Qualificazione della produzione in serie dichiarata

Tutte le ditte che procedono in stabilimento alla costruzione di manufatti prefabbricati in serie dichiarata, prima dell'inizio di una nuova produzione devono presentare apposita domanda alla Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici - Servizio Tecnico Centrale.
Tale domanda deve essere corredata da idonea documentazione, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001 e di quanto indicato per la qualificazione dello stabilimento.
Sulla base della documentazione tecnica presentata il STC rilascerà apposito attestato di qualificazione, avente validità triennale.
Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.
L'attestato è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati relativi all'attività svolta ed ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

1.40.3 Qualificazione della produzione in serie controllata

Oltre a quanto specificato per produzione in serie dichiarata, la documentazione necessaria per la qualificazione della produzione in serie controllata dovrà comprendere la documentazione relativa alle prove a rottura su prototipo ed una relazione interpretativa dei risultati delle prove stesse.
Sulla base della documentazione tecnica presentata il Servizio Tecnico Centrale, sentito il Consiglio Superiore dei lavori pubblici, rilascerà apposita autorizzazione alla produzione, avente validità triennale.
Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.
L'autorizzazione è rinnovabile su richiesta previa presentazione di idonei elaborati, relativi all'attività svolta ed ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

1.40.4 Sospensioni e revoche

È prevista la sospensione o, nei casi più gravi o di recidiva, la revoca degli attestati di qualificazione in serie dichiarata o controllata, ove il Servizio Tecnico Centrale accerti, in qualsiasi momento, difformità tra i documenti depositati e la produzione effettiva, ovvero la mancata ottemperanza alle prescrizioni contenute nella vigente normativa tecnica.
I provvedimenti di sospensione e di revoca vengono adottati dal Servizio Tecnico Centrale sentito il parere del Consiglio Superiore dei lavori pubblici e sono atti definitivi.

1.41 *Documenti di accompagnamento della fornitura*

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata dalla seguente documentazione, da conservare a cura del direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti:

- apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001.

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;
- apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti;

- elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti. Tali elaborati dovranno essere consegnati dal direttore dei lavori al committente, a conclusione dell'opera;
- certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal direttore tecnico responsabile della produzione. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;
- attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;
- documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del Registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001; tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001;
Il direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie, che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.
Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati con la marcatura prevista
Il produttore di elementi prefabbricati deve altresì fornire al direttore dei lavori, e questi al committente, gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal progettista e dal direttore tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:
a) destinazione del prodotto;
b) requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;
c) prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
d) prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;
e) tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

1.42 *Norme complementari relative alle strutture prefabbricate*

Formano oggetto del presente capitolo i componenti strutturali prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso che rispondono alle specifiche prescrizioni del punto 5.1.1 e 5.1.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005, e che, singolarmente o assemblati tra di loro ovvero con parti costruite in opera, siano utilizzati per la realizzazione di opere di ingegneria civile.

Rientrano nel campo di applicazione delle presenti norme gli elementi prefabbricati prodotti in stabilimenti permanenti o in impianti temporanei allestiti per uno specifico cantiere, ovvero realizzati a pie d'opera.
Per manufatti o elementi prefabbricati di serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati.
Per manufatti di produzione occasionale si intendono gli elementi prefabbricati realizzati in stabilimenti permanenti, ovvero a pie d'opera o anche in impianti temporanei, senza il presupposto della ripetitività tipologica e destinati in modo specifico ad una determinata opera e per questa progettati ex novo di volta in volta.
Il componente prefabbricato può essere:
- realizzato su richiesta specifica dell'appaltatore e/o Committente e prodotto sotto la responsabilità del Direttore Tecnico di Stabilimento e sotto la vigilanza del direttore dei lavori (produzione occasionale).
- realizzato sotto la responsabilità e vigilanza del direttore Tecnico dello Stabilimento di produzione. In tal caso, il componente prefabbricato rappresenta fornitura all'appaltatore od al Committente, va accettato dal direttore dei lavori, e deve sottostare alle procedure delle produzioni industriali in serie.

Il componente prefabbricato può essere l'elemento di una produzione industriale in serie. In tal caso il prodotto componente deve essere qualificato ed il direttore dei lavori si limiterà alle procedure di accettazione. Poiché la produzione e la realizzazione dell'elemento strutturale prodotto in serie viene realizzata in assenza della vigilanza del direttore dei lavori, i componenti vanno prodotti secondo procedure di garanzia e controllo di qualità che, accompagnando il prodotto in serie, permettono al direttore dei lavori, successivamente, di giudicare la qualità del prodotto e la sua accettabilità.
Il componente prefabbricato deve garantire i livelli di sicurezza e prestazione sia come componente singolo, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale.
Per gli elementi strutturali prefabbricati disciplinati nel presente capitolo, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica tecnica europea elaborata ai sensi della direttiva 89/106/CEE (marcatura CE) ed i cui riferimenti sono pubblicati sulla gazzetta ufficiale dell'Unione Europea, sono previste due categorie di produzione:
- serie qualificata dichiarata;
- serie qualificata controllata.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti 11.7.2, 11.7.3.4 e 11.7.5. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

1.42.1 Prodotti prefabbricati

I componenti prefabbricati devono essere realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, ed i produttori degli elementi costruttivi in serie dichiarata e controllata devono altresì provvedere alla qualificazione della produzione.

1.42.2 Prodotti prefabbricati in serie qualificata dichiarata

Per serie "dichiarata" si intende la produzione in serie, effettuata in stabilimento permanente, dichiarata dal produttore conforme alle presenti norme e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ovvero sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli articoli 1 e 7 della legge 2 febbraio 1974, n. 64.
Rientrano in serie dichiarata i prodotti che appartenendo ad una tipologia ricorrente compiutamente determinata, risultano predefiniti, in campi dimensionali, tipi di armature, sulla base di elaborati tecnici tipologici e grafici depositati.

1.42.3 Prodotti prefabbricati in serie qualificata controllata

Per serie "controllata" si intende la produzione in serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per quella "dichiarata", sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo della produzione come specificato al punto 11.7 del D.M. 14 settembre 2005.
Sono prodotti in serie controllata i componenti strutturali realizzati con materiali innovativi, ovvero analizzati con metodi di calcolo non consueti ovvero con conglomerato cementizio avente $R_{ck} > 55$ N/mm^2.

1.42.4 Responsabilità e competenze

Gli elementi prodotti in serie, svolgendo funzione strutturale ed interessando la sicurezza della costruzione, devono essere realizzati sotto la vigilanza di un direttore tecnico dello stabilimento, dotato di abilitazione professionale, che assume le responsabilità relative alla rispondenza tra quanto prodotto e la documentazione depositata, come pure del rispetto della normativa tecnica vigente nel settore. Il progettista ed il direttore tecnico dello stabilimento, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a pie d'opera.
È responsabilità del progettista e del direttore dei lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera, e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

Art. 68. Elementi per solai misti in c.a.

1.43 *Impiego di blocchi diversi dal laterizio*

Possono utilizzarsi per realizzare i solai misti di conglomerato cementizio armato e conglomerato cementizio armato precompresso anche blocchi diversi dal laterizio con sola funzione di alleggerimento.
I blocchi in conglomerato cementizio leggero di argilla espansa, conglomerato cementizio normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati ecc, devono essere dimensionalmente stabili e non fragili e capaci di seguire le deformazioni del solaio. Queste caratteristiche devono essere dimostrate attraverso una certificazione, eseguita a cura di uno dei laboratori di cui all'art. 20 della legge n. 1086/71, prima della messa in opera.
Rimangono valide tutte le prescrizioni geometriche del solaio di cui al punto 5.1.9.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

1.44 *Solai realizzati con l'associazione di elementi in c.a. e c.a.p. prefabbricati con unioni e/o getti di completamento*

I componenti di questi tipi di solai devono rispettare le norme di cui ai punti 5.1.1, 5.1.2 e 5.1.7. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.
I componenti devono essere provvisti di opportuni dispositivi e magisteri che assicurino la congruenza delle deformazioni tra i componenti stessi accostati sia per i carichi ripartiti che per quelli concentrati. L' efficacia di tali dispositivi deve essere certificata mediante prove sperimentali.

Art. 69. Elementi strutturali composti

1.45 *Generalità*

Si intendono come elementi strutturali composti quelli costituiti da materiali strutturali diversi ipotizzati rigidamente collegati attraverso la superficie di contatto per la trasmissione delle forze di taglio, in modo da costituire un elemento strutturale staticamente autonomo.
Fanno parte di questa categoria:
- gli elementi strutturali acciaio-calcestruzzo costituiti da acciai per carpenteria metallica e calcestruzzo normale o precompresso;
- gli elementi calcestruzzo-calcestruzzo costituiti da elementi in calcestruzzo armato normale o precompresso di diverse caratteristiche reologiche o diversi tempi di maturazione;
- gli elementi legno-calcestruzzo;
- altri componenti misti.

Nel calcolo della resistenza e deformabilità, oltre agli stati tensionali provocati dalle azioni esterne, andranno tenuti in conto gli stati coattivi provocati dalle diverse caratteristiche reologiche (deformazioni viscose), proprietà termodinamiche, leggi di maturazione e ritiro.

1.46 *Elementi strutturali in acciaio-calcestruzzo*

Formano oggetto delle presenti norme gli elementi strutturali costituiti da acciai per carpenteria metallica e calcestruzzo normale o precompresso.
La trasmissione degli sforzi tra calcestruzzo ed acciaio, per assicurare le ipotesi di aderenza, deve essere affidata a connettori metallici, che devono assorbire la risultante degli sforzi teorici sulla superficie di contatto.
I connettori devono poter assorbire sia gli sforzi di taglio che quelli di trazione ortogonali alle superfici di contatto dei materiali componenti, dovuti sia a sforzi applicati che a deformazioni imposte.
I componenti strutturali usuali sono:
- elementi inflessi costituiti da travi metalliche che portano all'estradosso una soletta in calcestruzzo;
- solettoni in cemento armato precompresso a trave incorporata;
- elementi prevalentemente compressi: colonne composte in cui i componenti, carpenteria metallica e calcestruzzo, lavorano prevalentemente in parallelo.

Gli elementi composti possono essere utilizzati con altri elementi in acciaio, in calcestruzzo o composti, per realizzare un insieme strutturale. In questo caso assumono grande rilevanza le connessioni o i nodi dei vari elementi strutturali.

1.46.1 Travi composte

Nel caso di travi composte, devono essere previsti sull'intera loro lunghezza connettori a taglio e armatura trasversale in grado di trasmettere allo stato limite ultimo la forza di scorrimento all'interfaccia fra soletta di calcestruzzo e acciaio, trascurando il contributo dell'aderenza spontanea fra le parti. I connettori andranno distribuiti secondo il diagramma degli sforzi di scorrimento.
I connettori devono essere in grado di impedire il distacco fra le parti in acciaio e quelle in calcestruzzo.

Le distanze fra i connettori devono essere tali da consentire la trasmissione della forza di scorrimento e da prevenire la separazione fra acciaio e calcestruzzo.
I connettori di qualsiasi tipo, saldati o bullonati, devono essere verificati per l'azione di taglio sulla superficie di attacco alla trave metallica, ed all'azione di pressione lungo il gambo.
La soletta deve essere verificata per la pressione lungo il gambo del connettore.
Lo spessore della soletta di calcestruzzo deve risultare sempre maggiore di almeno 30 mm dell'altezza del connettore.
La capacità di trasmettere gli sforzi di trazione nei connettori, può essere utilmente ricavata da prove sperimentali.
Nelle travi composte da profilati in acciaio e soletta in cemento armato lo spessore di quest'ultima non deve essere inferiore al doppio dello spessore del copriferro e comunque maggiore od uguale a 50 mm.
La soletta sovrastante deve avere una armatura di ripartizione.

1.46.2 Solette composte con lamiera grecata

Il profilato metallico è sostituito da una lamiera grecata preformata a freddo, che contiene il getto di calcestruzzo.
Lo spessore minimo della soletta di calcestruzzo non può essere inferiore a 40 mm e deve contenere una armatura di ripartizione.
La lamiera grecata, integrata ove necessario da barre di armatura, rappresenta la parte resistente agli sforzi di trazione.
Al fine di garantire la trasmissione delle forze di scorrimento all'interfaccia fra lamiera e calcestruzzo non può farsi affidamento sulla pura aderenza fra i materiali ma devono adottarsi sistemi generalmente del tipo:
- a ingranamento meccanico fornito dalla deformazione del profilo metallico o ingranamento ad attrito nel caso di profili sagomati con forme rientranti;
- ancoraggi di estremità costituiti da pioli saldati o altri tipi di connettori, purché combinati a sistemi ad ingranamento;
- ancoraggi di estremità ottenuti con deformazione della lamiera, purché combinati con sistemi a ingranamento per attrito.

Quando a tali solai venga affidata la funzione di diaframma per resistere alla azioni orizzontali devono attentamente considerarsi l'effetto delle aperture e le azioni aggiuntive indotte sui connettori a taglio.

1.46.3 Colonne composte

Le colonne composte possono dividersi in due categorie:
a) il calcestruzzo avvolge il componente metallico e contiene armature longitudinali e staffe trasversali che cerchiano il calcestruzzo contro l'elemento metallico;
b) un profilato cavo tubolare contiene il calcestruzzo. Nell'interno del calcestruzzo possono essere aggiunte delle armature longitudinali di ripresa.
Nel caso *a)* lo spessore di conglomerato deve essere il doppio del copriferro delle armature, con spessore minimo pari a 50 mm; particolare attenzione va posta nel rispetto di queste regole nei nodi strutturali.
La trasmissione degli sforzi di scorrimento, deve avvenire attraverso connettori ortogonali alla superficie, ovvero mediante rugosità delle superfici di contatto, di cui venga valutata, per via sperimentale, la capacità di trasmettere forze di scorrimento.

Art. 70. Appoggi strutturali

1.47 Generalità

Gli appoggi strutturali sono dispositivi di vincolo utilizzati nelle strutture, nei ponti e negli edifici, allo scopo di trasmettere puntualmente carichi e vincolare determinati gradi di libertà di spostamento.
I produttori di appoggi strutturali devono essere in possesso di attestato di conformità (marcatura CE) secondo il D.P.R. n. 246/93, art. 7, comma 1 lettera A, alla relativa norma europea armonizzata della serie **UNI EN 13**37.
Il fabbricante degli appoggi destinati ad essere impiegati nelle opere di ingegneria dichiara, in conformità alla norma della serie **UNI EN 1337**, le caratteristiche tecniche del prodotto, quali la capacità portante, la capacità di rotazione, il coefficiente di attrito e la durabilità.

1.48 Posa in opera

All'atto della posa in opera degli appoggi il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il dispositivo sia oggetto di attestato di conformità (Marcatura CE) e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.
Il direttore dei lavori è tenuto a verificare nell'ambito delle proprie competenze, quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture prive dell'attestato di conformità; dovrà inoltre effettuare idonee prove di accettazione, che comprendano in ogni caso la verifica geometrica e delle tolleranze dimensionali nonché la valutazione delle principali caratteristiche meccaniche dei materiali componenti.

Art. 71. Dispositivi antisismici

1.49 *Generalità*

Per dispositivi antisismici si intendono gli elementi che contribuiscono a modificare la risposta sismica di una struttura, ad esempio incrementando il periodo fondamentale della struttura, modificando la forma dei modi di vibrare fondamentali, incrementando la dissipazione di energia, limitando la forza trasmessa alla struttura e/o introducendo vincoli permanenti o temporanei che migliorano la risposta sismica. Tutti i dispositivi devono avere una vita di servizio maggiore di 10 anni. Devono essere previsti piani di manutenzione e di sostituzione allo scadere della vita di servizio, senza significativi effetti sull'uso delle strutture in cui sono installati.
Ai fini della robustezza dei componenti strutturali in oggetto deve essere certificato che trattamenti termici, in un campo di temperatura di riferimento -15C° - +45C° non modifichino, significativamente le prestazioni del dispositivo. Per opere particolari, per le quali le temperature prevedibili non rientrano in tale intervallo, la sperimentazione verrà condotta per campi di temperatura diversi da quelli di riferimento.
Se l'effetto delle azioni variabili ne fanno modificare, con processo ciclico, i regimi tensionali, deve esserne verificato il decadimento delle caratteristiche meccaniche per effetto della fatica.

1.50 *Tipologie*

In generale, ai fini delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005, si considerano le seguenti tipologie di dispositivi:
Dispositivi "Lineari" (LD): dispositivi caratterizzati da un legame forza-spostamento praticamente lineare, fino ad un dato livello di spostamento, con comportamento stabile per il numero di cicli richiesti e sostanzialmente indipendente dalla velocità; nella fase di scarico non devono mostrare spostamenti residui significativi.
Dispositivi "Non Lineari" (NLD): dispositivi caratterizzati da un legame forza-spostamento non lineare, con comportamento stabile per il numero di cicli richiesti e sostanzialmente indipendente dalla velocità.
Dispositivi "Viscosi": dispositivi in cui la forza dipende soltanto dalla velocità o da velocità e spostamento contemporaneamente; il loro funzionamento è basato sulle forze di reazione causate dal flusso di un fluido viscoso attraverso orifizi o sistemi di valvole.
Isolatori Elastomerici: sono dispositivi costituiti da strati alternati di materiale elastomerico (gomma naturale o materiali artificiali idonei) e di acciaio, quest'ultimo con funzione di confinamento dell'elastomero; questi dispositivi risultano fortemente deformabili per carichi paralleli alla giacitura degli strati (carichi orizzontali).
Se i dispositivi antisismici svolgono anche il ruolo di appoggi strutturali nelle situazioni non sismiche, questi devono soddisfare le prescrizioni riportate nell'articolo relativo agli appoggi strutturali.

1.51 *Procedure di qualificazione*

I dispositivi antisismici devono essere sottoposti a procedure di qualificazione, con verifica della conformità ai requisiti funzionali dichiarati. Tali procedure hanno lo scopo di dimostrare che il dispositivo sia in grado di mantenere la propria funzionalità nelle condizioni d'uso previste durante tutta la vita di progetto e devono includere almeno i punti seguenti:
- dichiarazione della vita di servizio;
- dichiarazione della conservazione delle prestazioni del dispositivo durante la vita di servizio;
- dichiarazione delle caratteristiche meccaniche dei componenti del dispositivo;
- descrizione del comportamento sotto azione sismica;
- determinazione dei legami costitutivi del dispositivo mediante prove sperimentali;
- un modello costitutivo che descriva il comportamento del dispositivo in differenti condizioni di uso, incluse tutte le combinazioni di azioni previste nella presente norma, che rappresenti correttamente i fenomeni fisici attesi nel funzionamento del dispositivo, in particolare sotto le azioni sismiche;
- prove di qualificazione.

In particolare, le caratteristiche tecniche da misurare e dichiarare sono indicate nella seguente tabella 25.1, a seconda del tipo di dispositivo.

Tabella 25.1

CARATTERISTICA	D. Lineare	D. Non lineare	D. Viscoso	Isolatore in elastomero
Capacità portante	si	si	-	si
Resistenza ad azioni sismiche	si	si	si	-
Modulo di taglio	si	si	si	si
Capacità di rotazione	si	si	si	si
Coefficiente di attrito	si	si	-	-
Capacità di distorsione orizzontale	-	-	si	si
Durabilità	si	si	si	si

Per quanto riguarda la definizione delle suddette caratteristiche, le norme di prova di qualificazione ed accettazione dei dispositivi, si farà riferimento, ove possibile, alle norme europee applicabili ovvero, in assenza delle stesse, agli allegati all'O.P.C.M. del 20 marzo 2000, n. 3274.
Le caratteristiche dei dispositivi, di cui alla Tabella 25.1, devono essere accertate mediante opportune prove sui materiali e sui dispositivi, eseguite e certificate da laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, dotati di adeguata competenza, attrezzatura ed organizzazione. Tali laboratori devono essere incaricati dal produttore previo nulla osta rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale.
In assenza di un attestato di conformità CE, i dispositivi antisismici devono essere dotati di un Benestare Tecnico rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, sentito il Consiglio Superiore dei LL.PP..
La documentazione da inviare al Servizio Tecnico Centrale, per il rilascio del Benestare Tecnico, deve includere:
a) denominazione e caratteristiche del dispositivo che si intende qualificare;
b) disegni con la esatta indicazione delle dimensioni, dei materiali impiegati, e della loro qualificazione, delle tolleranze ammesse e di ogni altra caratteristica utile alla loro valutazione;
c) documentazione tecnica con la dichiarazione delle caratteristiche tecniche individuate nella Tabella 25.1;
d) certificati delle prove svolte dal laboratorio di prova prescelto;
e) il manuale di installazione e posa in opera, con l'individuazione, tra gli altri, di tutte le specifiche tecniche delle attrezzature e dei prodotti da utilizzare nelle operazioni;
f) di posa in opera.
I dispositivi devono essere dotati di un marchio indelebile che ne comprovi la provenienza e la conformità alla documentazione depositata.

1.52 Posa in opera

Allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005 e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera, tutti i dispositivi devono essere prodotti con un sistema di controllo permanente della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.
Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.
L'elenco dei prodotti qualificati sarà disponibile presso il Servizio Tecnico Centrale.
Il dispositivo può essere utilizzato nelle opere se in possesso di Benestare Tecnico. Il Benestare ha validità 5 (cinque) anni.
I documenti che accompagnano ogni fornitura devono indicare gli estremi del Benestare Tecnico, della certificazione del processo di produzione, dei rapporti di prova e le caratteristiche dichiarate dal produttore.
All'atto della posa in opera dei dispositivi il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il dispositivo sia oggetto di Benestare Tecnico presso il Servizio Tecnico Centrale e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore del sistema stesso. Dovrà inoltre rifiutare le eventuali forniture non conformi ed effettuare idonee prove di accettazione, che comprendano in ogni caso la verifica geometrica e delle tolleranze dimensionali nonché eventualmente la valutazione delle principali caratteristiche meccaniche di cui alla tabella 25.1.

Capitolo 4
Art. 72. MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO E IMPIANTISTICHE

Art. 73. Gesso ed elementi in gesso

1.53 *Generalità*
Il gesso è ottenuto per frantumazione, cottura e macinazione di roccia sedimentaria, di struttura cristallina, macrocristallina oppure fine, il cui costituente essenziale é il solfato di calcio biidrato ($CaSO_4$, $2H_2O$), dovrà presentarsi perfettamente asciutto, di recente cottura, di fine macinazione, privo di materie eterogenee e non alterato per estinzione spontanea.

1.54 *Fornitura e conservazione*
Il gesso dovrà essere forniti in sacchi sigillati di idoneo materiale, riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto.
La conservazione dei sacchi di gesso dovrà essere effettuata in locali idonei e con tutti gli accorgimenti atti ad evitare degradazioni per umidità.

1.55 *Norme di riferimento*
Le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche del gesso in sacchi o in elementi costruttivi dovranno inoltre corrispondere alle prescrizioni della norme:
UNI EN 520 - Lastre di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova;
UNI 5371 - Pietra da gesso per la fabbricazione di leganti. Classificazione, prescrizioni e prove;
UNI 9154-1 - Edilizia. Partizioni e rivestimenti interni. Guida per l'esecuzione mediante lastre di gesso rivestito su orditura metallica;
UNI 10718 - Lastre di gesso rivestito. Definizioni, requisiti, metodi di prova;
UNI EN 12859 - Blocchi di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova;
UNI EN 13279-2 - Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 2: Metodi di prova;
UNI EN 14195 - Componenti di intelaiature metalliche per sistemi a pannelli di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova.

Art. 74. Calci

Le calci impiegate dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, recante norme per l'accettazione delle calci.

Art. 75. Laterizi

1.56 *Generalità*
Si intendono per laterizi materiali artificiali da costruzione, formati di argilla, contenente quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro, di carbonato di calcio, purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, pezzi che, dopo asciugamento, vengono esposti a giusta cottura in apposite fornaci, dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 - Norme per l'accettazione dei materiali laterizi - e alle norme UNI vigenti.

1.57 *Requisiti*
I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione debbono nella massa essere scevri da sassolini, noduli e da altre impurità; avere facce lisce e spigoli regolari; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine ed uniforme; dare, al colpo di martello, suono chiaro; assorbire acqua per immersione; asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco; avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

1.58 *Controlli di accettazione*
Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna ed alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, debbono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.
Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità.
Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali ed in solfati alcalini.

In casi speciali può essere prescritta una analisi chimica più o meno completa dei materiali, seguendo i procedimenti analitici più accreditati.
I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline devono essere analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.
Per quanto attiene alle modalità delle prove chimiche e fisiche, si rimanda al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.

1.59 *Elementi in laterizio per solai*
Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme :
UNI 9730-1 - Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione;
UNI 9730-2 - Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione;
UNI 9730-3 - Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.
Dovranno inoltre essere rispettate le norme tecniche di cui al punto 5.1.9, del D.M. 14 settembre 2005.

1.60 *Tavelle e tavelloni*
Le tavelle sono elementi laterizi con due dimensioni prevalenti e con altezza minore o uguale a 4 cm.
I tavelloni sono invece quei elementi laterizi aventi due dimensioni prevalenti ed altezza superiore ai 4 cm (generalmente 6÷8 cm).
Per l'accettazione dimensionale delle tavelle e dei tavelloni si farà riferimento alle tolleranze previste dal punto 4 della norma **UNI 11128 -** Prodotti da costruzione di laterizio. Tavelloni, tavelle e tavelline. Terminologia, requisiti e metodi di prova.
In riferimento alla citata norma l'80% degli elementi sottoposti a prova deve resistere ad un carico variabile da 600 a 1200 N in funzione della lunghezza e dello spessore.
Gli elementi devono rispondere alla modalità di designazione prevista dalla citata norma UNI.

Art. 76. Manufatti di pietre naturali o ricostruite

1.61 *Generalità*
La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato, le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.
Per le prove da eseguire presso i laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 si rimanda alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2232 (Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione), del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 (Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione), e delle norme UNI vigenti.
I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove da prelevarsi dalle forniture esistenti in cantiere, debbono presentare caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche conformi a quanto prescritto nei contratti, in relazione al tipo della pietra ed all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

Tabella 29.1- Valori indicativi di tenacità

Roccia	Tenacità
Calcare	1
Gneiss	1,20
Granito	1,50
Arenaria calcarea	1,50
Basalto	2,30
Arenaria silicea	2,60

Tabella 29.2- Valori indicativi di resistenza a taglio

Roccia	Carico di rottura (Mpa)
Arenarie	3-9
Calcare	5-11
Marmi	12
Granito	15
Porfido	16
Serpentini	18-34
Gneiss	22-31

1.62 *Marmo*
Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).
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 alabastri calcarei;

– le serpentiniti;
– oficalciti.

1.63 *Granito*
Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, felspati, felspatoidi).
A questa categoria appartengono:
– i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline, costituite da quarzo, felspati sodico-potassici e miche);
– 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.

1.64 *Travertino*
Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

1.65 *Pietra*
Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.
A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariatissima, 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 (calcareniti, 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 EN 12670**.

1.66 *Requisiti d'accettazione*
I prodotti in pietra naturale o ricostruita devono rispondere alle seguenti prtescrizioni:
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 la norma **UNI 9724, parte 2ª**;
– coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma **UNI 9724, parte 2ª**;
– resistenza a compressione, misurata secondo la norma **UNI 9724, parte 3ª**;
– resistenza a flessione, misurata secondo la norma **UNI 9724, parte 5ª**;
– 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 del presente capitolato speciale d'appalto.

1.67 *Manufatti da lastre*
I manufatti da lastre devono essere ricavati da lastre di spessore non superiore a 8 cm; si hanno i seguenti prodotti:
a) lastre refilate;
b) listelli;
c) modul marmo – modulgranito.

1.68 *Manufatti in spessore*
I manufatti in spessore devono essere ricavati da blocchi o lastre di spessore superiore a 8 cm; si hanno i seguenti prodotti:
a) masselli;
b) binderi;
c) cordoni.

1.69 *Manufatti a spacco e sfaldo*
Tra i manufatti a spacco si indicano:
a) cubetti di porfido;
b) smolleri;
c) lastre di ardesia;
d) lastre di quarzite;
e) lastre di serpentino;
f) lastre di beola;
c) lastre di arenaria.

1.70 *Prove d'accettazione*
Per quanto non espressamente indicato, per l'accettazione dei materiali lapidei si rinvia alle prescrizioni delle seguenti norme:
UNI 9724-1 - Materiali lapidei. Descrizione petrografica;
UNI 9724-2 - Materiali lapidei. Determinazione della massa volumica apparente e del coefficiente di imbibizione;
UNI 9724-3 - Materiali lapidei. Determinazione della resistenza a compressione semplice;
UNI 9724-4 - Materiali lapidei. Confezionamento sezioni sottili e lucide;
UNI 9724-5 - Materiali lapidei. Determinazione della resistenza a flessione;
UNI 9724-6 - Materiali lapidei. Determinazione della microdurezza Knoop;
UNI 9724-7 - Materiali lapidei. Determinazione della massa volumica reale e della porosità totale e accessibile.

Art. 77. Prodotti per pavimentazione e controsoffitti

1.71 Generalità
Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.
Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo 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 secondo le norme vigenti:

a) norme generali
R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 - Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione;
UNI 7998 - Edilizia. Pavimentazioni. Terminologia;
UNI 7999 - Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti;
UNI 8437 - Edilizia. Pavimentazioni. Classificazione in base all'isolamento dal rumore di calpestio.

b) Rivestimenti resilienti per pavimentazioni
UNI 5574 - Pavimenti vinilici. Metodi di prova;
UNI EN 661 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della propagazione dell'acqua;
UNI EN 662 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'incurvamento per esposizione all'umidità;
UNI EN 663 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della profondità convenzionale del rilievo;
UNI EN 664 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della perdita di sostanze volatili;
UNI EN 665 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'essudazione dei plastificanti;
UNI EN 666 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della gelatinizzazione;
UNI EN 669 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale delle piastrelle di linoleum dovuta a variazioni dell'umidità atmosferica;
UNI EN 670 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Identificazione del linoleum e determinazione del contenuto di cemento e della cenere residua;
UNI EN 672 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica apparente del sughero agglomerato;
UNI EN 684 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza delle giunzioni;
UNI EN 685 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Classificazione;
UNI EN 686 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di schiuma;
UNI EN 687 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di agglomerati compositi di sughero;
UNI EN 688 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per agglomerati di sughero linoleum.

c) posa in opera
UNI 10329 - Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.

1.72 *Caratteristiche dei prodotti in legno per pavimentazione*
I prodotti di legno per pavimentazione: tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, ecc. s'intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica.
I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:
a) essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto esecutivo;
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;
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. Per i metodi di misura valgono quelli previsti all'art. 34.9 del presente capitolato.
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)* .
Per i pavimenti in sughero si applicheranno le disposizioni delle seguenti norme **UNI ISO 3813** e **UNI ISO 3810**.

1.73 *Classificazione su metodo di formatura ed assorbimento d'acqua delle piastrelle in ceramica*
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:

Tabella 30.1. - Assorbimento d'acqua delle piastrelle di ceramica

Assorbimento d'acqua, E in %				
Formatura	Gruppo I E ≤ 3%	Gruppo II[a] 3% < E ≤ 6%	Gruppo II[b] 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) per i prodotti definiti «pianelle comuni di argilla», «pianelle pressate ed arrotate di argilla» e «mattonelle greificate» dal RD 16 novembre 1939 n. 334, devono inoltre essere rispettate le prescrizioni seguenti: resistenza all'urto 2 Nm minimo; resistenza alla flessione 2,5 N/mm² minimo; coefficiente di usura al tribometro 15 mm per 1 km di percorso.

c) 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 (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;

d) 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.

1.74 *Prodotti in gomma per pavimentazioni*

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 5137**. Per piastrelle di forniture diverse ed in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n. 3 della scala dei grigi della stessa norma **UNI 5137**.
c) sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:
– piastrelle: lunghezza e larghezza ± 0,3%, spessore ± 0,2 mm;
– rotoli: lunghezza ± 1%, larghezza ± 0,3%, spessore ± 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^3;
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 alterazioni di colore prodotta dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla **UNI 5137**. 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 5137**. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2;
*l)*_____
m) il controllo delle caratteristiche di cui ai comma da *a)* ad *i)* e____ si intende effettuato secondo i criteri indicati dalla norma **UNI 8272**;
n) 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)*.

1.75 *Prescrizioni dei prodotti in vinile*

I prodotti di vinile, omogenei e non, ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme.
UNI 5574 - Pavimenti vinilici. Metodi di prova;
UNI EN 649 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti omogenei ed eterogenei per pavimentazioni a base di policloruro di vinile. Specifica;
UNI EN 650 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile su supporto di iuta o di feltro di poliestere oppure su supporto di feltro di poliestere con policloruro di vinile. Specifica;
UNI EN 651 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con strato di schiuma. Specifica;
UNI EN 652 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con supporto a base di sughero . Specifica;
UNI EN 653 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile espanso (cushioned). Specifica;
UNI EN 654 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle semiflessibili di policloruro di vinile. Specifica;
UNI EN 655 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di agglomerato di sughero con strato di usura a base di policloruro di vinile. Specifica;
UNI EN 718 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica di un'armatura o di un supporto dei rivestimenti di polivinile di cloruro per pavimentazioni.
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.

La certificazione rilasciata dal produttore dovrà attestare la rispondenza delle caratteristiche i alle norme precitate.

1.76 *Prodotti di resina*

I prodotti di resina (applicati fluidi od in pasta) per rivestimenti di pavimenti saranno realizzati:
– 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 progettuali.
I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dal direttore dei lavori.
I metodi di accettazione sono quelli contenuti nella norma **UNI 8298** (varie parti).

Tabella 30.2. Caratteristiche significative dei prodotti di resina

Caratteristiche	Grado di significatività rispetto ai vari tipi					
	i1	i2	F1	F2	A	S
Colore	-	-	+	+	+	-
Identificazione chimico-fisica	+	+	+	+	+	+
Spessore	-	-	+	+	+	+
Resistenza all'abrasione	+	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento dinamico (urto)	-	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento statico	+	+	+	+	+	+
Comportamento all'acqua	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla pressione idrostatica inversa	-	+	+	+	+	+
Reazione al fuoco	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla bruciatura della sigaretta	-	+	+	+	+	+
Resistenza all'invecchiamento termico in aria	-	+	+	+	+	+
Resistenza meccanica dei ripristini	-	-	+	+	+	+
+ significativa; – non significativa						

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 rilasciato dal produttore indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

1.77 *Prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni*

I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni progettuali e di quelle del presente capitolato speciale d'appalto.

1.78 *Mattonelle di cemento*

Le mattonelle di cemento potranno essere:
- con o senza colorazione e superficie levigata;
- con o senza colorazione con superficie striata o con impronta;
- a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I suddetti prodotti devono rispondere alle prescrizioni del 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 progettuali.
Le mattonelle di cemento sono particolarmente adatte per pavimentazione di interni, di balconi, e di terrazze. Devono essere formate di due strati: quello inferiore costituito di conglomerato cementizio, quello superiore, con spessore minimo di 0,5 cm, costituito da malta ad alta percentuale di cemento. L' eventuale aggiunta di materie coloranti puo' anche essere limitata alla parte superficiale di logoramento (spessore minimo = 0.2 cm).
Il peso delle mattonelle occorrenti per l' esecuzione di un metro quadrato di pavimentazione è di circa 36 kg.

1.78.1 Norme di riferimento

Le mattonelle di cemento dovranno rispondere alle seguenti norme:
UNI 2623 - Mattonella quadrata di conglomerato cementizio;
UNI 2624 - Mattonella rettangolare di conglomerato cementizio;
UNI 2625 - Mattonella esagonale di conglomerato cementizio;
UNI 2626 - Marmette quadrate di conglomerato cementizio;
UNI 2627 - Marmette rettangolari di conglomerato cementizio;
UNI 2628 - Pietrini quadrati di conglomerato cementizio;
UNI 2629 - Pietrini rettangolari di conglomerato cementizio.

1.79 *Masselli di calcestruzzo*

I 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 in mancanza e/o completamento devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

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 ± 15% per il singolo massello e ± 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 ± 5% per 1 singolo elemento e ± 3% per le medie;

f) la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm² per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm² per la media;

g) _____

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.

1.79.1 Norme di riferimento

I masselli in calcestruzzo dovranno rispondere alle seguenti norme:

UNI 9065-1 - Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Terminologia e classificazione;

UNI 9065-2 - Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Metodo di prova e di calcolo;

UNI 9065-3 - Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Limiti di accettazione.

1.80 *Prodotti in pietre naturali*

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni si intendono definiti come segue:

– elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiale 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**.

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).

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

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.

1.81 *Mattonelle di asfalto*

Le mattonelle di asfalto dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 per quanto riguarda le caratteristiche di:

resistenza all'urto 4 N/m²;

- resistenza alla flessione: 3 N/mm²;
- coefficiente di usura al tribometro: 15 m/m massimo per 1 km di percorso.

Dovranno inoltre rispondere alle seguenti prescrizioni sui bitumi:

– _____ ;
– _____ ;
– _____ .

In caso di contestazione si farà riferimento alle norme CNR e UNI applicabili.
I prodotti saranno forniti su apposite 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 rilasciato dal produttore indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra oltre alle istruzioni per la posa.

1.82 Prove di accettazione dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle

Le prove da eseguire per accertare la qualità dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle sono quelle di resistenza alla rottura, per urto, alla rottura per flessione, alla usura per attrito radente, all'usura per getto di sabbia; la prova di gelività e, per le mattonelle d'asfalto o di altra materia cementata a caldo., anche quella d'impronta.
Le prove d'urto, flessione e impronta, vengono eseguite su quattro provini, ritenendo valore definitivo la media dei tre risultati più omogenei tra i quattro.
La prova di usura deve essre eseguita su due provini i cui risultati vengono mediati.
La prova di gelività deve essere effettuata su tre provini e ciascuno di essi deve resistere al gelo perché il materiale sia considerato non gelivo.
Le prove debbono essere eseguite presso i Laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

1.83 Pavimentazioni sportive sintetiche

Le pavimentazioni sintetiche sportive potranno essere costituite da:
- pavimentazione impermeabile realizzata in sito idonea sia per l'interno che per l'esterno, formata da resine sintetiche, acriliche, altamente elastiche, colorate con additivi a base di ossidi metallici, miscelate in loco con aggregati minerali di granulometria fine e controllata (quarzo sferoidale). L'impasto deve essere applicato con racle a strati incrociati. In tal caso il sottofondi idoneo può essere costituito da tappetino bituminoso fillerizzato. Per l'esterno è necessario prevedere una pendenza lungo gli assi del campo dello 0,8-1%, per evitare il ristagno d'acqua;
- pavimentazione in resina poliuretanica autolivellante a due componenti, su supporto in teli prefabbricati in gomma. La finitura deve essere liscia e antisdrucciolo. La resistenza al fuoco: classe 1; spessore totale: da mm. 6 a 20 mm. Il sottofondo idoneo deve essere costitituito da massetti in calcestruzzo lisciato con umidità residua inferiore al 3%.;
- pavimentazione poliuretanica bicomponente elastica a spessore per la realizzazione di campi da tennis, bocce ed aree ricreative.

1.83.1 Norme di riferimento

Per l'accettazione delle pavimentazioni sportive sintetiche si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:
UNI 9547 - Pavimentazioni sportive sintetiche per impianti di atletica leggera all'aperto. Progettazione, costruzione, caratteristiche, prove e manutenzione;
UNI 9549 - Pavimentazioni sportive sintetiche. Determinazione della resistenza alle scarpe chiodate per atletica;
UNI 9550 - Pavimentazioni sportive per atletica leggera. Determinazione della resistenza all'abrasione;
UNI 9551 - Pavimentazioni sportive. Determinazione della resistenza allo scivolamento di una superficie per mezzo di un pendolo ad attrito;
UNI 9552 - Pavimentazioni sportive. Determinazione della velocità di infiltrazione.

1.84 Rivestimenti resinosi

Per l'accettazione dei rivestimenti resinosi si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme
UNI 8636 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Significatività delle caratteristiche;
UNI 8297 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Terminologia;
UNI 8298-1 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Determinazione dell'adesione del rivestimento al supporto
UNI 8298-2 - Rivestimenti resinosi per pavimentazione. Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico;
UNI 8298-3 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al punzonamento statico;
UNI 8298-4 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza agli agenti chimici;
UNI 8298-5 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione del comportamento all' acqua;
UNI 8298-6 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'invecchiamento termico in aria;
UNI 8298-7 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla bruciatura da sigaretta;
UNI 8298-8 - Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla pressione idrostatica inversa;
UNI 8298-9 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all' abrasione;
UNI 8298-10 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza elettrica;
UNI 8298-11 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Preparazione dei provini per la determinazione della reazione al fuoco e della non combustibilità;

UNI 8298-12 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione dello spessore;
UNI 8298-13 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza meccanica dei ripristini;
UNI 8298-14 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della lavabilità e della resistenza al lavaggio;
UNI 8298-15 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Preparazione dei provini per la determinazione della massa volumica apparente;
UNI 8298-16 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza allo scivolamento;
UNI 8636 - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Significatività delle caratteristiche.
UNI EN 1177 - Rivestimenti di superfici di aree da gioco ad assorbimento di impatto. Requisiti di sicurezza e metodi di prova;
UNI EN 1269 - Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione delle impregnazioni nei rivestimenti agugliati mediante una prova di sporcatura;
UNI EN 1307 - Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei tappeti a pelo.

1.85 Requisiti prestazionali della pavimentazione antisdrucciolevole

Per pavimentazione antisdrucciolevole si intende una pavimentazione realizzata con materiali il cui coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A.) Rep. CEC. 6/81, sia superiore ai seguenti valori previsti dal D.M. n. 236/1989:
0,40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;
0,40 per elemento scivolante gomma dura standard su pavimentazione bagnata.
I valori di attrito predetto non devono essere modificati dall'apposizione di strati di finitura lucidanti o di protezione che, se previsti, devono essere applicati sui materiali stessi prima della prova.
Le ipotesi di condizione della pavimentazione (asciutta o bagnata) debbono essere assunte in base alle condizioni normali del luogo ove sia posta in opera.
Gli strati di supporto della pavimentazione devono essere idonei a sopportare nel tempo la pavimentazione ed i sovraccarichi previsti nonché ad assicurare il bloccaggio duraturo degli elementi costituenti la pavimentazione stessa.
Gli elementi costituenti una pavimentazione devono presentare giunture inferiori a 5 mm, stilate con materiali durevoli, essere piani con eventuali risalti di spessore non superiore a 2 mm.
I grigliati inseriti nella pavimentazione devono essere realizzati con maglie non attraversabili da una sfera di 2 cm di diametro.
I grigliati ad elementi paralleli devono comunque essere posti con gli elementi ortogonali alla direzione di marcia.

1.86 Controsoffitti

1.86.1 Generalità

I controsoffitti sono strutture di finitura costituiti da elementi modulari leggeri prefabbricati sospesi astrutture puntiformi e discontinue. Gli elementi di sostegno possono essere fissati direttamente al solaio o ad esso appesi.
Lo strato di tamponamento può esserre realizzato con i seguenti elementi
- doghe metalliche a giacitura orizzontale;
- lamelle a giacitura verticale;
- grigliati a giacitura verticale e orditura ortogonale;
- cassettoni costituiti da elementi a centina,

nei materiali e colori previsti dalle indicazioni progettuali esecutive riguardo alle caratteristiche meccaniche, chimiche, e fisiche.
Gli elementi dei controsoffitti non accettati dal direttore dei lavori per il manifestarsi di difetti di produzione o di posa in opera dovranno essere dismessi e rifatti a spese dell'appaltatore.
La posa in opera comprende anche l'eventuale onere di tagli, forature e formazione di sagome.
Il direttore dei lavori dovrà controllare la facile amovibilità degli elementi modulari dalla struttura di distribuzione per le eventuali opere di manutenzione.

1.86.2 Elementi di sospensione e profili portanti

Gli organi di sospensione dei controsoffitti per solai in c.a laterizio possono essere realizzati con vari sistemi:
1) fili metallici zincati;
2) tiranti di ferro piatto con fori ovalizzati per la regolazione dell'altezza mediante viti;
3) tiranti in ferro tondo o piatto.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati alle solette in c.a. possono essere realizzati con:
1) elementi in plastica incastrati nella soletta;
2) guide d'ancoraggio;
3) viti con tasselli o viti ad espansione.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati ai solai in lamiera d'acciaio possono essere realizzati con:
1) lamiere piane con occhielli punzonati
2) tasselli ribaltabili
3) tasselli trapezoidali collocati entro le nervature sagomate della lamiera.

I profili portanti i pannelli dei controsoffitti dovranno avere le caratteristiche tecniche indicate in progetto, in mancanza si seguiranno le indicazioni del direttore dei lavori.
Gli eventuali elementi in legno per la struttura di sostegno del controsoffitto debbono essere opportunamente trattati ai fini della prevenzione del loro deterioramento ed imbarcamento.

1.86.3 Controsoffitti in pannelli di gesso

I controsoffitti in pannelli di gesso debbono essere costituiti da lastre prefabbricate piane o curve, confezionate con impasto di gesso ed aggiunta di fibre vegetali di tipo manila o fibre minerali; eventualmente anche con l'uso di perline di polistirolo per aumentarne la leggerezza.
Le caratteristiche dovranno rispondere alle prescrizioni progettuali. Tali tipi di controsoffitti possono essere fissati mediante viti autoperforanti ad una struttura costituita da doppia orditura di profilati metallici o misti legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio secondo le prescrizioni progettuali, tramite pendini a molla o staffe.
Il controsoffitto in pannelli di gesso di tipo tradizionale potrà essere sospeso mediante pendini costituiti da filo metallico zincato ancorato al soffitto esistente mediante tasselli od altro. Durante la collocazione le lastre debbono giuntate con gesso e fibra vegetale. Infine dovranno essere stuccate le giunture a vista ed i punti di sospensione delle lastre.
Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli e tra pannelli e pareti del locale. A posa ultimata le superfici devono risultare perfettamente lisce e prive di asperità.

1.86.4 Controsoffitti in lastre di cartongesso

I controsoffitti in cartongesso possono essere costituiti da lastre prefabbricate piane, confezionate con impasto di gesso stabilizzato miscelato e additivato, rivestito su entrambi i lati da speciali fogli di cartone. Le caratteristiche devono rispondere alle prescrizioni progettuali.
Tali tipi di controsoffitti debbono fissati, mediante viti autoperforanti ad una struttura costituita da doppia orditura di profilati metallici o misti legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio, secondo le prescrizioni progettuali, o tramite pendini a molla o staffe.
Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli e tra pannelli e pareti della stanza. A posa ultimata le superfici devono risultare perfettamente lisce.

1.86.5 Controsoffitti in perline di legno

I controsoffitti in perline di legno con lati sagomati ad incastro a maschio e femmina o a battuta possono essere montati con chiodi nascosti nell'incastro o con ganci su correnti in legno.
Particolare attenzione deve essere posta alla ventilazione dell'intercapedine che si viene a formare al fine di evitare ristagni di umidità.

1.86.6 Controsoffitti in pannelli di fibre minerali

I controsoffitti in pannelli di fibre minerali possono essere collocati su un doppio ordito di profili metallici a T rovesciata, sospesi mediante pendini o staffe. I profilati metallici potranno essere a vista, seminascosti o nascosti, secondo le prescrizioni progettuali o le direttive del direttore dei lavori.

Art. 78. Prodotti per rivestimenti interni ed esterni

1.87 *Caratteristiche*

Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate) ed orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. Prima dell'esecuzione degli intonaci dovranno essere rimosse le parti di muratura di supporto poco aderenti.
Gli intonaci finiti devono avere lo spessore maggiore o uguale a quello indicato nel progetto esecutivo o voce dell'elenco prezzi, compreso l'onere per la formazione degli spigoli, angoli, suggellature all'incrocio con i pavimenti ed i rivestimenti e quanto altro richiesto dalla direzione dei lavori per definire le opere. L'intonaco non dovrà presentare scarsa aderenza al supporto, peli, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli , ecc., in tal caso, a discrezione del direttore dei lavori, dovranno essere demoliti e rifatti a spese dall'appaltatore.
I prodotti per rivestimenti si distinguono secondo:
1) *stato fisico*:
– rigidi (rivestimenti in ceramica - pietra - vetro - alluminio - gesso - ecc.);
– flessibili (carte da parati - tessuti da parati - ecc.);
– fluidi o pastosi (intonaci - vernicianti - rivestimenti plastici - ecc.).
2) *collocazione*:
– per esterno;
– per interno.
3) *collocazione nel sistema di rivestimento*:
– di fondo;

– intermedi;
– di finitura.
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.

1.88 *Prodotti rigidi*

1.88.1 Piastrelle di ceramica

Con riferimento al D.M. 26 giugno 1997, recante Istituzione dei marchi «ceramica artistica e tradizionale» e «ceramica di qualità», la ceramica artistica e tradizionale deve recare il marchio previsto.
Per le piastrelle di ceramica, per qualunque altra indicazione o contestazione si rimanda alle prescrizioni delle norme UNI vigenti.

1.88.2 Lastre di pietra naturale

Per le lastre di pietra naturale valgono le indicazioni del progetto esecutivo circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione di indicazioni progettuali valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'art. 28. Devono essere comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione dagli agenti atmosferici ed altro.

1.88.3 Elementi di metallo o materia plastica

Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto esecutivo.
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 nelle 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 mutamenti 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 sistemi di fissaggio al supporto.

1.88.4 Lastre di cartongesso

Il cartongesso è un materiale costituito da uno strato di gesso racchiuso fra due fogli di cartone speciale resistente ed aderente.
In cartongesso si possono eseguire controsoffitti piani o sagomati, pareti divisorie che permettono l'alloggiamento di impianti tecnici e l'inserimento di materiali termo-acustici. Queste opere possono essere in classe 1 o classe 0 di reazione al fuoco e anche REI 60' / 90' / 120' di resistenza al fuoco.
Il prodotto in lastre deve essere fissato con viti autofilettanti ad una struttura metallica in lamiera di acciaio zincato mentre nel caso di contropareti, deve essere fissato direttamente sulla parete esistente con colla e tasselli, le giunzioni devono essere sigillate e rasate con appositi materiali.
Per i requisiti d'accettazione si rinvia all'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

1.88.5 Lastre di fibrocemento ecologico

Il fibrocemento ecologico è composto da cemento e fibre organiche stabilizzate. I prodotti in fibrocemento vengono ottenuti da una mescola i cui componenti sono: cemento, acqua, silice, cellulosa, fibre sintetiche. Si riportano le seguenti percentuali indicative di composizione:
- 40% legante (cemento Portland);
- 30% aria (pori);
- 12% acqua;
- 11% additivi (polvere calcarea, fibrocemento in polvere);
- 5% fibre di processo (cellulosa);
- % fibre di rinforzo (sintetiche organiche, alcool polivinilico, poliacrilonitrile).

Nell'impasto deve essere impiegato cemento Portland a granulometria fine, che abbia come caratteristiche indurimento rapido e presa lenta. Le varie fibre devono essere preparate e trattate con lo scopo di renderle il più possibile stabili.
Il prodotto deve essere indeformabile, flessibile, robusto ed incombustibile, resistere a severe condizioni climatiche, agli urti e ad elevati sovraccarichi.
Per la posa in opera di lastre di fibrocemento ecologico ondulate si rimanda alle prescrizioni sui prodotti per coperture discontinue. Le lastre per coperture che possono essere di diverso tipo:
- lastre piane;
- lastre ondulate rette;
- lastre ondulate curve;
- lastre a greca.

Le lastre in fibrocemento ecologico per essere accettate devono possedere le seguenti caratteristiche:
- incombustibilità:
- elevata resistenza meccanica;
- imdeformabilità;
- elasticità e grande lavorabilità;
- fonoassorbenza;
- inputrescibilità e inattacabilità da parte di funghi e parassiti;
- impermeabilità all'acqua;
- permeabilità al vapore;
- elevata resistenza ai cicli gelo/disgelo;
- leggerezza;
- assenza di manutenzione.

1.88.6 Lastre di calcestruzzo

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.
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.

1.89 *Prodotti flessibili*

1.89.1 Carte da parati

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.

1.89.2 Rivestimenti tessili

I rivestimenti tessili per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel punto 30.3.1 precedente, avere adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità, per la posa a tensione.

1.89.3 Rivestimento ignifugo

I rivestimenti con tessuti in fibra di vetro dovranno essere applicati su qualsiasi supporto e per risolvere problemi relativi ad intonaci irregolari, ruvidi o cavillati. Tali prodotti dovranno possedere una notevole resistenza meccanica agli urti e all'abrasione. Dovranno possedere caratteristiche ignifughe ed essere omologate in classe 1 di reazione al fuoco ai sensi del D.M. del 26 giugno 1984.
I tessuti vengono incollati sulla superficie trattata con speciali adesivi (escluso classe "0") e , una volta asciutti, potranno essere tinteggiati con idonei prodotti.

1.89.4 Norme di riferimento

Per qualunque altra indicazione o contestazione si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:
UNI EN 233 - Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche delle carte da parati finite, dei fogli di vinile e dei fogli di plastica;
UNI EN 234 - Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per i rivestimenti murali da decorare successivamente;
UNI EN 235 - Rivestimenti murali in rotoli. Vocabolario e simboli;
UNI EN 259 - Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali per uso intenso;
UNI EN 266 - Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali tessili;
UNI EN 12149 - Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione della migrazione dei metalli pesanti e di altre sostanze, del cloruro di vinile monomero e del rilascio di formaldeide.

1.90 *Prodotti fluidi o in pasta*

1.90.1 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, ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.
Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo e le caratteristiche seguenti:
– capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
– proprietà ignifughe;
– impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;

– effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
– adesione al supporto.
Per i prodotti forniti premiscelati è richiesta la rispondenza a norme UNI; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Norme di riferimento:
UNI 9727 - Prodotti per la pulizia (chimica) di rivestimenti (lapidei e intonaci). Criteri per l'informazione tecnica;
UNI 9728 - Prodotti protettivi per rivestimento costituiti da lapidei ed intonaci. Criteri per l'informazione tecnica.

1.90.1.1 Armatura degli intonaci interni
Gli intonaci interni ed esterni per prevenire la formazione di crepe e fessurazioni causate da assestamenti dei supporti sottostanti (mattoni, blocchi alleggeriti o prefabbricati, etc.) e da agenti esterni dovranno essere armati con rete in fibra di vetro.
La larghezza della maglia dovrà essere proporzionale alla granulometria degli intonaci: le maglie più larghe ben si adattano a intonaci più grezzi, quelle più strette agli intonaci fini.
L'applicazione della rete si eseguirà su un primo strato di intonaco ancora fresco, sovrapponendo i teli per circa 10 cm. Si procederà quindi all'applicazione di un secondo strato di materiale, avendo cura di annegare completamente la rete.

1.90.2 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 UV;
– ridurre il passaggio della CO_2;
– avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco;
– avere funzione passivante del ferro ;
– resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
– resistere all'usura.
I limiti di accettazione saranno quelli progettuali od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori.

Art. 79. Sigillanti, adesivi e geotessili

1.91 *Sigillanti*
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 esecutivo, 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 è conforme alle prescrizioni progettuali od alle norme:
- UNI 9610 - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove;

- **UNI 9611** - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento,
ai fini dell'accettazione il direttore potrà fare riferimento ai valori dichiarati dal produttore.

1.92 Adesivi

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 esecutivo, 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.

1.92.1 Adesivi per piastrelle

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente e aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto fino ad ottenere un impasto omogeneo (assenza di grumi); l'impasto, prima dell'impiego, deve essere lasciato per qualche minuto.
Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, olii, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.
Dovrà essere evitata l'applicazione su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo, proteggere dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5° C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.
Il prodotto dovrà rispettare i seguenti parametri meccanici:

Parametro	Valore
Resistenza a compressione (N/mmq)	7,5
Resistenza a flessione (N/mmq)	2
Resistenza allo strappo (adesione) (N/mmq)	0,8

1.92.1.1 Norme di riferimento

Gli adesivi per piastrelle dovranno rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:
UNI EN 1323 - Adesivi per piastrelle. Lastra di calcestruzzo per le prove;
UNI EN 1324 - Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'adesione mediante sollecitazione al taglio di adesivi in dispersione;
UNI EN 1308 - Adesivi per piastrelle. Determinazione dello scorrimento;
UNI EN 1346 - Adesivi per piastrelle.Determinazione del tempo aperto;
UNI EN 1347 - Adesivi per piastrelle. Determinazione del potere bagnante;
UNI EN 1348 - Adesivi per piastrelle - Determinazione dell'aderenza mediante trazione su adesivi cementizi.

1.92.2 Adesivi per rivestimenti ceramici

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente e aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto fino ad ottenere un impasto omogeneo (assenza di grumi); l'impasto, prima dell'impiego, deve essere lasciato per qualche minuto.
Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, olii, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.
Dovrà essere evitata l'applicazione su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo, proteggere dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5° C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

1.92.2.1 Norme di riferimento

Gli adesivi per rivestimenti ceramici dovranno rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:
UNI 10110 - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del potere di ritenzione d'acqua della pasta;
UNI 10111 - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione della granulometria della polvere;
UNI 10112 - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del pH;
UNI 10113 - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del residuo secco.

1.92.3 Metodi di prova

I metodi di prova sui requisiti dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:
UNI EN 828 – Adesivi. Bagnabilità. Determinazione mediante misurazione dell'angolo di contatto e della tensione superficiale critica della superficie solida;
UNI EN 1066 – Adesivi. Campionamento;
UNI EN 924 - Adesivi. Adesivi con e senza solvente. Determinazione del punto di infiammabilità;
UNI EN 1067 - Adesivi - Esame e preparazione di campioni per le prove;
UNI EN 1465 - Adesivi. Determinazione della resistenza al taglio per trazione di assemblaggi a due substrati rigidi incollati;
UNI EN 1841 – Adesivi. Metodi di prova degli adesivi per rivestimenti di pavimentazione e pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali di un rivestimento per pavimentazione in linoleum a contatto con un adesivo;
UNI 9056 - Adesivi. Determinazione della viscosità apparente con viscosimetro a rotazione;
UNI 9059 - Adesivi. Determinazione del tempo di gelificazione di resine ureiche;
UNI 9445 - Adesivi. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo sfera e anello degli adesivi termofusibili;
UNI 9446 - Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici;
UNI 9447 - Adesivi. Determinazione dell' appiccicosità col metodo della sfera rotolante (rolling ball tack);
UNI 9591 - Adesivi. Determinazione della resistenza al distacco (peeling) a caldo di un adesivo per incollaggio di policloruro di vinile (PVC) su legno;
UNI 9594 - Adesivi. Determinazione del tempo aperto massimo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;
UNI 9595 - Adesivi. Determinazione della rapidità di presa a freddo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;
UNI 9752 - Adesivi. Determinazione del potere bagnante di un adesivo mediante la misura dell' angolo di contatto;
UNI 10765 - Additivi per impasti cementizi - Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità;
UNI EN 26922 - Adesivi. Determinazione della resistenza alla trazione dei giunti di testa;
UNI EN 28510-1 - Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 90°;
UNI EN 28510-2 - Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 180°;
UNI EN 29142 - Adesivi. Guida alla scelta di condizioni normalizzate di laboratorio per le prove di invecchiamento su giunti adesivi;
UNI EN 29653 - Adesivi. Metodo per la determinazione del potere adesivo mediante prova di resistenza al taglio;
in luogo delle certificazioni di prova l'appaltatore potrà fornire la certificazione rilasciata dal produttore previa accettazione della direzione dei lavori.

1.93 *Geotessili*

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. La natura del polimero costituente è ____ (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).
Si distinguono in:
– tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
– nontessuti: 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 caratterizzati da:
– da filamento continuo (o da fiocco);
– il trattamento legante è meccanico (o chimico o termico);
– il peso unitario è di _____ .
Il soddisfacimento delle prescrizioni predette s'intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI di cui al successivo punto e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

1.93.1 Geotessili. Norme di riferimento

Quando non è specificato nel progetto esecutivo, i geotessili devono essere rispondenti alle seguenti caratteristiche:
UNI EN 918 - Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento dinamico (metodo della caduta del cono);
UNI EN ISO 9863-2 - Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite. Procedura per la determinazione dello spessore dei singoli strati di prodotti multistrato;
UNI EN ISO 10319 - Geotessili . Prova di trazione a banda larga;
UNI EN ISO 10321 – Geotessili. Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture;
UNI ENV 12447 - Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'idrolisi;

UNI ENV 12224 - Geotessili e prodotti affini. Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici;
UNI ENV 12225 - Geotessili e prodotti affini. Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interramento;
UNI ENV 12226 - Geotessili e prodotti affini - Prove generali per valutazioni successive a prove di durabilità;
UNI EN ISO 12236 - Geotessili e prodotti affini. Prova di punzonamento statico (metodo CBR);
UNI ENV ISO 13438 - Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione.

1.93.2 Nontessuti. Norme di riferimento

Per quanto non espressamente indicato per i nontessuti si rimanda alle prescrizione delle seguenti norme:
UNI 8279-1 - Nontessuti. Metodi di prova. Campionamento;
UNI 8279-3 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della permeabilità all' aria;
UNI 8279-4 - Nontessuti. Metodi di prova. Prova di trazione (metodo di Grab);
UNI 8279-5 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell' assorbimento di liquidi (metodo del cestello);
UNI 8279-6 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell' assorbimento di liquidi (metodo della rete);
UNI 8279-7 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell' ascensione capillare;
UNI 8279-11 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla perforazione con il metodo della sfera;
UNI 8279-12 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della variazione dimensionale a caldo;
UNI 8279-13 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del coefficiente di permeabilità radiale all' acqua;
UNI 8279-14 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al punzonamento e della deformazione a rottura (metodo della penetrazione);
UNI 8279-16 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del tempo di assorbimento di acqua (metodo della goccia);
UNI EN 29073-1 - Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della massa areica;
UNI EN 29073-3 - Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della resistenza a trazione e dell'allungamento;
UNI EN 29092 - Tessili. Nontessuti. Definizione.

Art. 80. Prodotti e materiali per pareti esterne e partizioni interne

1.94 *Prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari*

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 esecutivo 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 norme: **UNI 8942-1**, **UNI 8942-2**, **UNI 8942-3**.
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.

1.95 *Prodotti ed i componenti per facciate continue.*

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 sopraddette.

1.96 *Prodotti e componenti per partizioni interne prefabbricate*
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 esecutivo ed, in mancanza, alle prescrizioni indicate al punto precedente.

1.97 *Prodotti a base di cartongesso*
I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo ed, in mancanza, alle prescrizioni seguenti: avere spessore con tolleranze ± 0,5 mm, lunghezza e larghezza con tolleranza ± 2 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 esecutivo ed, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei lavori.

1.98 *Blocchi di gesso*
I blocchi in gesso pieni o forati per la formazione di pareti verticali, secondo le dimensioni del progetto esecutivo, a discrezione del Direttore dei lavori, per evitare in futuro rigonfiamenti e danni dovuti all'elevata umidità relativa od al contatto con acqua, dovranno essere collocati previa predisposizione di una guaina impermeabile collocata a livello del pavimento al fine di evitare la risalita dell'umidità.
In mancanza di norme italiana specifiche si potrà fare riferimento alla **DIN 18163**.
In cantiere il materiale deve essere appoggiato a pavimento, sempre in piano, al coperto o sotto un telo di plastica.

1.99 *Norme di riferimento*
a) Classificazione
UNI 8369-2 - Pareti perimetrali verticali. Classificazione e terminologia;
UNI 8979 - Pareti perimetrali verticali. Analisi degli strati funzionali;
UNI 9269 - Pareti verticali. Prova di resistenza agli urti;

b) Pareti interne semplici
UNI 8201 - Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza agli urti da corpo molle e duro;
UNI 8326. Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prove di resistenza ai carichi sospesi;
UNI 8327 - Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza al calore per irraggiamento;

c) Pareti interne mobili
UNI 10700 - Partizioni interne - Pareti interne mobili - Terminologia e classificazione;
UNI 10815 - Pareti interne mobili. Attrezzabilità per impianti tecnici. Criteri generali;
UNI 10816 - Pareti interne mobili. Attrezzabilità con equipaggiamenti di servizio. Criteri generali;
UNI 10817 - Pareti interne mobili. Collegamenti di messa a terra. Requisiti e verifica;
UNI 10879 - Pareti interne mobili. Prova di resistenza ai carichi sospesi ed orizzontali;
UNI 10880 - Pareti interne mobili. Requisiti e metodi di prova di resistenza agli urti;
UNI 10820 - Partizioni interne. Pareti interne mobili. Analisi dei requisiti.

d) Materie plastiche cellulari rigide
UNI 10386 - Materie plastiche cellulari rigide. Pannelli compositi con anima di poliuretano espanso rigido e paramenti rigidi per coperture, pareti perimetrali verticali esterne e di partizione interna. Tipi, requisiti e prove.

e) Strutture di legno
UNI EN 594 - Strutture di legno. Metodi di prova. Resistenza rigidezza di piastra di pannelli per pareti con telaio di legno;
UNI EN 596 - Strutture di legno. Metodi di prova. Prova di impatto con un corpo morbido su pareti con telaio di legno.

Art. 81. Prodotti per coperture discontinue (a falda)

1.100 *Definizioni*
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.
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.

1.101 *Lastre di materia plastica rinforzata*
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
UNI 6774 - Lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro. Generalità e prescrizioni;
UNI 6775 - Lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro. Metodi di prova;

b) le lastre di polistirene
UNI 7073 - Lastre estruse di polistirene antiurto. Tipi, prescrizioni e prove;

c) le lastre di polimetilmetacrilato devono essere conformi alle norme:
UNI EN ISO 7823-1 - Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, dimensioni e caratteristiche. Lastre colate;
UNI EN ISO 7823-2 - Materie plastiche. Lastre di poli (metilmetacrilato). Tipi, dimensioni e caratteristiche. Lastre estruse calandrate.

d) Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice
UNI EN 1013-1 - Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti generali e metodi di prova;
UNI EN 1013-2 - Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di resina poliestere rinforzata con fibra di vetro (PRFV);
UNI EN 1013-3 - Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di policloruro di vinile (PVC).

e) Lastre ondulate ed alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre
UNI 10452 - Lastre ondulate ed alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre ed apprestamenti analoghi. Tipi, dimensioni, requisiti e metodi di prova.

f) i criteri di accettazione sono quelli del punto 33.1.

1.102 *Lastre di metallo*
Le lastre di metallo (acciaio zincato, acciaio zincato-alluminio, acciaio zincato-rame, alluminio) 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 già indicati In caso di contestazione si fa riferimento alla norma **UNI 10372 .**
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.
La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

1.103 *Prodotti di pietra*
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 al punto 33.1.
La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

1.104 *Strato d'isolamento della copertura*
L'isolamento della copertura, potrà essere eseguito in:

1) Pannelli di sughero
Il pannello dovrà essere costituito con un (doppio) strato di pannelli di sughero naturale compresso in alta frequenza senza collanti con i bordi smussati a tronco di piramide di colore biondo e del peso di …. kg/mc circa e dello spessore di …. cm. posati con i giunti smussati ben accostati tra loro (sfalsati e ribaltati) e fissati con punti di colla, chiodi o altro.
È consigliabile avere sempre e comunque un "bordo di contenimento" perimetrale sulla linea di gronda.
Sulla superficie dei pannelli verranno appoggiate lastre ondulate impermeabili (bituminose od in fibrocemento non contenente amianto), fissate con viti ad espansione alla struttura, di copertura.
Su dette lastre ondulate, verrà alloggiato il relativo manto di copertura in coppi.

2) Pannello multistrato
Pannello con particolare ondulazione per offrire al coppo tre punti di appoggio impedendone lo scivolamento. La composizione in speciale multistrato impregnato sottovuoto garantisce perfetta impermeabilità e forte resistenza agli sbalzi di temperatura e al gelo.

3) Pannello isolante sottocoppo in polistirene estruso
La lastra per l'isolamento delle coperture "sottocoppo" è costituita da polistirene estruso monostrato di colore indaco, con resistenza alla compressione di …. kPa, con pelle di estrusione, battentata sui quattro lati, con dimensioni pari a: spessore da …. a … mm, dimensioni mm. …x …, passo dei coppi …. mm.
L'interasse fra le scanalature di mm …. e …. deve permettere l'impiego del tipo di coppi più diffuso sul mercato.

4) Pannello sottocoppo isolante in polistirene espanso
La loro particolare sagomatura consente un perfetto alloggiamento ai coppi o alle tegole facilitandone la posa. I particolari agganci e sormonti dei singoli elementi devono consentire una assoluta tenuta all'acqua e una omogenea coibentazione, garantendo una ottima ventilazione.

1.105 *Normativa di riferimento*
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 di seguito riportate:

UNI 8625-1 - Edilizia. Prove di coperture discontinue. Determinazione della permeabilità all' acqua;
UNI 8626 - Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione;
UNI 8627 - Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche;
UNI 8635-1 - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Esame dell'aspetto e della confezione;
UNI 8635-2 - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della lunghezza;
UNI 8635-3 - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della larghezza;
UNI 8635-4 - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dello spessore;
UNI 8635-5 - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della planarità;
UNI 8635-6 - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dell'ortometria e della rettilineità dei bordi;
UNI 8635-7 - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del profilo;
UNI 8635-8 - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della massa convenzionale;
UNI 8635-9 - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della permeabilità all' acqua;
UNI 8635-10 - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dell' impermeabilità all' acqua;
UNI 8635-11 - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della gelività con cicli alterni;
UNI 8635-12 - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della gelività con porosimetro;
UNI 8635-13 - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del carico di rottura a flessione;
UNI 8635-14 - Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazione della resistenza meccanica del dispositivo di ancoraggio;
UNI 8635-15 - Edilizia. Prove per prodotti di coperture discontinue. Determinazione del numero per unità di area e della massa areica;
UNI 8635-16 - Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio;
UNI 9308-1 - Coperture discontinue. Istruzione per la progettazione. Elementi di tenuta;
UNI 9460 - Coperture discontinue. Codice di pratica per la progettazione e l'esecuzione di coperture discontinue con tegole di laterizio e cemento;

UNI 10372 - Coperture discontinue. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione con elementi metallici in lastre.

Art. 82. Impermeabilizzazioni e coperture piane

1.106 *Generalità*
I prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane sono 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.

1.107 *Membrane*
Le membrane si classificano in base:
1) al materiale componente (per 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 (per esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
3) al materiale di finitura della faccia superiore (per esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
4) al materiale di finitura della faccia inferiore (per esempio: poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

1.108 *Prodotti forniti in contenitori*
I prodotti forniti in contenitori possono essere :
- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- asfalti colati;
- malte asfaltiche;
- prodotti termoplastici;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

Il direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura; in ogni caso l'appaltatore dovrà consegnare l'attestato di conformità della fornitura.
Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (per 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 e alla norma **UNI 8178**.

1.109 *Membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore*
Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore sono le seguenti (**norme UNI 9380-1 e UNI 9380-2):**
– 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;
– giunzioni resistenti a trazione e impermeabili all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori.

1.109.1 Caratteristiche di accettazione
Le caratteristiche delle membrane di impermealizzazione devono rispondere alle seguenti norme:
UNI 9380-1 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per strato di barriera e/o schermo al vapore;
UNI 9380-2 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per strato di barriera e/o schermo al vapore;
UNI 8629-1 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Caratteristiche prestazionali e loro significatività;
UNI 8629-2 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per elemento di tenuta;
UNI 8629-3 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPE per elemento di tenuta;

UNI 8629-4 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione per tipi EPDM e IIR per elementi di tenuta;
UNI 8629-5 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta;
UNI 8629-6 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi a base di PVC plastificato per elementi di tenuta;
UNI 8629-7 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta;
UNI 8629-8 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per elemento di tenuta.

1.110 *Membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore*
Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle 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 sono le seguenti (norma **UNI 9168**):
– tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
– difetti, ortometria e massa areica;
– comportamento all'acqua;
– invecchiamento termico in acqua.
I prodotti non normati, devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori. Le membrane rispondenti alle norme **UNI 9380** e **UNI 8629** per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

1.111 *Membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria*
Le caratteristiche di accettazione delle membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono rispondere alle norme:
UNI 9168-1 - Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi con armatura cartafeltro o vetro velo;
UNI 9168-2 - Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi BOF.
I prodotti non normati devono essere conformi ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.
Le membrane rispondenti alle norme **UNI 9380** e **UNI 8629** per le caratteristiche precitate sono valide anche per formare gli strati di tenuta all'aria.
In particolare dovranno essere controllati i seguenti parametri:
– tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
– difetti, ortometria e massa areica;
– resistenza a trazione ed alla lacerazione;
– comportamento all'acqua;
– giunzioni resistenti alla trazione e alla permeabilità all'aria.

1.112 *Membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua*
Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate formare strati di tenuta all'acqua sono le seguenti (norma **UNI 8629**, varie parti**)**:
– 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);
– giunzioni resistenti a trazione e impermeabili all'aria.
I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori.

1.113 *Membrane destinate a formare strati di protezione*
Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate formare strati di protezione sono le seguenti (norma **UNI 8629**, varie parti**)**:

– 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;
– giunzioni resistenti a trazione .
– l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori.

1.114 Membrane a base di elastomeri e di plastomeri

1.114.1 Tipologie

I tipi di membrane base di elastomeri e di plastomeri sono:
– membrane in materiale elastomerico senza armatura (per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fondamentalmente 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 (per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente 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 senza armatura;
– 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);
– membrame polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura;
– membrane polimeriche accoppiate (membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione 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).

1.114.2 Classi di utilizzo

Le Classi di utilizzo delle membrane base di elastomeri e di plastomeri sono le seguenti:
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.).
Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi.

1.114.3 Accettazione

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri devono rispettare le caratteristiche previste dalle varie parti della norma **UNI 8898** (varie parti).

1.115 Prodotti forniti sotto forma di liquidi o paste

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 caratteristiche ed i valori di limiti di riferimento normalmente applicati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori.

1.115.1 Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni

I bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per i diversi tipi, alle prescrizioni delle seguenti norme:
UNI 4157 - Edilizia. Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni. Campionamento e limiti di accettazione;
UNI 4163 - Impermeabilizzazione delle coperture. Bitumi da spalmatura. Determinazione dell'indice di penetrazione dei bitumi.

Tabella 35.1. – Caratteristiche dei bitumi da spalmatura

Indicazione per la designazione	Penetrazione a 25 °C dmm/min	Punto di rammollimento (palla anello °C/min)
0	40	55
15	35	65
25	20	80

1.115.2 Malte asfaltiche

Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alle seguenti norme:
UNI 5660 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Caratteristiche e prelievo dei campioni;
UNI 5661 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello;
UNI 5662 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato;
UNI 5663 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione della fragilità (punto di rottura);
UNI 5664 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dell' impermeabilità all'acqua;
UNI 5665 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Trattamento di termo- ossidazione.

1.115.3 Asfalti colati

Gli asfalti colati per impermeabilizzazioni devono rispondere alle seguenti norme:
UNI 5654 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Caratteristiche e prelievo dei campioni;
UNI 5655 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello;
UNI 5656 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato;
UNI 5657 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione della fragilità a freddo;
UNI 5658 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dell' impermeabilità all' acqua;
UNI 5659 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Trattamento di termo-ossidazione.

1.115.4 Mastice di rocce asfaltiche

Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla seguente norma:
UNI 4377 - Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di rocce asfaltiche per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati.

1.115.5 Mastice di asfalto sintetico

Il mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alle seguenti norme:
UNI 4378 - Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati;
UNI 4379 - Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dell'impronta nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;
UNI 4380 - Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze solubili in solfuro di carbonio presenti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;
UNI 4381 - Impermeabilizzazione delle coperture. Estrazione del bitume dai mastici di rocce asfaltiche e dai mastici di asfalto sintetici;
UNI 4382 - Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione degli asfalteni presenti nei bitumi contenuti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;
UNI 4383 - Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dei carbonati presenti nel materiale minerale;
UNI 4384 - Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze insolubili in acido cloridrico presenti nel materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;
UNI 4385 - Impermeabilizzazione delle coperture. Controllo granulometrico del materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.

1.115.6 Prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici

I prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanici, epossi-poliuretanici, epossi-catrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutate in

base alle caratteristiche ed ai limiti di riferimento normalmente applicati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla direzione dei lavori:

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.

1.116 *Rinforzo di guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose*
Le guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose e le malte impermeabilizzanti dovranno essere rinforzate con l'applicazione di reti in fibra di vetro.
Per superfici irregolari o inclinate l'uso di reti realizzate con speciali filati voluminizzati assicura un maggiore assorbimento di resina evitando fenomeni di gocciolatura e garantendo l'omogeneità della distribuzione del prodotto. Sul prodotto impermeabilizzante appena applicato, dovrà essere posata la rete ben tesa, annegandola mediante spatola, rullo o pennello, avendo cura di sovrapporre i teli per almeno 10 cm evitando la formazione di bolle e piegature.

1.117 *Altre norme di riferimento*
UNI 8178 - Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.
UNI 9380-1 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per strato di barriera e/o schermo al vapore;
UNI 9380-2 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per strato di barriera e/o schermo al vapore.

Art. 83. Vetri

1.118 *Norme di riferimento*
I vetri dovranno essere rispondenti alle prescrizioni del progetto esecutivo ed alle ulteriori richieste della direzione dei lavori.
In generale dovranno rispondere inoltre alle disposizioni delle seguenti norme di unificazione:
UNI EN 572-1. Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche;
UNI EN 572-2 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro float;
UNI EN 572-5 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro stampato;
UNI EN 572-4 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro tirato;
UNI EN 572-7 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro profilato armato e non armato;
UNI 7142 - Vetri piani. Vetri temprati per edilizia ed arredamento;
UNI 7143 - Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell' azione del vento e del carico neve;

UNI 7144 - Vetri piani. Isolamento termico;
UNI EN 12758 - Vetri piani. Isolamento acustico;
UNI 9186 - Vetri piani. Vetri stratificati per edilizia e arredamento con prestazioni antivandalismo e anticrimine;
UNI 9187 - Vetri piani. Vetri stratificati per l'edilizia e arredamento con prestazioni antiproiettile;
UNI 10593-1 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Generalità e tolleranze dimensionali;
UNI 10593-2 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Prove di invecchiamento, misurazione della penetrazione del vapor d'acqua e requisiti;
UNI 10593-3 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Prove di tipo iniziali per la misurazione della velocità di perdita di gas su vetrate isolanti riempite con gas;
UNI 10593-4 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Metodi di prova per la determinazione delle proprietà fisiche della sigillatura dei bordi;
UNI EN ISO 12543-1 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti;
UNI EN ISO 12543-2 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza;
UNI EN ISO 12543-3 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato;
UNI EN ISO 12543-4 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità;
UNI EN ISO 12543-5 - Vetro per edilizia, Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi;
UNI EN ISO 12543-6 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto.

1.119 Vetri di sicurezza. Prove

Le prove sulle lastre di vetro di sicurezza sono prescritte dall'art. 14, D.P.R. 29 maggio 1963, n. 1497: Approvazione del regolamento per gli ascensori ed i montacarichi in servizio privato.

1.119.1 Prova d'urto

La prova deve essere fatta su una lastra di 0,3 x 0,3 m appoggiata sui quattro lati, ai bordi, per larghezza di circa 10 mm, su un telaio di legno.
Sul centro della lastra è lasciata cadere liberamente, dall'altezza di 0,5 m, una sfera di acciaio levigato del peso di 0,76 kg. A seguito di tale prova la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile, non deve produrre frammenti acuminati pericolosi che si distacchino dal supporto; la lastra di vetro temperato non deve rompersi.
La prova deve essere ripetuta lasciando cadere la sfera da altezza maggiore. A seguito di tale prova la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile, non deve venire perforata dalla sfera per altezza di caduta fino a 1 m; la lastra di vetro temperato rompendosi deve produrre frammenti minuti, non taglienti.
Le prove devono essere fatte con temperature ambientali fra 15 °C e 25 °C.

1.119.2 Prova di flessione

La prova deve essere fatta su una lastra delle dimensioni massime previste per la applicazione, appoggiata sui due lati più corti, ai bordi, per larghezza di circa 20 mm, su appoggi di legno. Su una striscia mediana larga non più di 50 mm parallela agli appoggi è applicato un carico distribuito di 100 kg per metro lineare per la lastra di vetro retinato; di vetro stratificato, o di materiale simile, e di 200 kg per metro lineare per la lastra di vetro temperato. La lastra non deve rompersi né fessurarsi.
Se sono usate lastre di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile con larghezza maggiore di 0,6 m o lastre di vetro temperato con larghezza maggiore di 1 m, una lastra per ciascuna partita deve essere sottoposta in fabbrica alla prova di flessione.

1.120 Applicazione delle lastre di vetro di sicurezza

Le lastre di vetro di sicurezza, salvo le lastre di vetro retinato, devono essere segnate con marchio indelebile.
Nelle porte dei piani, nella cabina e nelle porte della cabina degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere completamente intelaiate.
Nelle protezioni del vano di corsa degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere intelaiate completamente, salvo le lastre di vetro temperato le quali possono essere fissate su almeno tre lati per mezzo di supporti, di zanche, o simili.
Nelle porte dei piani, nelle pareti e nelle porte della cabina degli ascensori, costituite prevalentemente da lastre di vetro di sicurezza, devono essere applicate protezioni per impedire la caduta di persone nel vano di corsa nel caso di rottura delle lastre. In ogni caso deve essere applicata almeno una fascia di protezione di materiale resistente, di altezza non minore di 0,15 m dal piano di calpestìo, e una sbarra di protezione ad altezza di circa 0,9 m dal piano di calpestìo.
Nelle porte dei piani e nelle porte della cabina degli ascensori le cerniere, le maniglie, le serrature e gli altri dispositivi non devono essere applicati alle lastre di vetro di sicurezza.

Art. 84. Infissi in legno ed in metallo

1.121 *Generalità. Definizioni*

Si intendono per infissi gli elementi edilizi 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 a loro volta 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** (varie parti).
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. L'appaltatore deve consegnare l'attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

1.122 *Forme. Luci fisse*

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 del 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.; 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.

1.123 *Serramenti interni ed esterni*

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.
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.) e 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.
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.
Gli infissi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

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 1027**), classi ____; _____ e ___;
- resistenza meccanica (secondo le norme **UNI 9158** ed **UNI EN 107**);
- _____

2) Porte interne
- tolleranze dimensionali _____; spessore _____ (misurate le norme secondo **UNI EN 951**); planarità _____ (misurata secondo la norma **UNI EN 952**);

- 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 EN 1634-1**, classe _____ ;
- resistenza al calore per irraggiamento (misurata secondo la norma **UNI 8328**) classe __;
- _____;

3) Porte esterne
- tolleranze dimensionali _____; spessore _____, misurato secondo la norma **UNI EN 951**;
- planarità _____, misurata secondo la norma **UNI EN 952**;
- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento, misurata secondo la norma **UNI EN 1027**;
- resistenza all'antintrusione misurata secondo la norma **UNI 9569,** classe _____;
- _____.

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione fornita dall'appaltatore al direttore dei lavori.

1.124 *Schermi (tapparelle, persiane, antoni)*

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.
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.
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 lampada solari; camere climatiche, ecc.). L'attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

1.125 *Prescrizioni dimensionali idonei ai portatori di handicap*

La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte deve essere di almeno 75 cm.
L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra 85 e 95 cm (consigliata 90 cm).
Devono inoltre essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano larghezza superiore ai 120 cm, e gli eventuali vetri siano collocati ad una altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento.
L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

1.126 *Infissi esterni*

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm; consigliata 115 cm.
Per consentire alla persona seduta la visuale anche all'esterno, devono essere preferite soluzioni per le quali la parte opaca del parapetto, se presente, non superi i 60 cm di altezza dal calpestio, con l'avvertenza, però, per ragioni di sicurezza, che l'intero parapetto sia complessivamente alto almeno 100 cm e inattraversabile da una sfera di 10 cm di diametro.
Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni.
Le ante mobili degli infissi esterni devono poter essere usate esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

1.127 *Serramenti in acciaio*

1.127.1 Materiali e norme di riferimento per l'accettazione

1) Alluminio

a) Telai

UNI EN 573-3 - Alluminio e leghe di alluminio - Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati;
EN 12020 - Alluminio e leghe di alluminio - Profili estrusi di precisione in lega **EN AW-6060** e **EN AW-606**3 - Parte 2: Tolleranze di dimensioni e forma;
UNI 10680 - Alluminio e leghe di alluminio - Profili in leghe di alluminio ad interruzione di ponte termico. Requisiti e metodi di prova.

b) laminati, di trafilati o di sagomati non estrusi in alluminio

UNI EN 573-3 - Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;
UNI EN 485-2 - Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Caratteristiche meccaniche;

UNI EN 754-2 - Alluminio e leghe di alluminio. Barre e tubi trafilati. Tubi estrusi con filiera a ponte, tolleranze;

c) getti in alluminio
UNI EN 1706 - Alluminio e leghe di alluminio. Getti - Composizione chimica e caratteristiche meccaniche

2) Profili in acciaio
a) *Telai*
UNI EN 10079 - Definizione dei prodotti di acciaio e a quelle di riferimento per gli specifici prodotti

b) *laminati a caldo*
UNI 10163-1 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Prescrizioni generali;
UNI 10163-2 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. Lamiere e larghi piatti;
UNI 10163-2 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. Profilati;
UNI EN 10143 - Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;
UNI EN 10025 - Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

c) *lamiere a freddo*
UNI 7958 - Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione;
UNI EN 10142- Lamiere e nastri di acciaio a basso tenore di carbonio, zincati a caldo in continuo, per formatura a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.

d) lamiere zincate
UNI EN 10143 - Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;
UNI EN 10143 - Lamiere e nastri di acciaio per impieghi strutturali, zincati per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.

3) Acciaio inossidabile
a) *telai*
UNI EN 10088-1 - Acciai inossidabili. Parte 1: Lista degli acciai inossidabili;
UNI EN 10088-*2* - Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.

4) Lega di rame
a) Telai
UNI 4894 - Leghe di rame da lavorazione plastica. Ottone binario con Cu 67 % e Zn 33 %;
UNI 3310-1 - Semilavorati di rame e sue leghe. Barre e profilati di rame, ottoni binari, al piombo e speciali, ottenuti da lavorazione plastica. Caratteristiche meccaniche.

b) lamiere in rame
UNI 3310-2 Semilavorati di rame e sue leghe. Lamiere, nastri, bandelle piattine di rame, ottoni binari, al piombo e speciali, ottenuti da lavorazione plastica.

1.127.2 Finitura superficiale e verniciatura

La finitura superficiale dovrà essere priva di difetti visibili ad occhio nudo come graffi, colature, rigonfiamenti, ecc.. In generale dovrà essere approvata dal direttore dei lavori.
Per gli infissi in alluminio la verniciatura dovrà rispettare le prescrizioni della **UNI 9983**.
Per gli infissi in acciaio la verniciatura dovrà rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:
UNI EN ISO 12944-1 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;
UNI EN ISO 12944-2- Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;
UNI EN ISO 12944-3- Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;
UNI EN ISO 12944-4 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione.

Per gli infissi in acciaio inossidabili si farà riferimento alla **UNI 10088-2**.

1.127.3 Guarnizioni

Le guarnizioni devono rispettare le seguenti norme:
UNI 9122-1- Guarnizioni per serramenti. Classificazione e collaudo;
UNI 9122-2 - Edilizia. Guarnizioni per serramenti. Limiti di accettazione per guarnizioni compatte monoestruse;
UNI 9729-1 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Classificazione e terminologia;
UNI 9729-2 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Criteri di accettazione per tipi senza pinna centrale;
UNI 9729-3 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Criteri di accettazione per tipi con pinna centrale;
UNI 9729-4 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Metodi di prova.

1.127.4 Sigillanti

I sigillanti devono rispettare le seguenti norme:
UNI 9610 - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove;
UNI 9611 - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento;
UNI EN 26927 - Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Vocabolario;
UNI EN 27390 - Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione della resistenza allo scorrimento;
UNI EN 28339 - Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione delle proprietà tensili;
UNI EN 28340 - Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Determinazione delle proprietà tensili in presenza di trazione prolungata nel tempo;
UNI EN 28394 - Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti monocomponenti;
UNI EN 29048 - Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti per mezzo di un apparecchio normalizzato.

1.128 *Porte resistenti al fuoco*

1.128.1 Commercializzazione CEE.

Le porte ed altri elementi di chiusura legalmente fabbricati o commercializzati negli altri Stati membri dell'Unione europea od originari degli Stati firmatari dell'accordo SEE, sulla base di norme armonizzate o di norme o regole tecniche straniere riconosciute equivalenti, possono essere commercializzati in Italia per essere impiegati nel campo di applicazione del D.M. 14 dicembre 1993.
La commercializzazione delle porte antincendio deve rispettare le prescrizioni del D.M. 3 novembre 2004.

1.128.1.1 Marchio di conformità (UNI 9723)

Gli elementi di chiusura resistenti al fuoco debbono essere contrassegnati, con punzonatura in rilievo diretta o su targhetta inamovibile e leggibile anche dopo l'incendio dai seguenti dati:
- nome produttore
- anno di fabbricazione
- nominativo ente certificazione
- numero del certificato di prova
- classe/i di resistenza al fuoco
- numero distintivo progressivo con riferimenti annuale.

Per le superfici esposte al fuoco da precise norme il contrassegno deve essere applicato sulla superficie suscettibile di essere esposta al fuoco.

1.128.2 Porte installate lungo le vie di uscita

Tutte le porte resistenti al fuoco devono essere munite di dispositivo di autochiusura.
Le porte in corrispondenza di locali adibiti a depositi possono essere non dotate di dispositivo di autochiusura, purché siano tenute chiuse a chiave.
L'utilizzo di porte resistenti al fuoco installate lungo le vie di uscita e dotate di dispositivo di autochiusura, può in alcune situazioni determinare difficoltà sia per i lavoratori che per altre persone che normalmente devono circolare lungo questi percorsi. In tali circostanze le suddette porte possono essere tenute in posizione aperta, tramite appositi dispositivi elettromagnetici che ne consentano il rilascio a seguito:
- dell'attivazione di rivelatori di fumo posti in vicinanza delle porte;
- dell'attivazione di un sistema di allarme incendio;
- di mancanza di alimentazione elettrica del sistema di allarme incendio;
- di un comando manuale.

1.128.2.1 Criteri di installazione

In particolare, fatti salvi gli adempimenti previsti da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi, l'installazione dei dispositivi di apertura manuale deve essere prevista nei seguenti casi:

a) sulle porte delle vie di esodo, qualora sia prevista l'installazione di dispositivi e fatto salvo il disposto di cui all'art. 5, devono essere installati dispositivi almeno conformi alla norma UNI EN 179 o ad altra a questa equivalente, qualora si verifichi una delle seguenti condizioni:
a.1) l'attività è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da meno di 10 persone;
a.2) l'attività' non è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da un numero di persone superiore a 9 ed inferiore a 26;
b) sulle porte delle vie di esodo, qualora sia prevista l'installazione di dispositivi e fatto salvo il disposto di cui all'art. 5, devono essere installati dispositivi conformi alla norma UNI EN 1125 o ad altra a questa equivalente, qualora si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:
b.1) l'attività è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da piu' di 9 persone;
b.2) l'attività non è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da piu' di 25 persone;
b.3) i locali con lavorazioni e materiali che comportino pericoli di esplosione e specifici rischi d'incendio con piu' di 5 lavoratori addetti.

1.128.3 Sistemi di apertura delle porte

Il datore di lavoro o persona addetta, deve assicurarsi, all'inizio della giornata lavorativa, che le porte in corrispondenza delle uscite di piano e quelle da utilizzare lungo le vie di esodo non siano chiuse a chiave o, nel caso siano previsti accorgimenti antintrusione, possano essere aperte facilmente ed immediatamente dall'interno senza l'uso di chiavi.
Tutte le porte delle uscite che devono essere tenute chiuse durante l'orario di lavoro, e per le quali è obbligatoria l'apertura nel verso dell'esodo, devono aprirsi a semplice spinta dall'interno.
Nel caso siano adottati accorgimenti antintrusione, si possono prevedere idonei e sicuri sistemi di apertura delle porte alternativi a quelli previsti nel presente punto. In tale circostanza tutti i lavoratori devono essere a conoscenza del particolare sistema di apertura ed essere capaci di utilizzarlo in caso di emergenza.
I dispositivi di apertura manuale, di seguito denominati «dispositivi», delle porte installate lungo le vie di esodo nelle attività soggette al controllo dei Vigili del fuoco ai fini del rilascio del certificato di prevenzione incendi, quando ne sia prevista l'installazione, devono essere conformi alle norme UNI EN 179 o UNI EN 1125 o ad altre a queste equivalenti.

1.128.4 Porte scorrevoli e porte girevoli

Una porta scorrevole non deve essere utilizzata quale porta di una uscita di piano. Tale tipo di porta può però essere utilizzata, se è del tipo ad azionamento automatico e può essere aperta nel verso dell'esodo a spinta con dispositivo opportunamente segnalato e restare in posizione di apertura in mancanza di alimentazione elettrica.
Una porta girevole su asse verticale non può essere utilizzata in corrispondenza di una uscita di piano. Qualora sia previsto un tale tipo di porta, occorre che nelle immediate vicinanze della stessa sia installata una porta apribile a spinta opportunamente segnalata.

1.128.5 Installazione in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito

1.128.5.1 Accesso

1.128.5.1.1 Porte

Le porte dei locali e dei disimpegni devono:
- essere apribili verso l'esterno e munite di congegno di autochiusura, di altezza minima di 2 m e larghezza minima 0,6 m. Per impianti con portata termica complessiva inferiore a 116 kW il senso di apertura delle porte non è vincolato.
- possedere caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a REI 60 o REI 30, per impianti di portata termica rispettivamente superiore o non a 116 kW. Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o da intercapedine antincendio non è richiesto tale requisito, purché siano in materiale di classe 0 di reazione al fuoco.

1.128.5.2 Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie

1.128.5.3 Caratteristiche costruttive

Le strutture portanti Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie (D.M. 12 aprile 1996) devono possedere resistenza al fuoco non inferiore a R 120, quelle di separazione da altri ambienti non inferiore a REI 120. Per impianti di portata termica complessiva fino a 116 kW sono consentite caratteristiche R/REI 60.

1.128.5.4 Accesso e comunicazioni

L'accesso può avvenire direttamente:
- dall'esterno, tramite porta larga almeno 0,9 m in materiale di classe 0 di reazione al fuoco;
- e/o dal locale consumazione pasti, tramite porte larghe almeno 0,9 m di caratteristiche almeno REI 60 per portate termiche superiori a 116 kW e REI 30 negli altri casi, dotate di dispositivo di autochiusura anche del tipo normalmente aperto purché asservito ad un sistema di rivelazione incendi.
È consentita la comunicazione con altri locali, pertinenti l'attività servita dall'impianto, tramite disimpegno anche non aerato, con eccezione dei locali destinati a pubblico spettacolo, con i quali la comunicazione può avvenire esclusivamente tramite disimpegno, indipendentemente dalla portata termica.

1.128.6 Norme di riferimento

Per i requisiti d'accettazione delle porte e degli altri elementi di chiusura si farà riferimento anche alle seguenti norme:
D.M. 14 dicembre 1993 - Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco ed omologazione di porte ed altri elementi di chiusura;
D.M. 9 aprile 1994 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico-alberghiere;
D.M. 12 aprile 1996 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi;
D.M. 19 agosto 1996 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo;
D.M. 10 marzo 1998 - Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
D.M. 18 settembre 2002 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private;
D.M. 3 novembre 2004 - Disposizioni relative all'installazione ed alla manutenzione dei dispositivi per l'apertura delle porte installate lungo le vie di esodo, relativamente alla sicurezza in caso d'incendio;
D.M. 15 marzo 2005 - Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo.

ART. 85. Prodotti per assorbimento acustico

1.129 *Definizioni*

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 deve essere valutata con il coefficiente di assorbimento acustico (α), definito dall'espressione:

$$\alpha = Wa/Wi$$

dove:
Wi = energia sonora incidente;
Wa = energia sonora assorbita.

1.130 *Classificazione dei materiali*

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 dalla 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.

1.131 *Caratteristiche costruttive*

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 ISO 354** (**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 (misurate secondo **ISO/DIS 9053**);
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

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).

1.132 *Materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera*

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.
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, contro soffittature, pavimenti, ecc.).

Tabella 38.1. - Caratteristiche di idoneità all'impiego in relazione alla loro destinazione d'uso

Caratteristica	Unità di misura	Destinazione d'uso A B C D valori richiesti
Comportamento all'acqua:		
- assorbimento all'acqua per capillarità	%	(…….)
- assorbimento d'acqua per immersione %	%	(…….)
- resistenza gelo e disgelo cicli	cicli	(…….)
- permeabilità vapor d'acqua	μ	(…….)
Caratteristiche meccaniche:		
- resistenza a compressione a carichi di lunga durata	N/mm²	(…….)
- resistenza a taglio parallelo alle facce	N/mm²	(…….)
- resistenza a flessione	N/mm²	(…….)
- resistenza al punzonamento	N/mm²	(…….)
- 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. 86. Prodotti per isolamento acustico

1.133 *Definizioni*

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:

$$R = 10 \log Wi/Wt$$

dove:
Wi = energia sonora incidente;
Wt = energia sonora trasmessa.
Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia devono possedere 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 d'intercapedini d'aria.

1.134 *Caratteristiche costruttive*
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 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;
- potere fonoisolante: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI 8270/3**, 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.
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).

1.135 *Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera*
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 i controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato realizzato.

Art. 87. Apparecchi sanitari

1.136 *Terminologia, classificazione e limiti di accettazione*
Sono denominati apparecchi sanitari quei prodotti finiti per uso idraulico-sanitario, costituiti da materiale ceramico, materiali metallici o materie plastiche.
In particolare per il materiale ceramico sono ammessi solo apparecchi sanitari di prima scelta realizzati con porcellana dura (vetrous china) o grès porcellanato (fire clay), secondo le definizioni della norma **UNI 4542**.
Gli apparecchi in materiale metallico o ceramico dovranno essere conformi alle seguenti norme UNI per quanto concerne i requisiti di accettazione:
UNI 4542 - Apparecchi sanitari. Terminologia e classificazione;
UNI 4543-1 - Apparecchi sanitari di ceramica. Limiti di accettazione della massa ceramica e dello smalto;
UNI 4543-2 - Apparecchi sanitari di ceramica. Prove della massa ceramica e dello smalto.

1.137 *Requisiti*
Gli apparecchi sanitari in generale, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente, devono soddisfare i seguenti requisiti:
- robustezza meccanica;
- durabilità meccanica;
- assenza di difetti visibili ed estetici;
- resistenza all'abrasione;

- pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
- resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);
- funzionalità idraulica.

1.138 *Rispondenza alle norme UNI*

1.138.1 Lavabi, lavamani e lavelli da cucina

Le caratteristiche dei lavabi , dei lavamani e dei lavelli da cucina debbono rispondere alle seguenti norme:
UNI EN 695 - Lavelli da cucina - Quote di raccordo;
UNI EN 31 - Lavabi. Quote di raccordo;
UNI 10271 - Lavafaccia e lavaocchi di emergenza di tipo trasportabile. Requisiti, prove e marcatura;
UNI EN 111 - Lavamani sospesi. Quote di raccordo;
UNI EN 32 - Lavabi sospesi. Quote di raccordo.
UNI 8951-1 - Lavabi di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione;
UNI 8951-2 - Lavabi di porcellana sanitaria. Prove funzionali;
UNI 9608 - Lavafaccia, lavaocchi e docce di emergenza. Requisiti e installazione;
UNI 8194 - Lavabi ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.

1.138.2 Vasi

Le caratteristiche dei vasi debbono rispondere alle seguenti norme:
UNI EN 33 - Vasi a pavimento a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo;
UNI EN 34 - Vasi sospesi a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo;
UNI EN 37 - Vasi a pavimento a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo;
UNI EN 38 - Vasi sospesi a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo;
UNI 8196 - Vasi a sedile ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova;
UNI 8949-1 - Vasi di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione;
UNI 8949-2 - Vasi di porcellana sanitaria. Prove funzionali.

1.138.3 Orinatoi

Le caratteristiche degli orinatoi debbono rispondere alle seguenti norme:
UNI EN 80 - Orinatoi a parete senza sifone incorporato. Quote di raccordo.

1.138.4 Bidè

Le caratteristiche dei bidè debbono rispondere alle seguenti norme:
UNI EN 35 - Bidé appoggiati sul pavimento con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo;
UNI EN 36 - Bidé sospesi con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo;
UNI 8950-1 - Bidé di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione;
UNI 8950-2 - Bidé di porcellana sanitaria . Prove funzionali;
UNI 8195 - Bidé ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.

1.138.5 Vasche da bagno

Le caratteristiche delle vasche da bagno debbono rispondere alle seguenti norme:
UNI EN 232 - Vasche da bagno. Quote di raccordo;
UNI EN 198 - Specifiche per vasche da bagno per usi domestici prodotte con materiali acrilici.

1.138.6 Piatti doccia e cabine doccia

Le caratteristiche dei piatti doccia e delle cabine doccia debbono rispondere alle seguenti norme:
UNI EN 251 - Piatti doccia. Quote di raccordo;
UNI EN 263 - Specifiche per lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici;
UNI 8192 - Piatti per doccia ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova;
UNI 8193 - Cabine per doccia ottenute da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.

1.139 *Spazi minimi funzionali per egli apparecchi sanitari*

1.139.1 Spazi minimi

L'installazione degli apparecchi sanitari deve rispettare gli spazi minimi previsti dalle Appendici V e W alla norma **UNI 9182 -** Edilizia - Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

1.139.2 Spazi minimi per i soggetti portatori di handicap deambulanti e su sedia a ruote

Per garantire la manovra e l'uso degli apparecchi anche alle persone con impedita capacità motoria, deve essere previsto, in rapporto agli spazi di manovra di cui al punto 8.0.2. del D.M. n. 236/1989, l'accostamento laterale alla tazza w.c., bidet, vasca, doccia, lavatrice e l'accostamento frontale al lavabo.

In particolare devono essere rispettati i seguenti spazi minimi funzionali:
- lo spazio necessario all'accostamento e al trasferimento laterale dalla sedia a ruote alla tazza w.c. e al bidet, ove previsto, deve essere minimo 100 cm misurati dall'asse dell'apparecchio sanitario;
- lo spazio necessario all'accostamento laterale della sedia a ruote alla vasca deve essere minimo di 140 cm lungo la vasca con profondità minima di 80 cm;
- lo spazio necessario all'accostamento frontale della sedia a ruote al lavabo deve essere minimo di 80 cm misurati dal bordo anteriore del lavabo.

1.139.3 Accorgimenti per la collocazione degli apparecchi sanitari

Relativamente alle caratteristiche degli apparecchi sanitari inoltre:
- i lavabi devono avere il piano superiore posto a 80 cm dal calpestio ed essere sempre senza colonna con sifone preferibilmente del tipo accostato o incassato a parete;
- i w.c. e i bidet preferibilmente sono di tipo sospeso, in particolare l'asse della tazza w.c. o del bidet deve essere posto ad una distanza minima di 40 cm dalla parete laterale, il bordo anteriore a 75÷80 cm dalla parete posteriore e il piano superiore a 45÷50 cm dal calpestio.

Qualora l'asse della tazza-w.c. o bidet sia distante più di 40 cm dalla parete, si deve prevedere, a 40 cm dall'asse dell'apparecchio sanitario, un maniglione o corrimano per consentire il trasferimento; la doccia deve essere a pavimento, dotata di sedile ribaltabile e doccia a telefono.

1.139.4 Impugnature di sicurezza

Nei locali igienici deve inoltre essere prevista l'attrezzabilità con maniglioni e corrimano orizzontali e/o verticali in vicinanza degli apparecchi; il tipo e le caratteristiche dei maniglioni o corrimano devono essere conformi alle specifiche esigenze riscontrabili successivamente all'atto dell'assegnazione dell'alloggio e posti in opera in tale occasione.
Nei servizi igienici dei locali aperti al pubblico è necessario prevedere e installare il corrimano in prossimità della tazza w.c., posto ad altezza di 80 cm dal calpestio, e di diametro cm 3-4; se fissato a parete deve essere posto a 5 cm dalla stessa.

1.139.5 Casi di adeguamento

Nei casi di adeguamento di edifici nei locali igienici è consentita la eliminazione del bidet e la sostituzione della vasca con una doccia a pavimento al fine di ottenere anche senza modifiche sostanziali del locale, uno spazio laterale di accostamento alla tazza w.c. e di definire sufficienti spazi di manovra.

1.139.6 Visitabilità

Negli alloggi di edilizia residenziali nei quali è previsto il requisito della visitabilità, il servizio igienico si intende accessibile se è consentito almeno il raggiungimento di una tazza w.c. e di un lavabo, da parte di persona su sedia a ruote.
Per raggiungimento dell'apparecchio sanitario si intende la possibilità di arrivare sino alla diretta prossimità di esso, anche senza l'accostamento laterale per la tazza w.c. e frontale per il lavabo.

Art. 88. Rubinetti sanitari

1.140 *Categorie*

I rubinetti sanitari considerati nel presente punto sono quelli appartenenti alle seguenti categorie:
- rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;
- gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e miscelare la portata d'acqua. I gruppi miscelatori possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili nei seguenti casi: comandi distanziati o gemellati, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
- miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore mescolando prima i due flussi e regolando dopo la portata della bocca di erogazione, le due regolazioni sono effettuate di volta in volta, per ottenere la temperatura d'acqua voluta. I miscelatori meccanici possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi:
- monocomando o bicomando, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
- miscelatori termostatici, elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma che varia automaticamente la portata di due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'acqua alla temperatura prescelta.

1.141 *Caratteristiche*

I rubinetti sanitari indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
- inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;

- tenuta all'acqua alle pressioni di esercizio;
- conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolare e comunque senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;
- proporzionalità fra apertura e portata erogata;
- minima perdita di carico alla massima erogazione;
- silenziosità ed assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
- facile smontabilità e sostituzione di pezzi;
- continuità nella variazione di temperatura tra posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e gruppi miscelatori quando essi rispondono alla norma **UNI EN 200** e ne viene comprovata la rispondenza con certificati di prova e/o con apposizione del marchio UNI. Per gli altri rubinetti si applica la **UNI EN 200** per quanto possibile o si farà riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).

1.142 *Fornitura e stoccaggio*

I rubinetti devono essere forniti protetti da imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi, ecc. nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere.

Il foglio informativo deve accompagnare il prodotto, dichiarandone le caratteristiche dello stesso e le altre informazioni utili per la posa, la manutenzione ecc.

1.143 *Tubi di raccordo rigidi e flessibili (Per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria).*

I tubi di raccordo rigidi e flessibili, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore;
- non cessione di sostanze all'acqua potabile;
- indeformabilità alle sollecitazioni meccaniche provenienti dall'interno e/o dall'esterno;
- superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi;
- pressione di prova uguale a quella di rubinetti collegati.

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta se i tubi rispondono alla norma **UNI 9035** ed é comprovata da una dichiarazione di conformità.

1.144 *Rubinetti idonei ai portatori di handicap*

Nei locali igienici destinati a portatori di handicap devono installarsi preferibilmente rubinetti con comando a leva, con erogazione dell'acqua calda regolabile mediante miscelatori termostatici, come stabilito dal D.M. n. 236/1989.

1.145 *Norme di riferimento*

In caso di contestazione nell'accettazione della rubinetteria si farà riferimento alle seguenti norme:

UNI EN 200 - Rubinetteria sanitaria. Prescrizioni generali dei rubinetti singoli e miscelatori (dimensione nominale 1/2) PN 10. Pressione dinamica minima di 0,05 MPa (0,5 bar);
UNI EN 246 - Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei regolatori di getto;
UNI EN 248 - Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei rivestimenti Ni-Cr;
UNI EN 274 - Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico di lavabi, bidet e vasche da bagno. Specifiche tecniche generali.
UNI EN 816 - Rubinetteria sanitaria - Rubinetti a chiusura automatica PN 10.
UNI EN 817 - Rubinetteria sanitaria - Miscelatori meccanici (PN 10). Specifiche tecniche generali;
UNI EN 411 - Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico per lavelli. Specifiche tecniche generali;
UNI EN 329 - Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico per piatti doccia. Specifiche tecniche generali;
UNI EN 331 - Rubinetti a sfera ed a maschio conico con fondo chiuso, a comando manuale, per impianti a gas negli edifici;
UNI 10856 - Rubinetteria sanitaria. Prove e limiti di accettazione dei rivestimenti organici;
UNI EN 1111 - Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici (PN 10) - Specifiche tecniche generali;
UNI EN 1112 - Dispositivi uscita doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10);
UNI EN 1113 - Flessibili doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10).

Art. 89. Scarichi degli apparecchi sanitari

1.146 *Generalità*

Gli elementi costituenti gli scarichi applicati agli apparecchi sanitari, indipendentemente dal materiale e dalla forma, devono possedere caratteristiche di inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore, realizzare la tenuta tra otturatore e piletta e possedere una regolabilità per il ripristino della tenuta stessa (per scarichi a comando meccanico).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta quando essi rispondono alle norme:
UNI EN 274 - Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico di lavabi, bidet e vasche da bagno. Specifiche tecniche generali;
UNI EN 329 - Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico per piatti doccia. Specifiche tecniche generali.
La rispondenza deve comprovata anche da una attestazione di conformità fornita dall'appaltatore.

1.147 *Rubinetti a passo rapido, flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)*
I rubinetti a passo rapido, flussometri, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:
- erogazione di acqua con portata, energia e quantità necessaria per assicurare la pulizia;
- dispositivi di regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.
La rispondenza alle caratteristiche predette deve essere comprovata dalla dichiarazione di conformità fornita dall'appaltatore.

1.148 *Cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi*
Le cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:
- troppo pieno di sezione tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;
- rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo che, dopo l'azione di pulizia, l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che realizza la tenuta ai gas;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.
La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per le cassette dei vasi quando, in abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione previste dalla norma **UNI 8949-1** - Vasi di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione.
La rispondenza alle caratteristiche predette deve essere comprovata dalla dichiarazione di conformità fornita dall'appaltatore.

Art. 90. Tubazioni gli impianti di adduzione dell'acqua e gas, fognature, ecc.

1.149 *Tubi in acciaio*
In generale deve farsi riferimento alle istruzioni della C.M. 5 maggio 1966, n. 2136, riportante le prescrizioni per i tubi di acciaio per acquedotti, ricavati da lamiere curvate con saldature longitudinali o elicoidali, con estremità per giunzioni di testa o a bicchiere.
L'acciaio delle lamiere deve essere di qualità ed avere di norma caratteristiche meccaniche e chimiche rientranti in uno dei tipi di acciaio saldabili delle tabelle **UNI 5335-64** o caratteristiche analoghe purché rientranti nei seguenti limiti:
– carico unitario di rottura a trazione non minore di 34 kg/mm^2;
– rapporto tra carico di snervamento e carico di rottura non superiore a 0,80;
– contenuto di carbonio non maggiore di 0,29%;
– contenuto di fosforo non maggiore di 0,05%;
– contenuto di zolfo non maggiore di 0,05%;
– contenuto di fosforo e zolfo nel complesso non maggiore di 0,08%;
– contenuto di manganese non maggiore di 1,20%;
– contenuto di carbonio e di manganese tali che la somma del contenuto di carbonio e di 1/6 di quello di manganese non sia superiore a 0,45%.
Le prescrizioni di cui sopra saranno suscettibili di aggiornamento in relazione all'adozione di norme di unificazione internazionale.
Norme di riferimento:
UNI 6363 – *Tubi di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua*.
UNI EN 10147 – *Lamiere e nastri di acciaio per impieghi strutturali, zincati per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.*

1.149.1 Tolleranze
La C.M. 5 maggio 1966, n. 2136 stabilisce le seguenti tolleranze:
a) spessore della lamiera al di fuori dei cordoni di saldatura:
– in meno: 12,5% ed eccezionalmente 15% in singole zone per lunghezze non maggiori del doppio del diametro del

tubo;
– in più: limitate dalle tolleranze sul peso;
– diametro esterno ± 1,5% con un minimo di 1 mm;
b) diametro esterno delle estremità calibrate dei tubi con estremità liscia per saldatura di testa per una lunghezza non maggiore di 200 mm dalle estremità:
– 1 mm per tubi del diametro fino a 250 mm;
– 2,5 mm; – 1 millimetro per tubi del diametro oltre i 250 mm. L'ovalizzazione delle sezioni di estremità sarà tollerata entro limiti tali da non pregiudicare l'esecuzione a regola d'arte della giunzione per saldatura di testa;
c) sul diametro interno del bicchiere per giunti a bicchiere per saldatura: + 3 mm. Non sono ammesse tolleranze in meno;
d) sul peso calcolato in base alle dimensioni teoriche ed al peso specifico di 7,85 kg/cm^3 sono ammesse le seguenti tolleranze:
– sul singolo tubo: + 10%; – 8%;
– per partite di almeno 10 t: +/– 7,5%.

1.149.2 Tipologie tubi

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura o saldati. Ad ogni diametro corrisponde una pressione massima d'esercizio.
Le tubazioni di uso più frequente hanno uno spessore detto della serie normale mentre quelle con spessore minimo si definiscono della serie leggera.

1.149.2.1 Tubi senza saldatura

I tubi secondo i prospetti 3.1. (Composizione chimica percentuale) e 3.2. (Caratteristiche meccaniche e tecnologiche a temperatura ambiente) della **UNI 663**, sono classificati nelle seguenti categorie:
– tubi commerciali;
– tubi di classe normale;
– tubi di classe superiore.
I tubi sono forniti in lunghezza commerciali variabili da 4 a 8 m, con tolleranze di + 10 mm per i tubi fino a 6 m e di + 15 mm per tubi oltre 6 m.
Per i tubi commerciali, le tolleranze su diametro esterno, spessore sono stabilite dal punto 4.5 della **UNI 663**.
Per i tubi di classe normale e superiore, le tolleranze su diametro esterno, spessore sono stabilite dal punto 5.5 della **UNI 663**.
I tubi commerciali sono solitamente forniti senza collaudo. Gli altri tipi di tubi devono essere sottoposti a prova idraulica dal produttore che dovrà rilasciare, se richiesta, apposita dichiarazione. L'ovalizzazione non deve superare i limiti di tolleranza stabiliti per il diametro esterno.

1.149.2.1.1 Norme di riferimento

UNI 663 – *Tubi senza saldatura di acciaio non legato. Tubi lisci per usi generici. Qualità, prescrizioni e prove*;
UNI 7287 – *Tubi con estremità lisce senza saldatura, di acciaio non legato di base*;
UNI 8863 – *Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettabili secondo **UNI ISO 7/1***.
UNI EN 10208-1– *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili – Condizioni tecniche di fornitura – Tubi della classe di prescrizione A*.
UNI EN 10208-2 – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili – Condizioni tecniche di fornitura – Tubi della classe di prescrizione B*.

1.149.2.2 Tubi con saldatura

Per l'accettazione dei tubi con saldatura si farà riferimento alle seguenti norme:
UNI 7288 – *Tubi con estremità lisce saldati, di acciaio non legato di base*.
UNI 7091 – *Tubi saldati di acciaio non legato. Tubi lisci per usi generici*.

1.149.3 Designazione e marcatura dei materiali

La designazione dei tubi d'acciaio comprenderà:
– denominazione "tubo"
– norma UNI di riferimento
– diametro esterno
altre indicazioni facoltative:
– tolleranze sulla lunghezza
– lunghezza se diversa da quella normale.

1.149.4 Rivestimento interno

Il rivestimento esterno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti. Lo spessore minimo del rivestimento

è previsto dal Prospetto VII in base alla classe prescelta della **UNI 5256**.
I tubi sono trattati all'interno con un adeguato rivestimento a protezione della superficie metallica dall'azione aggressiva del liquido convogliato. I rivestimenti più impiegati sono: bitume di 2-4 mm di spessore; con resine epossidiche di 0,5-1 mm; a base di polveri poliammidiche applicate per proiezione elettrostatica e polimerizzate in forno.
La malta cementizia centrifugata, opportunamente dosata, per il rivestimento interno deve essere costituita unicamente da acqua potabile, sabbia fine quarzosa e cemento Portland. Le caratteristiche meccaniche del rivestimento interno devono essere tali da caratterizzarlo come un vero e proprio tubo in cemento autoportante di elevata resistenza, per il quale il tubo dovrà agire praticamente come armatura.

1.149.4.1 Norme di riferimento:
UNI ISO 5256 – Tubi ed accessori di acciaio impiegati per tubazioni interrate o immerse. Rivestimento esterno e interno a base di bitume o di catrame.
UNI ISO 6600 – Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Controlli di composizione della malta subito dopo l'applicazione.
UNI ISO 4179 – Tubi di ghisa sferoidale per condotte con e senza pressione. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Prescrizioni generali.

1.149.5 Rivestimento esterno
I rivestimenti esterni delle tubazioni in acciaio possono essere realizzati mediante (**UNI ISO 5256)**:
– primo strato bituminoso, di catrame o di resina sintetica;
– uno o più strati protettivi a base di bitume;
– uno o più strato di armatura in velo di vetro inserito in ogni strato protettivo.
Il rivestimento esterno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti.
La classe di spessore (I, II, III e IV) del rivestimento deve essere scelta in base al prospetto VI e con riferimento alle caratteristiche di cui al punto 7.1.2 (Spessore) della citata **UNI ISO 5256**.
Per ulteriori sistemi di rivestimento (protezione catodica, antisolare, ambiente aggressivo, meccanica, ecc.) si rimanda al punto 4.1 della norma **UNI ISO 5256**.
La protezione meccanica con feltro o altro materiale simile deve essere applicata sul rivestimento ancora caldo e non indurito e prima dell'applicazione della protezione antisolare. Negli altri la protezione meccanica può essere applicata durante la posa in opera della tubazione.
I rivestimenti di cui sopra possono essere realizzati in cantiere dopo il montaggio della tubazione o in stabilimento. In generale la superficie da rivestire deve essere opportunamente preparata e pulita per l'applicazione del rivestimento per favorirne l'aderenza.

Tabella 43.1. – Tubazioni in acciaio serie leggera

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D (mm)	s (mm)	max (mm)	min (mm)	Estremità lisce	Estremità filettate e manicottate	
					kg/m	kg/m	
10	17,2	2,0	17,4	16,7	0,742	0,748	3/8
15	21,3	2,3	21,7	21,0	1,08	1,09	½
20	26,9	2,3	27,1	26,4	1,39	1,40	¾
25	33,7	2,9	34,0	33,2	2,20	2,22	1
32	42,4	2,9	42,7	41,9	2,82	2,85	1 ¼
40	48,3	2,9	48,6	47,8	3,24	3,28	1 ½
50	60,3	3,2	60,7	59,6	4,49	4,56	2
65	76,1	3,2	76,3	75,2	5,73	5,85	2 ½
80	88,9	3,6	89,4	87,9	7,55	7,72	3
100	114,3	4,0	114,9	113,0	10,8	11,1	4

Tabella 43.2. – Tubazioni in acciaio serie media

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D (mm)	s (mm)	max (mm)	min (mm)	Estremità lisce kg/m	estremità filettate e manicottate kg/m	
10	17,2	2,3	17,5	16,7	0,893	0,845	3/8
15	21,3	2,6	21,8	21,0	1,21	1,22	½
20	26,9	2,6	27,3	26,5	1,56	1,57	¾
25	33,7	3,2	34,2	33,3	2,41	2,43	1

32	42,4	3,2	42,9	42,0	3,10	3,13	1 ¼
40	48,3	3,2	48,8	47,9	3,56	3,60	1 ½
50	60,3	3,6	60,8	59,7	5,03	5,10	2
65	76,1	3,6	76,6	75,3	6,42	6,54	2 ½
80	88,9	4,0	89,5	88,00	8,36	8,53	3
100	114,3	4,5	115,0	113,1	12,2	12,5	4

Tabella 43.3. – Tubazioni in acciaio serie pesante

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D (mm)	s (mm)	max (mm)	min (mm)	Estremità lisce kg/m	estremità filettate e manicottate kg/m	
10	17,2	2,9	17,5	16,7	1,02	1,03	3/8
15	21,3	3,2	21,8	21,0	1,44	1,45	½
20	26,9	3,2	27,3	26,5	1,87	1,88	¾
25	33,7	4,0	34,2	33,3	2,93	2,95	1
32	42,4	4,0	42,9	42,0	3,79	3,82	1 ¼
40	48,3	4,0	48,8	47,9	4,37	4,41	1 ½
50	60,3	4,5	60,8	59,7	6,19	6,26	2
65	76,1	4,5	76,6	75,3	7,93	8,05	2 ½
80	88,9	5,0	89,5	88,9	10,3	10,5	3
100	114,3	5,4	115,0	113,1	14,5	14,8	4

Tabella 43.4. – Valori di tolleranza per i tubi in acciaio con riferimento alla norma UNI 8863

Tipo	Spessore		Massa lineica	
	+	-	+	-
Saldati	no	10%	10%	8%
Non saldati	no	12,5%	10%	10%

1.150 Tubazioni in gres

I tubi e gli elementi complementari in gres debbono essere realizzati con impasti omogenei di argille idonee sottoposte successivamente a cottura ad alte temperature. Le superfici degli elementi possono essere verniciati sia internamente e sia esternamente, ad eccezione del bicchiere di giunzione e della punta delle canne. Sono ammessi piccoli difetti visivi, quali asperità sulla superficie.

La norma **UNI EN 295** definisce le esigenze cui devono conformarsi i tubi e gli elementi complementari di gres a giunzione flessibile con o senza manicotto destinati alla costruzione di sistemi di fognatura.

1.150.1 Norme di riferimento

Per gli elementi in gres si farà riferimento alle norme di seguito riportate.

a) Tubi

UNI EN 295-1 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Specificazioni;

UNI EN 295-2. Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Controllo della qualità e campionamento;

UNI EN 295-3 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Metodi di prova;

UNI EN 295-4 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per elementi complementari speciali, elementi di adattamento ed accessori compatibili;

UNI EN 295-5 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per i tubi perforati e per gli elementi complementari di gres;

UNI EN 295-6 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per pozzetti di gres;

UNI EN 295-7 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami - Requisiti per tubi e sistemi di giunzione di gres per tubazioni con posa a spinta;
b) Mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per condotte di liquidi
UNI 9459 - Mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per condotte di liquidi. Caratteristiche e prove.

1.151 Tubazioni in PVC

I tubi, i raccordi, le valvole e le attrezzature ausiliarie in PVC per condotte di fluidi in pressione, devono rispettare le caratteristiche **UNI EN 1452** (varie parti):
UNI EN 1452-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Generalità.
UNI EN 1452-2 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC) – Tubi.
UNI EN 1452-3 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Raccordi.
UNI EN 1452-5 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Idoneità all'impiego del sistema.

1.151.1 Tubi per condotte interrate di convogliamento di gas combustibili

Le caratteristiche delle tubazioni di PVC rigido (non plastificato) per condotte interrate di convogliamento di gas combustibili, devono fare riferimento alla **UNI 7445** ed in particolare al prospetto III.
La serie degli spessori del tubo, scelto in relazione alla classe di intensità di traffico (1, 2 e 3) e alla profondità di interramento (a, b, c) sarà indicato con R, S e Q conformemente al prospetto 1 della **UNI 7445**.
I diametri esterni e le relative tolleranze, lo spessore e le relative tolleranze in funzione della serie (Q, R e S) faranno riferimento al prospetto II della **UNI 7445**.

1.151.2 Designazione e marcatura

La designazione deve comprendere:
– denominazione
– diametro esterno
– serie di spessori
– norma di riferimento.
La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare:
– indicazione del materiale
– diametro esterno
– l'identificazione del produttore
– data di fabbricazione.

1.151.3 Raccordi

Per le caratteristiche costruttive, dimensionali e di accettazione dei raccordi si farà riferimento alla norma **UNI 7446.**

1.151.4 Giunzioni

Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di tipo rigido, effettuate a mezzo di incollaggi e/o saldature, sia di tipo elastico, effettuate a mezzo di idonei anelli elastomerici di tenuta. La tenuta è assicurata dalla compressione radiale della guarnizione elastomerica.
Potranno essere del tipo a bicchiere incollato, del tipo a bicchiere incollato e saldato, del tipo a manicotto incollato (e saldato), del tipo a vite e manicotto ed infine del tipo a flangia mobile.
La norma **UNI 7447** prescrive che la tenuta idraulica di questo tipo di giunto (per tubi e raccordi) deve essere assicurata nelle seguenti condizioni: pressione idrostatica interna di 0,5 bar in condizioni di deformazione diametrale massima ammissibile del tubo (5%) nelle vicinanze della giunzione; pressione idrostatica interna 0,5 bar in condizioni di deviazione angolare (2°) forzata oltre il libero gioco permesso dalla giunzione; pressione idrostatica esterna 0,5 bar o depressione interna di 0,3 bar.

Tabella 43.5. – Pressione di esercizio dei tubi in PVC secondo diversi parametri

Categoria	Temperatura °C	Spessori				
		1	2	3	4	5
PVC 60	20	0,25	0,40	0,60	1,00	1,60
	40	0,10	0,16	0,25	0,60	1,00
	60	-	-	-	0,10	0,25
PVC 100	20	0,40	0,60	1,00	1,60	-
	40	0,25	0,40	0,60	1,00	-
	60	-	-	0,10	0,25	-

Tabella 43.6. – Valori di tolleranza dei tubi in PVC

Diametro	Diametro esterno medio		Diametro esterno			
			Serie spessori 1, 2		Serie spessori 3,4,5	
	min	max	min	max	min	max
6	6,0	6,3	-		5,7	6,3
8	8,0	8,3	-	-	7,7	8,3
10	10,0	10,3	-	-	9,7	10,3
12	12,0	12,3	-	-	11,7	12,3
16	16,0	16,3	-	-	15,7	16,3
20	20,0	20,3	-	-	19,7	20,3
25	25,0	25,3	-	-	24,7	25,3
32	32,0	32,3	-	-	31,7	32,3
40	40,0	40,3	38,8	41,2	39,7	40,3
50	50,0	50,3	48,5	51,5	49,7	50,3
63	63,0	63,3	61,5	64,9	62,7	63,3

Tabella 43.7. – Tolleranze ammesse per i tubi in PVC

Diametro	Serie spessori				
	1	2	3	4	5
6		.	-	-	$1,0^{+0,3}$
8	-	-	-	-	$1,0^{+0,3}$
10	-	-	-	$1,0^{+0,3}$	$1,2^{+0,4}$
12	-	-	-	$1,0^{+0,3}$	$1,5^{+0,4}$
16	-	-	-	$1,6^{+0,4}$	$1,9^{+0,4}$
20	-	-	-	$1,6^{+0,4}$	$2,4^{+0,5}$
25	-	-	$1,6^{+0,4}$	$1,9^{+0,4}$	$3,0^{+0,5}$
32	-	-	$1,6^{+0,4}$	$2,4^{+0,5}$	$3,8^{+0,6}$
40		$1,8^{+0,4}$	$2,0^{+0,4}$	$3,0^{+0,5}$	$4,7^{+0,7}$
50	-	$1,8^{+0,4}$	$2,4^{+0,5}$	$3,7^{+0,6}$	$5,9^{+0,8}$
63	$1,8^{+0,4}$	$1,9^{+0,4}$	$3,0^{+0,5}$	$4,7^{+0,7}$	$7,5^{+1,0}$

1.152 Tubazioni di fibrocemento

1.152.1 Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico per sistemi a gravità

I tubi in fibrocemento devono essere costituiti principalmente da cemento o silicato di calcio rinforzato con fibre. Per le caratteristiche del cemento si rimanda alla **UNI ENV 197-1**.
La legge 27 marzo 1992, n. 257 – *Norme per la cessazione dell'impiego dell'amianto* – ha vietato la fabbricazione e l'impiego di manufatti d'amianto cemento, fissando severe disposizioni per lo smaltimento dei rifiuti di tale materiale, pertanto è consentito l'impiego solo di prodotti N.T (tecnologia senza amianto).
I tubi potranno essere forniti con estremità lisce oppure con una liscia e l'altra a bicchiere.
I tubi sono classificati secondo la resistenza minima alla compressione in tre classi in base al carico agente sulla superficie interna unitaria: 60, 90 e 120 kN/m^2. In particolare i carichi minimi di rottura devono essere conformi a quelli del prospetto 7 della **UNI 588-1**, valido per diametro nominale fino a 1000, per diametri nominali superiori dovrà farsi riferimento a quanto riportato al punto 4.7.1 della **UNI 588-1**.
Per l'accettazione da parte del direttore dei lavori, i tubi debbono essere privi di scheggiature, difetti di lavorazione ed irregolarità.
La superficie interna dei tubi dovrà essere regolare e liscia.
I diametri nominali devono essere conformi a quelli indicati nel prospetto 1 della **UNI 588-1**.
La lunghezza nominale dei tubi dovrà corrispondere a quella indicata nel prospetto 2 della **UNI 588-1**.

1.152.2 Marcatura e denominazione

La marcatura sul tubo richiesta dal punto 4.11 della **UNI 588-1** dovrà essere durevole.
Essa deve contenere come minimo:
– normativa di riferimento;
– diametro nominale;
– produttore;
– data di produzione;
– classe;
– serie (se necessario);
– certificazione organismo di controllo;
– sigla NT.
La denominazione dei tubi e degli accessori dovrà riportare:
– normativa di riferimento;
– diametro nominale;

– lunghezza:
– serie (se necessario);
– sigla NT.
In particolare per i giunti la marcatura dovrà riportare:
– normativa di riferimento;
– diametro nominale;
– produttore;
– data di produzione;
– classe;
– sigla NT.

1.152.3 Giunti, raccordi e guarnizioni

I giunti per i tubi potranno essere a bicchiere o a manicotto. I giunti ed i raccordi devono presentare caratteristiche non inferiori a quelle dei corrispondenti tubi. Le parti dei giunti non di fibrocemento devono soddisfare alle norme vigenti per i relativi materiali.
I giunti devono resistere ad una pressione idrostatica interna od esterna di 100 ± 10 kPa. I giunti, durante la prova di tenuta, non debbono manifestare perdite o trasudamento.
Le guarnizioni elastiche di tenuta, realizzate a base di gomma naturale o sintetica, devono essere conformi alle prescrizioni della norma **UNI EN 681/1** (elementi di tenuta in elastomero) o di altra specifica normativa emanata sull'argomento.

1.152.4 Controllo della qualità

I prodotti, con riferimento al punto 7 della **UNI 588-1**, debbono essere sottoposti alle seguenti procedure di controllo:
– controllo iniziale dei prodotti (punto 7.2 della **UNI 588-1**);
– controllo interno della qualità (punto 7.3 della **UNI 588-1**);
– controllo effettuato da idoneo istituto di controllo esterno (punto 7.4 della **UNI 588-1**).

1.153 *Tubi in polietilene reticolato (PE-X)*

I tubi di polietilene reticolato, ottenuti con reticolazione con perossidi, silani, radiazioni ionizzanti o azocomposti, da utilizzarsi per il convogliamento di fluidi caldi alimentari o non alimentari in pressione e con temperature fino a 80 °C, devono alle prescrizioni seguenti norme:
UNI 9338 -Tubi di materie plastiche per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Tubi di polietilene reticolato (PE-X). Tipi, dimensioni e requisiti;
UNI 9349 -Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova.
Per il convogliamento di fluidi caldi ad uso non alimentare in esercizio continuo, dovrà impiegarsi il tipo 314, mentre per il convogliamento di fluidi alimentari e sanitari caldi dovrà utilizzarsi il tipo 315.

1.154 *Tubi in polipropilene (PP)*

Per le caratteristiche dei tubi in polipropilene (PP), ricavati osmpolimeri e/o cosmopolimeri del propilene, si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:
UNI 8318 - Tubi di polipropilene (PP) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti;
UNI 8321 - Tubi di polipropilene (PP). Metodi di prova.
Nel caso di utilizzo di fluidi alimentari o acqua potabile dovrà impiegarsi il tipo 312, in grado di sopportare , in pressione, temperature fino 100 °C. In generale per le pressioni di esercizio in funzione della temperatura e della pressione nominale si rimanda a quanto prescritto dalla norma **UNI 8318**.

1.155 *Tubi in polietilene ad alta densità (PE ad)*

I tubi per condotte di scarico interrate saranno individuati come tipo 303 di cui al Prospetto I della **UNI 7613**.
La norma **UNI 7613** prevede diametri nominali, coincidenti con i diametri esterni medi, dal DN 110 al DN 1200.
La pressione nominale PN corrispondente sarà di 3,2 bar ed i tubi devono essere conformi, per diametri (esterno ed esterno medio), spessori e relative tolleranze al prospetto II (Dimensioni) di cui al punto 5 della **UNI 7613**.
I valori dei diametri esterni previsti sono: 110, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 710, 800, 900, 1000 e 1200.
Le condizioni d'impiego sono previste dalla **UNI 7613.**
I tubi devono essere forniti in barre di 6,00 m o 12,00 m secondo disposizione.
Per gli ulteriori requisiti si rimanda al prospetto III (Requisiti) della **UNI 7613** che prevede:
– esame dell'aspetto, da eseguirsi con riferimento al punto 4.1 della **UNI 7615**;
– verifica delle tolleranze sul diametro esterno medio, sul diametro esterno qualunque, sullo spessore e sulla lunghezza, da eseguirsi con riferimento al punto 4.2 della **UNI 7615**;
– prova di tenuta idraulica alla pressione interna dei tubi e dei giunti da eseguirsi con riferimento al punto 4.3 della **UNI 7615**;
– tensioni interne dei tubi e dei giunti da eseguirsi con riferimento al punto 4.4 della **UNI 7615**;

– resistenza alla pressione interna da eseguirsi con riferimento al punto 4.5 della **UNI 7615**.
– resistenza chimica nei confronti dei fluidi: **UNI ISO/TR 7474.**

1.155.1 Raccordi per le tubazioni per la distribuzione dell'acqua

I raccordi per le tubazioni per la distribuzione dell'acqua devono rispondere alle prescrizioni della **UNI 10910-3 e** C.M. 2 dicembre 1978, n. 102 emanata dal Ministero della Sanità**.**
Per i raccordi a serraggio meccanico in materiale plastico valgono i requisiti della norma **UNI 9561.**

1.155.2 Designazione e marcatura

La designazione dei tubi in PE ad dovrà comprendere: la denominazione, l'indicazione del tipo, il valore del diametro D, la pressione nominale PN, il riferimento alla citata norma.
La marcatura dei tubi dovrà comprendere: l'indicazione del materiale (PE a.d.); il tipo; il valore del diametro esterno D; la pressione nominale PN; il marchio di fabbrica; il periodo di produzione.

1.155.3 Norme di riferimento

I tubi di polietilene ad alta densità (PEad) devono rispondere rispettivamente alle seguenti norme UNI:
UNI ISO/TR 7474 - Tubi e raccordi di polietilene ad alta densità (PEad). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.
UNI 7611 - Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti;
UNI 7612 - Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti;
UNI 7613 - Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e requisiti;
UNI 7615 - Tubi di polietilene ad alta densità. Metodi di prova;
UNI 7616 - Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Metodi di prova.

Tabella 43.8. – Diametri e spessori dei tubi in PEad

Diametro	Diametro esterno medio		Pressioni nominali				
	min	max	2,5	4	6	10	16
10	10,0	10,3	-	-	-	-	2,0
12	12,0	12,3	-	-	-	-	2,0
16	16,0	16,3	-	-	-	2,0	2,3
20	20,0	20,3	-	-	-	2,0	2,8
25	25,0	25,3	-	-	2,0	2,3	3,5
32	32,0	32,3		-	2,0	3,0	4,5
40	40,0	40,4	-	2,0	2,3	3,7	5,6
50	50,0	50,5	-	2,0	2,0	3,7	5,6
63	63,0	63,6	2,0	2,5	3,6	5,8	8,7
75	75,0	75,7	2,0	2,9	4,3	6,9	10,4
90	90,0	90,9	2,2	3,5	5,1	8,2	12,5
110	110,0	110,0	2,7	4,3	6,3	10,0	15,2
125	125,0	126,2	3,1	4,9	7,1	11,4	17,3
140	140,0	141,3	3,5	5,4	8,0	12,8	19,4
160	160,0	161,5	3,9	6,2	9,1	14,6	22,1
180	180,0	181,7	4,4	7,0	10,2	16,4	24,9
200	200,0	201,8	4,9	7,7	11,4	18,2	27,6
225	225,0	227,1	5,5	8,7	12,8	20,5	31,1
250	250,0	252,3	6,1	9,7	14,2	22,8	34,5
280	280,0	282,6	6,9	10,8	15,9	25,5	-
315	315,0	317,9	7,7	12,2	17,9	28,7	-
355	355,0	358,2	8,7	13,7	20,1	32,3	-
400	400,0	403,6	9,8	15,4	22,7	36,4	-
450	450,0	454,1	11,0	17,4	25,5	41,0	-
500	500,0	504,5	12,2	19,3	28,3	-	-

1.156 *Tubi in rame*

1.156.1 Impieghi

I requisiti, i criteri per il campionamento, i metodi di prova e le condizioni di fornitura dei tubi di rame sono quelli previsti dalla norma **UNI EN 1057** - Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.
Le prescruzioni della norma UNI si applicano ai tubi rotondi di rame senza saldatura aventi un diametro esterno da 6 mmfino a 267 mm, impiegati per:
- le reti di distribuzione per acqua calda ed acqua fredda;
- gli impianti di riscaldamento ad acqua calda, inclusi gli impianti a pannelli radianti;
- la distribuzione di combustibili domestici gassosi e liquidi;
- lo smaltimento di acqua di scarico sanitario.

Con riferimento all'art. 125, comma 1, lettera d) del R.D. 3 febbraio 1901, n. 45, Regolamento generale sanitario (G.U. 21 febbraio 1901, n. 44), è vietato vendere qualsiasi oggetto destinato a porsi in contatto diretto con sostanze alimentari e bevande che siano, fatti di rame od ottone e non rivestiti internamente di stagnature o saldati con lega di stagno e piombo contenente di questo ultimo più del 10 per cento; il divieto non concerne i tubi di rame elettrolitico delle

condotte per acqua potabile nell'interno delle abitazioni, che sono ammessi sempre che siano osservate le seguenti prescrizioni:
1) il materiale rame elettrolitico può essere impiegato esclusivamente per tubazioni nell'interno delle abitazioni;
2) il materiale rame elettrolitico, per quanto riguarda la composizione chimica, deve avere un titolo di purezza non inferiore al 99,90 per cento di rame, comprese eventuali minime tracce di argento e non deve contenere fosforo in quantità superiore a gr. 0,04 per cento;
3) i tubi di rame elettrolitico, che non contengono fosforo o che lo contengono in misura inferiore a gr. 0,015 per cento, all'esame microscopico eseguito con un ingrandimento di 75 diametri devono dimostrarsi esenti da ossido rameoso;
4) l'acqua erogata deve contenere al massimo 3 milligrammi di rame per litro dopo contatto stagnante per 16 ore con i tubi e solamente per i primi 10 giorni di esercizio. Dopo tale periodo la quantità di rame disciolta non deve superare mg. 1,5 per litro;
5) le ditte produttrici devono apporre sui tubi di rame apposita punzonatura, intervallata ogni 60 cm sulla quale siano indicati: il marchio di fabbrica, il nome della ditta produttrice, l'anno di fabbricazione, il titolo di purezza del materiale.

1.156.2 Designazione

La designazione del tubo di rame deve riportare i seguenti dati:
- denominazione (tubo di rame);
- norma **UNI EN 1057**;
- stato metallurgico del materiale indicato dal prospetto 1della norma **UNI EN 1057**;
- dimensioni nominali della sezione.

1.156.3 Tolleranze

Le tolleranze del diametro esterno deve rispettare i limiti previsti dal prospetto 4 della norma **UNI EN 1057**.
Le tolleranze dello spessore di parete, espressa in percentuale. sono indicate nel prospetto 5 della citata norma.

1.156.4 Condizioni dello stato superficiale

Le superfici esterne ed interne dei tubi di rame devono essere pulite e lisce. Il direttore dei lavori dovrà accertarsi che la superficie interna non contenga pellicole nocive nè presenti un livello di carbonio sufficientemente elevato da consentire la formazione di tali pellicole durante la posa in opera.

1.156.5 Prove di curvatura, allargamento e bordatura

Prima della posa in opera il direttore dei lavori dovrà fare eseguire le prove di curvatura, allargamento e bordatura in relazione al diametro del tubo, come previsto dal prospetto 7 della norma **UNI EN 1057**.
La prova di allargamento deve essere eseguita in conformità alle disposizioni della norma **EN 10234**.

1.156.6 Verifica di qualità

L'appaltatore dovrà fornire i risultati delle prove di qualità fatte eseguire dal produttore con riferimento al prospetto 8 della norma **UNI EN 1057**.

1.156.7 Marcatura

La norma **UNI EN 1057** prescrive chei tubi di rame aventi diametro a maggiore o ugunale 10 mm fino a 54 mm compresi devono essere marcati in modo indelebile sulla lunghezza ad intervalli ripetuti non maggiori di 600 mm, riportando almeno le seguenti indicazioni:
- norma **EN 1057**;
- dimensioni nominali della sezione: diametro esterno x spessore di parete;
- identificazione dello stato metallurgico mediante l'apposito simbolo;
- marchio di identificazione del produttore;
- data di produzione.

I tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 6 mm fino a 10 mm escluso oppure di diametro maggiore di 54 mm, devono essere marcati analogamente, in modo leggibile, almeno in corrispondenza di entrambe le estremità.

1.156.8 Prove per verificare l'assenza di difetti

La verifica dell'assenza di difetti, con riferimento all'appendice C della norma **UNI EN 1057**, potrà essere confermata mediante le seguenti prove:
- controllo mediante le correnti indotte;
- prova idrostatica;
- prova pneumatica.

Tabella 43.9. – Tubazioni in rame serie leggera

Diametro esterno mm	Spessore mm	Massa lineica kg/m
6	0,75	0,110

8	0,75	0,152
10	0,75	0,194
12	0,75	0,238
14	0,75	0,278
15	0,75	0,299
16	0,75	0,320
18	0,75	0,362
22	1	0,587
28	1	0,755
35	1,2	1,134
42	1,2	1,369
54	1,5	2,202
64	2	3,467
76,1	2	4,143
88,9	2	4,859
108	2,5	7,374

Tabella 43.10. – Tubazioni in rame serie pesante

Diametro esterno mm	Spessore mm	Massa lineica kg/m
6	1	0,140
8	1	0,198
10	1	0,252
12	1	0,308
14	1	0,363
15	1	0,391
16	1	0,419
18	1	0,475
22	1,5	0,859
28	1,5	1,111
35	1,5	1,405
42	1,5	1,699
54	1,2	2,908
76,1	2,5	5,144
88,9	2,5	6,039
108	3	8,807

Tabella 43.11. – Valori di tolleranza per i diametri esterni dei tubi in rame con riferimento alla norma UNI 6507

Diametro esterno	Scostamenti limite	
	diametro medio	diametro esterno
6-18	± 0,045	-
22-28	± 0,055	-
35-54	± 0,07	-
64-76,1	± 0,07	± 0,08
88,9	± 0,07	± 0,10
108	± 0,07	± 0,12

Tabella 43.12. – Valori di tolleranza sugli spessori dei tubi in rame

Diametro nominale	Spessore						
	0,75	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3
6	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
8	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
10	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
12	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
14	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
14	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
15	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
16	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
18	± 0,11	± 0,15	-	-	-	-	-
22	± 0,11	± 0,15	-	± 0,21	-	-	-
28	-	-	-	± 0,21	-	-	-
35	-	-	± 0,17	± 0,23	-	-	-
42	-	-	± 0,17	± 0,23	-	-	-
54	-	-	-	± 0,25	± 0,32	-	-
64	-	-	-	-	± 0,32	-	-
76,1	-	-	-	-	± 0,32	± 0,40	-
88,9	-	-	-	-	± 0,32	± 0,40	-
108	-	-	-	-	-	± 0,40	± 0,50

1.157 *Tubi in ghisa sferoidale*

I tubi ed i raccordi in ghisa sferoidale secondo la norma **UNI EN 545** sono nei seguenti dimetri nominali (DN): 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000.

Per agevolare l'intercambiabilità tra le forniture di diversi produttori, le tolleranze sul diametro esterno devono rispettare, secondo il tipo, le norme **UNI 9163 e UNI 9164.**

Per le tolleranze di ovalizzazione relative all'estremità lisce dei tubi e dei raccordi la norma **UNI EN 545** prescrive

– di attenersi ai limiti di tolleranza del prospetto 14 della citata norma per i tubi aventi DN 40 ÷ 200;

– una tolleranza ≤ 1% per tubi aventi DN 250 ÷ 600 e ≤ 2% per tubi aventi DN > 600.

I tubi in ghisa devono essere forniti secondo il prospetto 3 della **UNI EN 545** con i seguenti scostamenti ammissibili rispetto alla lunghezza unificata:

– lunghezza unificata 8,15 m = ± 150 mm;

– altre lunghezze unificate = ± 100 mm.

Le tolleranze sulle lunghezze dei tubi secondo la norma **UNI EN 545**, prospetto 6, sono:

– tubi con bicchiere ed estremità liscia: ± 30 mm;

– raccordi con giunti a bicchiere: ± 20 mm;

– tubi e raccordi per giunti a flangia: ± 10 mm.

La lunghezza utile del tubo è quella del tubo escluso il bicchiere.

Per i tubi e raccordi lo spessore di parete dovrà essere riferito al diametro nominale (DN), le classi di spessore unificate sono riportate nel prospetto 9 della **UNI EN 545**.

1.157.1 Rivestimento interno

Tutti i tubi, raccordi e pezzi accessori per condotte in ghisa sferoidale devono essere rivestiti all'interno ed all'esterno. I tubi, dopo la centrifugazione, saranno ricotti, zincati esternamente e rivestiti all'interno con malta ed infine ricoperti all'esterno con vernici bituminose.

Per le condotte d'acqua il rivestimento interno, secondo la **UNI EN 545**, può essere realizzato con malta di cemento di altoforno o alluminoso applicata per centrifugazione, poliuretano, vernice bituminosa.

1.157.1.1 Rivestimento esterno

Il rivestimento esterno ha la funzione di assicurare una protezione duratura contro l'aggressività chimica dei terreni.

I rivestimenti esterni dei tubi secondo la **UNI EN 545** debbono essere costituiti da zinco con uno strato di finitura di prodotto bituminoso o di resina sintetica. La direzione dei lavori si riserva di accettare tubi con rivestimenti esterni in: nastri adesivi, malta di cemento con fibre, poliuretano, polipropilene estruso, polietilene estruso, rivestimento con manicotto di polietilene.

Relativamente al rivestimento esterno, per tutto quanto non precisato dal presente articolo, si applicheranno le prescrizioni della **UNI ISO 8179**.

1.157.2 Raccordi

I raccordi in ghisa sferoidale devono essere conformi alle norme **UNI EN 598/95** e/o **UNI EN 545**.

I raccordi per condotte in pressione devono essere sottoposti in stabilimento a collaudo effettuato con aria ad una pressione di 1 bar oppure ad altra prova di tenuta equivalente (**UNI EN 598/95**).

Devono inoltre avere le estremità a bicchiere per giunzioni automatiche a mezzo anelli in gomma oppure a flangia.

1.157.3 Protezione esterna in polietilene

Prima del manicottaggio, i tubi e i raccordi devono essere il più asciutti e puliti possibile, evitando in particolare la presenza di terra tra il tubo e il manicotto.

Il manicotto in polietilene deve essere applicato perfettamente sulla condotta con opportune piegature e legature. La piega deve sempre essere realizzata sulla generatrice superiore del tubo al fine di limitare i possibili rischi di danneggiamento del manicotto durante il rinterro. È vietato l'impiego di manicotti strappati. I manicotti con piccoli strappi devono essere riparati con nastro adesivo, invece quelli con strappi più grandi devono essere riparati con pezzi di manicotto supplementari in grado di ricoprire tutta la zona danneggiata.

Il rivestimento realizzato dal manicotto della canna e dal manicotto del giunto deve assicurare la continuità totale della protezione.

1.157.4 Requisiti di accettazione

I tubi, i raccordi ed i pezzi accessori per condotte non devono presentare alcun difetto o aver subito danneggiamenti durante la movimentazione che possano nuocere al loro impiego.

I tubi, i raccordi ed i pezzi accessori per condotte che presentino piccole imperfezioni, inevitabili per i processi di fabbricazione e che non nuociano in alcun modo al loro impiego, o che abbiano subito danneggiamenti durante la movimentazione o in caso di incidenti, potranno essere accettati, previa riparazione e benestare della stazione appaltante, la riparazione di alcuni difetti o danni dovrà essere eseguita con i metodi appropriati indicati dal produttore.

1.157.5 Marcatura dei tubi e raccordi

La marcatura dei tubi dovrà essere eseguita con prodotti indelebili e apposta nella zona centrale dei manufatti, e dovrà comprendere:
a) indicazioni che devono essere ottenuti direttamente nella fusione del getto:
– designazione GS;
– numero di matricola;
– classificazione delle flange secondo la PN (eventuale);
– marchio di fabbrica del produttore;
– anno di fabbricazione;
– diametro nominale (DN);
b) indicazioni che possono essere applicati con qualsiasi metodo (pitturazione) o sull'imballaggio:
– norma UNI di riferimento;
– certificazione rilasciata da terzi (eventuale);
– designazione della classe di spessore dei tubi centrifugati (quando diversa da K 9).

1.158 *Tubi in alluminio*

I tubi in alluninio devono rispondere alla norma:
UNI 10876 - Alluminio e leghe di alluminio. Tubi multistrato di alluminio saldato e polietilene per adduzione fluidi.

1.159 *Valvole*

Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alle norma **UNI 7125** .
Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma **UNI 9157**.
Le valvole di sicurezza per apparecchi in pressione devono rispondere alla norma **UNI 9335.**
La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.

1.160 *Pompe*

Le pompe centrifughe devono rispondere alle prescrizioni previste dal progetto e rispondere (a seconda dei tipi) alle norme UNI:
UNI EN ISO 9908 - Specifiche tecniche per pompe centrifughe. Classe III;
UNI EN 22858 - Pompe centrifughe ad aspirazione assiale (pressione nominale 16 bar). Designazione, condizioni nominali di esercizio e dimensioni;
UNI ISO 2548 - Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice di prove d accettazione. Classe C;
UNI ISO 3555 - Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B;
UNI EN 733 - Pompe centrifughe ad aspirazione assiale, pressione nominale 10 bar, con supporti. Punto di funzionamento nominale, dimensioni principali, sistema di designazione.

Capitolo 5
MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE

Art. 91. Demolizioni

1.161 *Interventi preliminari*
L'appaltatore prima dell'inizio delle demolizioni deve assicurarsi dell'interruzione degli approvvigionamenti idrici, gas, allacci di fognature; dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante «Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto».
Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:
1) materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
2) rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
3) una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

1.162 *Sbarramento della zona di demolizione*
Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta ed il transito di persone e mezzi, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.
L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento ed il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto.

1.163 *Idoneità delle opere provvisionali*
Le opere provvisionali, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza; esse devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro, secondo le prescrizioni specifiche del piano di sicurezza.
Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare le parti non ritenute più idonee.
In particolare per gli elementi metallici devono essere sottoposti a controllo della resistenza meccanica e della preservazione alla ruggine degli elementi soggetti ad usura come ad esempio: giunti, spinotti, bulloni, lastre, cerniere, ecc.
Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisionali impiegati dall'appaltatore.
Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza su strutture limitrofe.
In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si possano verificare crolli intempestivi o danni anche a strutture di edifici confinanti o adiacenti.

1.164 *Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione*
I lavori di demolizione come stabilito, dall'art. 72 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso ovvero secondo le indicazioni del piano operativo di sicurezza e devono essere condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quegli eventuali edifici adiacenti, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.
La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma il quale deve essere firmato dall'appaltatore, dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e dal direttore dei lavori e deve essere tenuto a disposizione degli ispettori del lavoro.

1.165 *Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta*
Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterri, deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica od altra discarica autorizzata; diversamente l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.
Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

1.166 *Proprietà degli oggetti ritrovati*
La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti,

che si rinvengano nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà pertanto consegnarli alla stazione appaltante, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità ed il diligente recupero.
Qualora l'appaltatore, nella esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.
L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

1.167 *Proprietà dei materiali da demolizione*
I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della stazione appaltante; quando, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.
Qualora in particolare i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente capitolato speciale d'appalto, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli; in tal caso verrà ad essi attribuito un prezzo pari al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio ecc.

1.168 *Demolizione per rovesciamento*
Salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5,00 m può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.
La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti.
Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.
Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando essa sia stata adeguatamente puntellata; la successiva rimozione dei puntelli deve essere eseguita a distanza a mezzo di funi.
Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 m, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.
Deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti o risultare pericolosi per i lavoratori addettivi.

Art. 92. Scavi e sbancamenti in generale

1.169 *Ricognizione*
L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o erroneamente indicati) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.
Il cantiere dovrà essere delimitato da recinzione in rete metallica (o in _____) fissata con paletti di ferro o legno, infissi nel terreno o in plinti in calcestruzzo.ù

1.170 *Viabilità nei cantieri*
Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli.
Le rampe di accesso al fondo degli scavi di splateamento o di sbancamento devono avere una carreggiata solida, atta a resistere al transito dei mezzi di trasporto di cui è previsto l'impiego, ed una pendenza adeguata alla possibilità dei mezzi stessi.
La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco sia limitato ad un solo lato, devono essere realizzate piazzuole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20,00 m lungo l'altro lato.
I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.
Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.

Alle vie di accesso ed ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

1.171 *Splateamento e sbancamento*

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, secondo le prescrizioni dell'art. 12 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono avere un'inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 1,50 m è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.
Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve provvedersi all'armatura o al consolidamento del terreno.
Nei lavori di scavo eseguiti con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.
Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

1.172 *Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli*

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 m, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, secondo le prescrizioni dell'art. 13 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.
Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi almeno 30 cm rispetto al livello del terreno o stradale.
Nello scavo dei cunicoli, salvo che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporsi idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento; la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del rivestimento in muratura.
Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano edifici o manufatti, le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.
Nell'infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine, con pericolo per i lavoratori.
Nei lavori in pozzi di fondazione profondi oltre 3,00 m deve essere disposto, a protezione degli operai addetti allo scavo ed all'esportazione del materiale scavato, un robusto impalcato con apertura per il passaggio della benna.

1.173 *Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento*

Si ritengono scavi subacquei quelli eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto un livello costante determinato da acque sorgive nelle cavità di fondazione, sia dopo un parziale prosciugamento con pompe, sia dopo la predisposizione di canali di drenaggio.
Se l'appaltatore, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della direzione dei lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.
Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la direzione dei lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi saranno eseguiti in economia, e l'appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.
I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in muratura o in c.a. al fine di prevenire il dilavamento delle malte.

1.174 *Impiego di esplosivi*

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

1.175 *Deposito di materiali in prossimità degli scavi*

É vietato, secondo le prescrizioni dell'art. 14 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi, soprattutto se privi delle necessarie armature, in quanto il materiale accumulato può esercitare pressioni tali da provocare frane.
Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

1.176 *Presenza di gas negli scavi*

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, come stabilisce l'art. 15 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono essere adottate idonee misure di sicurezza contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o l'irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare un'efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata un'efficace e continua aerazione.

Quando è stata accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

Nei casi sopra previsti i lavoratori devono operare in abbinamento nell'esecuzione dei lavori.

1.177 *Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni, la collocazione, ove necessario di ponticelli, andatoie, rampe, scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio ai lavori di sistemazione, varianti, allargamenti ed attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta ad informarsi se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi esistono cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature). In caso affermativo l'impresa dovrà comunicare agli Enti proprietari di dette opere (Enel, Telecom, P.T., Comuni, Consorzi, Società, etc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, etc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con quelle cautele opportune per evitare danni alle opere suaccennate.

Il maggior onere al quale l'impresa dovrà sottostare per l'esecuzione dei lavori in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi di elenco.

Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltre che, naturalmente, alla direzione dei lavori.

Rimane stabilito ben fissato che nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'Impresa, restando del tutto estranea l'amministrazione e la direzione dei lavori da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

Fanno comunque carico all'amministrazione gli oneri relativi a spostamenti temporanee e/o definitivi dei cavi o condotte che si rendessero necessari.

1.178 *Smacchiamento dell'area*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

1.179 *Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisionali per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

Art. 93. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi

L'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione, prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

ART. 94. Riparazione di sottoservizi

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati con o senza incuria dall'impresa durante gli scavi e demolizioni e certificati dalla direzione dei lavori.

ART. 95. Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione, e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.
Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.
Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.
Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.
Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.
È vietato di addossare terrapieni a murature o strutture in c.a. di recente realizzazione e delle quali si riconosca il non completato il processo di maturazione.
Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.
È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

Art. 96. Fondazioni dirette

1.180 *Scavi di fondazione*
Fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato agli strati superficiali del terreno.
La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta in relazione alle caratteristiche ed alle prestazioni da raggiungere della struttura in elevato, alle caratteristiche dei terreni ed alle condizioni idrogeologiche.
Il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno ed essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.
Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione della opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.
Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal direttore dei lavori.
Nel caso che per eseguire gli scavi si renda necessario deprimere il livello della falda idrica si dovranno valutare i cedimenti del terreno circostante; ove questi non risultino compatibili con la stabilità e la funzionalità delle opere esistenti, si dovranno opportunamente modificare le modalità esecutive. Si dovrà, nel caso in esame, eseguire la verifica al sifonamento. Per scavi profondi, si dovrà eseguire la verifica di stabilità nei riguardi delle rotture del fondo.

1.181 *Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva*
In corso d'opera il direttore dei lavori deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva del terreno.

1.182 *Magrone*
Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia ed il costipamento dello stesso secondo le modalità previste dal presente Capitolato speciale,

uno strato di calcestruzzo magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.
Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro sarà desunto dagli eleborati progettuali esecutivi.

Art. 97. Opere e strutture di muratura

1.183 *Criteri generali per l'esecuzione*
I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione. Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.
I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.
Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.
I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi.
Sulle aperture di vani di porte e finestre devono essere collocati degli architravi (cemento armato, acciaio).
La costruzione delle murature dovrà iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.
La muratura procederà per filari rettilinei, con piani di posa normali alle superficie viste o come altrimenti venisse prescritto.
All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.
Sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, la guaina di impermeabilizzazione sarà rialzata e bloccata superiormente di almeno 20 cm.
I muri controterra delimitanti vani interni al fabbricato (inclusi i sottopassi) saranno interamente rivestiti con manto impermeabile costituito da due guaine e da una membrana di polietilene estruso ad alta densità come meglio nel seguito specificato.

1.183.1 Murature di mattoni e di blocchi cavi di cls a faccia vista
Le murature di mattoni e di blocchi cavi di cls a faccia vista dovranno essere messe in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta, stesa con apposita cazzuola sui giunti verticali e orizzontali, premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.
Il letto di posa del primo ricorso così come quello dell'ultimo in sommità della parete, dovrà essere eseguito con "malta bastarda". Almeno ogni quattro ricorsi dovrà essere controllata la planarità per eliminare eventuali asperità.
La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di mm 8 né minore di mm 5 (con variazioni in relazione alle malte impiegate).
I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggior presa all'intonaco od alla stuccatura con il ferro rotondo.
Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano maggiori del limite di tolleranza fissato.
Le murature di rivestimento saranno realizzate a corsi ben allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parete interna.
Nella realizzazione della muratura di laterizi "a faccia vista" si dovrà avere cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di miglior cottura, meglio formati e di colore più uniforme possibile, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.
In questo genere di paramento saranno utilizzate malte a base di inerti silicei a granulometria controllata, leganti idraulici e additivi nobilitanti ed aventi specifiche caratteristiche quali uniformità di colore, lavorabilità, minimo ritiro, idrorepellenza, assenza di efflorescenze, granulometria compresa fra 0 e 3 mm. Le connessure non dovranno avere spessore maggiore di mm 5 e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse con apposito ferro, senza sbavature.
Le pareti di una o due teste e quelle in foglio verranno eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli che presentino spigoli rotti.
Tutte le pareti suddette saranno eseguite con le migliori regole d'arte, a corsi orizzontali e a perfetto filo, per evitare la necessità di impiego di malta per l'intonaco in forti spessori.

Nelle pareti in foglio saranno introdotte, in fase di costruzione, intelaiature in legno o lamiera zincata attorno ai vani delle porte con lo scopo di fissare i serramenti al telaio stesso anzichè alla parete e per il loro consolidamento quando esse non arrivino fino ad un'altra parete o al soffitto.
Quando una parete deve eseguirsi fin sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso sarà ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo, con scaglie e cemento.

1.183.2 Murature a cassa vuota

La tamponatura esterna del tipo a cassa vuota sarà costituita da doppia parete con interposta camera d'aria in modo da avere uno spessore complessivo di 35 cm.
La doppia parete sarà dotata di collegamenti trasversali.
La parete esterna potrà essere eseguita con:
- mattoni pieni o semipieni posti ad una testa;
- blocchi di cls vibrocompresso;
- mattoni forati a 6 fori posti in foglio.

Sulla faccia interna della parete esterna sarà eseguita una arricciatura fratazzata con malta di calce idrata e pozzolana con l'aggiunta di cemento di tipo 325, sulla quale sarà posta, se richiesto, la coibentazione.
La parete interna potrà essere eseguita in:
- - mattoni forati di spessore vario non inferiore a 5 cm;
- - blocchi di cls vibrocompresso di spessore non inferiore a 8-10 cm.

Particolare cura dovrà essere tenuta nella formazione di mazzette, stipiti, sguinci e parapetti.

1.184 *Facce a vista delle murature di pietrame*

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della direzione dei lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:
1) con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
2) a mosaico grezzo;
3) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
4) con pietra squadrata a corsi regolari.

a) Nel paramento con «pietra rasa e teste scoperte» (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm.
b) Nel paramento a «mosaico grezzo» la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.
In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.
c) Nel paramento a «corsi pressoché regolari» il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.
d) Nel paramento a «corsi regolari» i conci dovranno essere perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria, essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La Direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.
Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.
In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

1.185 *Spessore minimo dei muri*

A norma del D.M. 14 settembre 2005, lo spessore minimo dei muri, per realizzazione in zona sismica non può essere inferiore ai valori di cui alla tabella 55.1.

Tabella 56.1. - Spessore dei muri (D.M. 14 settembre 2005)

Tipo di muratura	Spessore minimo cm

a) muratura in elementi resistenti artificiali pieni	12
b) muratura in elementi resistenti artificiali semipieni	20
c) muratura in elementi resistenti artificiali forati	25
d) muratura di pietra squadrata	24
e) muratura listata	40

1.186 *Cordoli di piano*

Per garantire un comportamento scatolare, muri ed orizzontamenti devono essere opportunamente collegati fra loro. Tutti i muri devono essere collegati al livello dei solai mediante cordoli di calcestruzzo armato e, tra di loro, mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali.

Devono inoltre essere previsti opportuni incatenamenti al livello dei solai, aventi lo scopo di collegare i muri paralleli della scatola muraria. Tali incatenamenti devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche, le cui estremità efficacemente ancorate ai cordoli.

Nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso. Si possono adottare opportuni accorgimenti per il collegamento in direzione normale alla tessitura dei solai che sostituiscano efficacemente gli incatenamenti costituiti da tiranti estranei ai solai stessi.

1.187 *Cordoli di collegamento fra la fondazione e la struttura in elevazione*

Il collegamento fra la fondazione e la struttura in elevazione è di norma realizzato mediante cordolo in calcestruzzo armato disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari almeno a quello della muratura della prima elevazione e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore. È possibile realizzare la prima elevazione con pareti di calcestruzzo armato; in tal caso la disposizione delle fondazioni e delle murature sovrastanti deve essere tale da garantire un adeguato centraggio dei carichi trasmessi alle pareti della prima elevazione ed alla fondazione.

1.188 *Muratura armata*

1.188.1 Generalità

Si intende per muratura armata quella costituita da elementi artificiali semipieni con fori verticali coassiali tali da consentire l'inserimento di armature verticali. Armature orizzontali possono essere disposte nei ricorsi di malta fra gli elementi dì muratura. La malta od il conglomerato di riempimento dei vani od alloggi delle armature deve avere $R_{ck} \geq 15$ N/mm^2 e deve avvolgere completamente l'armatura. Lo spessore di ricoprimento deve essere tale da garantire la trasmissione degli sforzi tra la muratura e l'armatura e costituire un idoneo copriferro ai fini della durabilità degli acciai. Quanto sopra è essenziale ai fini della collaborazione laterizio-armatura.

1.188.2 Dettagli costruttivi

Le barre di armatura devono essere esclusivamente del tipo ad aderenza migliorata.

La disposizione dell'armatura deve essere studiata in modo da assicurarne la massima protezione nei confronti degli agenti corrosivi esterni; in ogni caso le distanze tra la superficie esterna di ciascuna barra e le superfici esterne del muro che la contiene devono essere non inferiori a 5 cm. La conformazione degli elementi resistenti e la disposizione delle barre devono essere tali da permettere la realizzazione dello sfalsamento dei giunti verticali tra i blocchi, sia nel piano del muro che nel suo spessore.

1.188.2.1 Armature in corrispondenza delle aperture

Lungo i bordi orizzontali delle aperture si deve disporre armatura la cui sezione trasversale complessiva deve essere quella richiesta dalle verifiche di sicurezza, e comunque non inferiore a ….. cm² per ciascun bordo. Tale armatura deve essere prolungata ai lati dell'apertura per almeno 60 diametri.

1.188.2.2 Armature verticali

L'armatura verticale deve essere disposta in corrispondenza degli innesti, degli incroci e dei bordi liberi dei pannelli murari; la sezione trasversale complessiva deve essere quella richiesta dall'analisi delle sollecitazioni, con un minimo di …. cm² per estremità. Altra armatura verticale, di sezione uguale a quella disposta alle estremità, si deve disporre nel corpo delle pareti, in modo da non eccedere l'interasse di 5 m. Tutte le armature verticali devono essere estese all'intera altezza del pannello murario; nel caso in cui si abbia continuità verticale tra più pannelli, le corrispondenti armature devono essere collegate tra loro con le modalità nel seguito precisate. Le armature che non proseguono oltre il cordolo devono essere a questo ancorate.

Le armature verticali devono essere alloggiate in vani di forma tale che in ciascuno di essi risulti inscrivibile un cilindro di almeno 6 cm di diametro. Di detti vani deve essere assicurato l'efficace e completo riempimento con malta o conglomerato cementizio.

Le sovrapposizioni devono garantire la continuità nella trasmissione degli sforzi di trazione, in modo che al crescere del carico lo snervamento dell'acciaio abbia luogo prima che venga meno il contenimento esercitato dagli elementi. In mancanza di dati sperimentali relativi agli elementi impiegati, o per fori in cui il diametro del cilindro inscrivibile sia superiore a 10 cm, le barre devono essere connesse per mezzo di idonei dispositivi meccanici, ovvero circondate da idonea staffatura per tutta la lunghezza della sovrapposizione, che deve essere assunta almeno pari a 60 diametri.

1.188.2.3 Armature orizzontali

In corrispondenza dei solai vanno disposti cordoli in calcestruzzo armato. Nei cordoli deve essere alloggiata l'armatura concentrata alle estremità orizzontali dei pannelli.
Altra armatura orizzontale, che costituisce incatenamento, di sezione non inferiore a 4 cm², deve essere disposta nel corpo delle pareti, in modo da non eccedere l'interasse di m 4.
Tale armatura deve essere alloggiata all'interno di vani di dimensioni tali da permetterne il completo ricoprimento con la stessa malta usata per la muratura.
La lunghezza di sovrapposizione va assunta almeno pari a 60 diametri. Alle estremità dei muri le barre devono essere ripiegate nel muro ortogonale per una lunghezza pari ad almeno 30 diametri.
Ulteriori armature orizzontali di diametro non inferiore a 5 mm devono essere disposte nel corpo della muratura a interassi non superiori a 60 cm, collegate mediante ripiegatura alle barre verticali presenti alle estremità del pannello murario.

1.188.2.4 Armatura diffusa

L'armatura diffusa deve essere costituita da barre orizzontali e verticali, di sezione non inferiore a 0,2 cm² ciascuna, disposte nelle pareti murarie ad interassi non superiori al doppio dello spessore di ciascuna parete, e collegate mediante ripiegatura alle barre rispettivamente verticali e orizzontali presenti alle estremità del pannello murario. La sezione complessiva delle barre verticali non deve risultare inferiore allo 0,4 per mille del prodotto dello spessore della parete per la sua lunghezza; la sezione complessiva delle barre orizzontali non deve risultare inferiore allo 0,4 per mille del prodotto dello spessore della parete per la sua altezza.

1.189 *Murature e riempimenti in pietrame a secco – Vespa*

1.189.1 Murature in pietrame a secco

Le murature in pietrame a secco dovranno essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda, le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire così colla accuratezza della costruzione alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessure verticali.
Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.
La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva o comunque isolati sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm; a richiesta della direzione dei lavori vi si dovranno eseguire anche regolari fori di drenaggio, regolarmente disposti, anche su più ordini, per lo scolo delle acque.

1.189.1.1 Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili)

I riempimenti in pietrame a secco dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.
Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

1.189.2 Vespai e intercapedini

Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.
Per i vespai in pietrame si dovrà formare anzitutto in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m; essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 cm x 20 cm di altezza ed un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.
Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sottofondo riempiendo le zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti coll'asse maggiore verticale ed in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo infine uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto.
Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati in malta idraulica fina e poggianti su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da voltine di mattoni, ecc.

Art. 98. Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo

1.190 *Calcestruzzo leggero strutturale*

1.190.1 Definizioni

Si definisce calcestruzzo leggero strutturale, un conglomerato cementizio a struttura chiusa ottenuto sostituendo tutto o in parte l'inerte ordinario con aggregato leggero artificiale, costituito da argilla o scisti espansi.
Questo calcestruzzo è caratterizzato da una massa volumica a 28 gg. compresa tra 1400 e 2000 kg/m³ ed una resistenza caratteristica a compressione R_{ck} a 28 gg. non inferiore a 15 N/mm².

La massa volumica del conglomerato viene misurata secondo le procedure indicate nella norma **UNI 7548 - Parte 2°**.
Per la determinazione di R_{ck} valgono le prescrizioni relative ai conglomerati ordinari.

1.190.2 Aggregato leggero

1.190.2.1 Definizioni

Si definisce massa volumica media dei granuli il rapporto tra la massa del materiale essiccato ed il suo volume, delimitato dalla superficie dei granuli stessi. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma **UNI 7549 - Parte 5°**.
Si definisce massa volumica dell'aggregato leggero in mucchio (peso in mucchio) la massa di un volume unitario di aggregato, comprendendo nella misura i vuoti dei granuli e fra i granuli. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma **UNI 7549 - Parte 4°**.
Per gli aggregati di argilla espansa, in via approssimata, la massa volumica media dei granuli può stimarsi moltiplicando per 1,7 la massa volumica in mucchio.

1.190.2.2 Caratteristiche dei granuli

Per granuli di argilla espansa e di scisti espansi si richiede:
- nel caso di argilla espansa: superficie a struttura prevalentemente chiusa, con esclusione di frazioni granulometriche ottenute per frantumazione successiva alla cottura;
- nel caso di scisti espansi: struttura non sfaldabile con esclusione di elementi frantumati come sopra indicato.

1.190.2.3 Coefficiente di imbibizione

Il coefficiente di imbibizione dell'aggregato leggero è definito come la quantità di acqua che l'inerte leggero può assorbire, in determinate condizioni, è espressa in per cento della sua massa.
Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma **UNI 7549 Parte 6°** (giugno 1976).
Il coefficiente di imbibizione determinato dopo 30 min. deve essere non maggiore del 10% per aggregati con massa volumica in mucchio superiore a 500 kg/m³, e 15% per aggregati con massa volumica in mucchio non superiore a 500 kg/m³.

1.190.3 Composizione del calcestruzzo

1.190.3.1 Definizioni

Il volume del calcestruzzo assestato è uguale alla somma dei volumi assoluti del cemento, degli aggregati, dell'acqua e dell'aria occlusa.
Si definisce volume assoluto di un componente il suo volume reale, escludendo i vuoti dei granuli e fra i granuli, per i componenti solidi.
Si definisce indice di assestamento di un calcestruzzo leggero il valore determinato con le procedure indicate nell'appendice B della norma **UNI 7549 - Parte 12°**.

1.190.3.2 Acqua

L'acqua impiegata per l'impasto del calcestruzzo leggero deve essere costituita da:
- acqua efficace: quella contenuta nella pasta cementizia. Essa condiziona la lavorabilità e la resistenza del calcestruzzo leggero. A titolo orientativo, per un calcestruzzo di consistenza plastica, avente un indice di assestamento compreso tra 1,15 e 1,20 il dosaggio di acqua efficace risulta compreso fra 150 e 180 litri per metro cubo di calcestruzzo assestato;
- acqua assorbita: dell'aggregato leggero nel periodo di tempo tra miscelazione e posa in opera.

L'assorbimento dà luogo ad una perdita progressiva di lavorabilità dell'impasto.
Si assume come valore dell'acqua assorbita quello pari all'assorbimento in peso a 30 min misurato secondo la **UNI 7549-76**. In mancanza di una determinazione diretta, tale assorbimento può essere valutato pari al 10% del peso dell'aggregato leggero presente nell'impasto.
Il dosaggio dell'acqua risulta dalla somma dell'acqua efficace e dell'acqua assorbita. Da tale somma si deve detrarre l'acqua contenuta nella sabbia naturale ed il 40% dell'acqua presente come umidità nell'aggregato leggero.
Quindi l'umidità presente nell'aggregato leggero deve essere determinata ai fini del calcolo del dosaggio dell'acqua di impasto. La prebagnatura degli aggregati leggeri non è necessaria se non in casi particolari.

1.190.3.3 Aria occlusa
È misurata dai vuoti residui di assestamento dell'impasto ed ha un volume che può considerarsi mediamente compresso tra il 2,5% ed il 3,5% del volume del calcestruzzo assestato.
La quantità di aria occlusa può essere aumentata a mezzo di additivi aeranti (vedi **UNI 7103-72**), comunque non superando il 7% del volume del calcestruzzo assestato.

1.190.4 Confezione e posa del calcestruzzo
1.190.4.1 Confezione
È opportuno eseguire una prova di miscelazione al fine di verificare l'idoneità dell'impasto previsto.
In condizioni normali, si consiglia di introdurre i componenti dell'impasto nel mescolatore in rotazione nel seguente ordine:
- aggregato grosso;
- 2/3 dell'acqua totale prevista e, dopo un intervallo di circa 30" / 60":
- aggregato fine e cemento,
- 1/3 dell'acqua prevista, con eventuali additivi.

Il tempo di miscelazione, a partire dall'avvenuta introduzione di tutti i componenti, non deve risultare inferiore a un minuto primo, seppure sia consigliabile un tempo maggiore.

1.190.4.2 Consistenza
Per disporre di sufficiente coesione ed evitare segregazioni, la consistenza dovrà essere «plastica» al momento della posa in opera, e cioè con un indice di assestamento compreso, nei casi ordinari, tra 1,10 e 1,20.
La consistenza necessaria al momento del getto dovrà essere determinata, caso per caso, con prove preliminari.

1.190.4.3 Posa e compattazione
I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione.
La compattazione del calcestruzzo leggero va sempre realizzata con l'impiego di vibrazione, la cui entità deve essere maggiore di quella corrispondente adottato per il calcestruzzo ordinario.

1.190.5 Proprietà del calcestruzzo indurito
Data la estrema variabilità delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo leggero in funzione della sua composizione e del tipo di aggregato leggero utilizzato, la maggior parte delle caratteristiche necessarie ai fini dei calcoli strutturali andranno definite per via sperimentale.
È obbligatorio quindi eseguire uno «studio preliminare di qualificazione» esteso alle grandezze di seguito indicate.

1.190.5.1 Massa volumica
Si intende quella misurata a 28 giorni di stagionatura, determinata secondo la norma **UNI 7548 - Parte 2°**.
La massa del calcestruzzo armato, in mancanza di valutazioni specifiche, si potrà assumere incrementando di 100 kg/m³ la massa misurata del calcestruzzo.

1.190.5.2 Resistenza caratteristica a compressione
La resistenza caratteristica a compressione va controllata come per il calcestruzzo normale secondo i criteri di cui al D.M. 14 settembre 2005.

1.190.5.3 Resistenza a trazione
Va determinata mediante prove sperimentali a trazione semplice, secondo le modalità di cui alle norme UNI vigenti.
Se la resistenza a trazione è determinata mediante prove di resistenza a trazione indiretta o a trazione per flessione, il valore della resistenza a trazione semplice può essere dedotto utilizzando opportuni coefficienti di correlazione.
Valutata la resistenza a trazione media f_{ctm} su almeno 6 campioni prismatici o cilindrici, i valori caratteristici corrispondenti ai frattili 5% e 95% possono assumersi pari a:

$$f_{ctk}\,(5\%) = 0{,}7\ f_{ctm}$$
$$f_{ctk}\,(95\%) = 1{,}3\ f_{ctm}$$

Il valore della resistenza a trazione per flessione si assumerà, in mancanza di sperimentazione diretta, pari a:

$$f_{ctm} = 1{,}2\, f_{ctm}$$

1.190.5.4 Modulo elastico

Il modulo elastico secante a compressione va determinato mediante sperimentazione diretta da eseguirsi secondo la norma **UNI 6556**, ed è dato dal valore medio su almeno 3 provini prismatici o cilindrici.

1.191 *Calcestruzzo per strutture in c.a. normale*

1.191.1 Trasporto e consegna

Il direttore dei lavori prima dell'accettazione del calcestruzzo dovrà verificare l'eventuale segregazione dei materiali, perdita di componenti o contaminazione della miscela durante il trasporto e lo scarico dai mezzi.
Per il calcestruzzo preconfezionato i tempi di trasporto devono essere commisurati alla composizione del calcestruzzo ed alle condizioni atmosferiche
L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo contenente almeno i seguenti dati:
- impianto di produzione;
- quantità in mc del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma **UNI EN 206-1**;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:
- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.
Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza contrattuistica e classe di consistenza.
Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

Norma di riferimento:
UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

1.191.2 Getto

1.191.2.1 Modalità

Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare la corretta posizione delle armature metalliche, la rimozione di polvere, terra, ecc, dentro le casseformi; i giunti di ripresa delle armature, la bagnatura dei casseri, le giunzioni tra i casseri, la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali, la stabilità delle casseformi, ecc.
I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc
Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm, inoltre l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.
Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.
Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.
La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati, e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.
L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per la protezione delle strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme: piogge, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno quindici giorni e comunque fino a 28 gg. In climi caldi e secchi.
Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

1.191.2.2 Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito
Le interruzioni del getto devono essere limitate al minimo possibile, in tutti i casi devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori.
Le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo.
Le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo. La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:
- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegare i due getti con malta collegamento a ritiro compensato.

1.191.2.3 Getti in climi freddi
I getti di calcestruzzo in climi freddi non devono essere eseguiti a temperatura inferiore a 0 °C. Nei casi estremi la Direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di additivi acceleranti. In caso di temperature molto basse il calcestruzzo dovrà essere confezionato con inerti preriscaldati con vapore ed acqua con temperatura tra 50 e 90 °C, avendo cura di non mescolare il cemento con l'acqua calda per evitare una rapida presa.
A discrezione della direzione dei lavori anche le casseforme potranno essere riscaldate dall'esterno mediante vapore acqueo, acqua calda od altro.

1.191.2.4 Getti in climi caldi
I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte ovvero quando la temperatura risulta più bassa.
I calcestruzzo dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.
Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.
Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti ad esempio tenendo all'ombra gli inerti ed aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

1.191.3 Vibrazione e compattazione
La compattazione del calcestruzzo deve essere appropriata alla consistenza del calcestruzzo. Nel caso di impiego di vibratori l'uso non deve essere prolungato per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico ed il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.
La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

1.191.4 Stagionatura e protezione
La stagionatura delle strutture in calcestruzzo armato potrà essere favorita approntando accorgimenti per prevenire il prematuro essiccamento per effetto dell'irraggiamento solare e dell'azione dei venti, previa autorizzazione della direzione dei lavori, mediante copertura con teli di plastica, rivestimenti umidi, getti d'acqua nebulizzata sulla superficie, prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione ed il ultimo allungando i tempi del disarmo. I metodi predetti possono essere applicati sia separatamente o combinati.
I tempi di stagionatura potranno essere determinati con riferimento alla maturazione in base al grado di idratazione della miscela di calcestruzzo, agli usi locali, ecc.. Per determinare lo sviluppo della resistenza e la durata della stagionatura del calcestruzzo si farà riferimento al prospetto 12 della norma UNI EN 206-1.
L'appaltatore deve quindi garantire un adeguato periodo di stagionatura protetta, iniziato immediatamente dopo aver concluso le operazioni di posa in opera, il calcestruzzo potrà raggiungere le sue proprietà potenziali nella massa e in particolare nella zona superficiale.
La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:
a) l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre per evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e quindi scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione.
b) il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
c) che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.
I metodi di stagionatura proposti dal Progettista dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del Direttore dei lavori che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Tutte le superfici delle strutture gettate dovranno essere mantenute umide per almeno 15 gg. dopo il getto mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo ovvero mediante continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi e comunque fino a 28 gg. in climi caldi e secchi.
Per le solette é preferibile utilizzare i prodotti filmogeni citati o eseguire la bagnatura continuamente rinnovata. Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a ravvivare la superficie.
Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal Progettista.
L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in c.a. sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.
Durante il periodo di stagionatura protetta si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

1.191.5 Fessurazione superficiale

Per le strutture in c.a. in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori. Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

1.191.6 Norma di riferimento:

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
UNI 8656 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;
UNI 8657 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;
UNI 8658 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;
UNI 8659 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;
UNI 8660 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all' abrasione del calcestruzzo.

1.191.7 Maturazione accelerata a vapore

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80 °C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60 °C, il successivo raffrdddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10 °C/h.

1.191.8 Disarmo delle strutture

Il disarmo deve avvenire per gradi ed adottando gli opportuni provvedimenti necessari ad evitare l'innesco di azioni dinamiche.
Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del direttore dei lavori.
Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato, dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.
Il disarmo di armature provvisorie di grandi opere quali:
- centine per ponti ad arco;
- coperture ad ampia luce e simili,
- altre opere che non rientrano negli schemi di uso corrente,

deve essere eseguito:
- con cautela,
- da operai pratici,
- sotto la stretta sorveglianza del capo cantiere,
- solo dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori;

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.
Il disarmo deve essere eseguito ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, le operazioni non devono provocare danni e soprattutto agli spigoli delle strutture.
L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni _____ dalla data di esecuzione del getto.

Il caricamento delle strutture in c.a. disarmate deve essere autorizzato dalla Direzione dei lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo ed i carichi sopportabili.
La direzione dei Lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio

In ogni caso per il disarmo delle strutture in c.a. si farà riferimento alle norme:
D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni;
UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

Tabella 57.1. Tempi minimi per del disarmo delle strutture in c.a. dalla data del getto.

	Calcestruzzo normale (giorni)	Calcestruzzo ad alta resistenza (giorni)
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette si luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

1.191.9 Casseforme e puntelli

1.191.9.1 Caratteristiche delle casseforme

Nella realizzazione delle strutture in c.a. debbono essere impiegate casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso le casseforme dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.
Potranno essere adottate apposite matrici se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.
Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'Appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.
Nel caso di casseratura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

Tabella 57.2. Legname per carpenteria

Tavolame	Tavole (o sottomisure)	spessore 2,5 cm larghezza 8-16 cm lunghezza 4 m
	Tavoloni (da ponteggio)	spessore 5 cm larghezza 30-40 cm lunghezza 4 m
Legname segato	Travi (sostacchine)	sezione quadrata da 12x12 a 20x20 cm lunghezza 4 m
Legname tondo	Antenne, candele	diametro min 12 cm lunghezza > 10-12 cm
	Pali, ritti	diametro 10-12 cm lunghezza > 6-12 cm
Residui di lavorazioni precedenti	da tavole (mascelle) da travi (mozzature)	lunghezza >20 cm

(fonte: AITEC, Il cemento armato: carpenteria,)

1.191.9.2 Pulizia e trattamento

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.
Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.
Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.
Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

1.191.9.3 Giunti e riprese di getto

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiacca e creare irregolarità o sbavature; potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.
Le riprese di getto saranno, sulla faccia vista, delle linee rette e, qualora richiesto dalla Direzione Lavori, saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

1.191.9.4 Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo, in particolare viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nella esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio; dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri sistemi prescrivendo le cautele da adottare.
È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici, sono ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.
La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile, si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e semisferiche.

1.191.9.5 Predisposizione di fori, tracce, cavità, etc.

L'Appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

1.191.10 Disarmo

I casseri e i puntelli devono rimanere indisturbati fino alla data di disarmo delle strutture. I casseri ed i puntelli devono assicurare le tolleranze strutturali in modo da non compromettere l'idoneità delle strutture interessate.
Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunti i tempi di stagionatura ritenuti ottimali dal direttore dei lavori, se maggiori, i tempi prescritti dal progettista per ottenere le resistenze richieste.
Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante bocciardatura ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo.
Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1,0 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

1.191.10.1 Disarmanti

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo, la permeabilità, influenzarne la presa, formazione di bolle e macchie.
La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali; in generale le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore lo stesso vale per l'applicazione del prodotto.
Norme di riferimento:
UNI 8866-1 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione;
UNI 8866-2 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.

1.191.10.2 Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del direttore dei lavori, che dovrà autorizzare i materiali e la metodologia, proposti dal Progettista, da utilizzare per l'intervento.
A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura con idonei prodotti delle superfici del getto.

1.192 *Prescrizioni per il calcestruzzo a faccia vista*

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe, la sabbia dovrà provenire dalla stessa cava ed avere granulometria e composizione costante.

Le opere o i costituenti delle opere a "faccia a vista" che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura; in particolare si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.
Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo; qualora queste apparissero, sarà onere dell'appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.
Le superfici finite e curate come indicato ai punti precedenti dovranno essere adeguatamente protette se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.
Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altro che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.
Si dovranno evitare inoltre macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa; in tali casi occorrerà prendere i dovuti provvedimenti evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto.
Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'Appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.
Tutti gli elementi, metallici e non, utilizzati per la legatura ed il sostegno dei casseri dovranno essere rimossi dopo la scasseratura.

Art. 99. Esecuzione di opere in cemento armato precompresso

1.193 *Compattazione dei getti*
Il getto deve essere costipato per mezzo di vibratori ad ago od a lamina, ovvero con vibratori esterni, facendo particolare attenzione a non deteriorare le guaine dei cavi.

1.194 *Spessore di ricoprimento delle armature di precompressione*
Le superfici esterne dei cavi post-tesi devono distare dalla superficie del conglomerato non meno di 25 mm nei casi normali, e non meno di 35 mm caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo. Il ricoprimento delle armature pre-tese non deve essere inferiore a 15 mm o al diametro massimo dell'inerte impiegato, e non meno di 25 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo.

1.195 *Testate di ancoraggio dell'armatura di precompressione*
Dietro gli apparecchi di ancoraggio deve disporsi una armatura tridirezionale atta ad assorbire, con largo margine, gli sforzi di trazione e di taglio derivanti dalla diffusione delle forze concentrate, ivi comprese le eventuali reazioni vincolari.

1.196 *Posa delle barre. dei cavi e loro messa in opera*
Nel corso dell'operazione di posa si deve evitare, con particolare cura, di danneggiare l'acciaio con intagli, pieghe, ecc.
Si deve altresì prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano danni di corrosione sia nei depositi di approvvigionamento sia in opera, fino alla ultimazione della struttura. All'atto della messa in tiro si debbono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito; i due dati debbono essere confrontati tenendo presente la forma del diagramma sforzi allungamenti a scopo di controllo delle perdite per attrito.
Il posizionamento delle barre e dei cavi dovrà essere accuratamente controllato prima del getto.

1.196.1 Operazioni di tiro
Qualora all'atto del tiro si riscontrino perdite per attrito superiori a quelle previste in progetto, un'aliquota di queste, fino ad un massimo del 7% della tensione iniziale, potrà essere compensata da una maggiore tensione di carattere temporaneo.
I risultati conseguiti nelle operazioni di tiro, ossia le letture ai manometri e gli allungamenti misurati, verranno registrati in apposite tabelle sulle quali saranno preventivamente indicate le tensioni iniziali delle armature e gli allungamenti teorici.
Il dispositivo di misura dello sforzo deve essere possibilmente indipendente dalle apparecchiature per indurre la pre-tensione.
I manometri debbono essere tarati con frequenza almeno mensile.
Si deve inoltre effettuare preventivamente una misura degli attriti che si sviluppano all'interno del martinetto.
All'atto del tiro devono essere confrontati gli allungamenti rilevati con quelli previsti dal calcolo.
Un'insufficienza di allungamento, conseguenza di un attrito superiore a quello previsto, richiederà l'adozione di idonei accorgimenti come l'assorbimento della tensione iniziale fino al massimo consentito e, se necessari, l'attuazione di procedure specifiche, quali la lubrificazione che non deve alterare la successiva aderenza tra armatura e la malta delle iniezioni.

Un'eccedenza di allungamento, quando non sia dovuta al cedimento dell'ancoraggio opposto o all'assestamento iniziale del cavo, tratto che deve essere accertato con particolare attenzione, indica un attrito inferiore a quello previsto; in tal caso si deve ridurre la tensione per evitare che la tensione finale lungo il cavo sia superiore a quella ammessa.

1.196.2 Protezione dei cavi ed iniezioni

Le guaine dei cavi devono essere assolutamente stagne e le giunzioni devono essere efficacemente protette.
Alla buona esecuzione delle iniezioni è affidata la conservazione nel tempo delle strutture in c.a.p. a cavi e, pertanto, di seguito vengono fornite apposite indicazioni.
L'iniezione nelle strutture a cavi scorrevoli deve:
a) prevenire la corrosione dell'acciaio di precompressione;
b) garantire un'efficace aderenza fra l'acciaio ed il conglomerato.

1.196.2.1 Caratteristiche della malta

La malta deve essere fluida e stabile con minimo ritiro ed adeguata resistenza e non deve contenere agenti aggressivi. Deve essere composta da cemento, acqua ed eventuali additivi. Elementi inerti (ad esempio farina di sabbia) possono impiegarsi solo per guaine di dimensioni superiori a 12 cm nel rapporto in peso inerti/cemento < 25%.
Gli additivi non debbono contenere ioni aggressivi (cloruri, solfati, nitrati, ecc.) e comunque non produrre un aumento di ritiro.
Possono impiegarsi resine sintetiche o bitume o altro materiale solo dopo averne dimostrato la validità mediante idonea documentazione sperimentale.
La malta deve essere sufficientemente fluida perchè la si possa correttamente iniettare nei canali. Si consiglia di controllare la fluidità della malta accertando che il tempo misurato al cono di Marsh sia compreso fra 13 e 25 secondi.
La resistenza a trazione per flessione a 7 giorni deve essere maggiore od eguale a 4 N/mm².
Il tempo d'inizio della presa a 30 °C deve essere superiore a tre ore.
Il rapporto acqua/cemento, da determinare sperimentalmente per ogni tipo di cemento, deve essere il minore possibile compatibilmente con la fluidità richiesta e comunque non deve superare 0,40 e 0,38 se con additivi, e inoltre deve essere tale che la quantità d'acqua di essudamento alla superficie della pasta, in condizioni di riposo sia inferiore al 2%.
Il ritiro a 28 giorni non deve superare 2,8 mm/m.

1.196.2.2 Operazioni di iniezione

Dopo l'impasto la malta deve essere mantenuta in movimento continuo. È essenziale che l'impasto sia esente da grumi.
Immediatamente prima dell'iniezione di malta, i cavi vanno puliti.
L'iniezione deve avvenire con continuità e senza interruzioni. La pompa deve avere capacità sufficiente perché in cavi di diametro inferiore a 10 cm la velocità della malta sia compresa fra 6 e 12 m al minuto, senza che la pressione superi le 1000 kPa (10 atm).
La pompa deve avere un'efficace dispositivo per evitare le sovrapressioni.
Non è ammessa l'iniezione con aria compressa.
Quando possibile l'iniezione si deve effettuare dal più basso ancoraggio o dal più basso foro del condotto.
Per condotti di grande diametro può essere necessario ripetere l'iniezione dopo circa due ore.
La malta che esce dagli sfiati deve essere analoga a quella alla bocca di immissione e non deve contenere bolle d'aria; una volta chiusi gli sfiati si manterrà una pressione di 500 kPa 5 (atm) fin tanto che la pressione permane senza pompare per almeno 1 minuto.
La connessione fra l'ugello del tubo di iniezione ed il condotto deve essere realizzata con dispositivo meccanico e tale che non possa aversi entrata d'aria.
Appena terminata l'iniezione, bisogna avere cura di evitare perdite di malta dal cavo. I tubi di iniezione devono essere di conseguenza colmati di malta, se necessario.

1.196.2.3 Condotti

I punti di fissaggio dei condotti debbono essere frequenti ed evitare un andamento serpeggiante.
Per evitare sacche d'aria devono essere disposti sfiati nei punti più alti del cavo.
I condotti debbono avere forma regolare, preferibilmente circolare. In ogni caso l'area libera del condotto dovrà risultare non minore di 4 cm².
Si devono evitare per quanto possibile brusche deviazioni o cambiamenti di sezione.

1.196.2.4 Iniezioni

Fino al momento dell'iniezione dei cavi occorre proteggere l'armatura dall'ossidazione. Le iniezioni dovranno essere eseguite entro 15 giorni a partire dalla messa in tensione, salvo casi eccezionali di ritaratura nei quali debbono essere adottati accorgimenti speciali al fine di evitare che possano iniziare fenomeni di corrosione.
In tempo di gelo, è bene rinviare le iniezioni, a meno che non siano prese precauzioni speciali.

Se si è sicuri che la temperatura della struttura non scenderà al di sotto di 5 °C nelle 48 ore seguenti alla iniezione, si può continuare l'iniezione stessa con una malta antigelo di cui sia accertata la non aggressività, contenente il 6 ÷ 10% di aria occlusa.
Se può aversi gelo nelle 48 ore seguenti all'iniezione, bisogna riscaldare la struttura e mantenerla calda almeno per 48 ore, in modo che la temperatura della malta iniettata non scenda al di sotto di 5°C.
Dopo un periodo di gelo bisogna assicurarsi che i condotti siano completamente liberi da ghiaccio o brina. È vietato il lavaggio a vapore.

Art. 100. Armature degli elementi strutturali in cemento armato

1.197 *Controllo del peso e della sezione*
Per il controllo del peso effettivo da ogni partita dovranno essere prelevati dei campioni di barra. Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste nel D.M. attuativo della Legge n. 1086/1971 il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.
Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze previste nel D.M. 14 settembre 2005, dovranno essere aggiunte (modificando i disegni di progetto e informando il Direttore dei lavori) barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.
Non esiste tolleranza sul peso teorico di campione spazzolato del diametro nominale dell'acciaio costituente l'armatura delle strutture.

1.198 *Giunzioni e saldature*
Eventuali giunzioni, quando non evitabili, dovranno essere realizzate manicotti filettati.
L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al Direttore dei Lavori schede tecniche dei prodotti che intende utilizzare.
L'impiego di saldature non è di norma consentito e può essere applicato per le gabbie di armatura dei pali di fondazione e in casi speciali dietro autorizzazione della direzione dei lavori.
Per le gabbie di armatura dovranno comunque essere effettuati prelievi barre con elementi di staffa saldati da sottoporre a prove di trazione presso i laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 con lo scopo di verificare che la saldatura non abbia provocato una riduzione di resistenza nelle barre.
Negli altri casi, le modalità di saldatura, che devono essere descritte in apposita procedura redatta dall'appaltatore, devono essere approvate dalla direzione dei lavori prima dell'inizio delle attività.
Nel corso dei lavori il Direttore dei lavori, per giustificati motivi, potrà comunque richiedere ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

1.199 *Realizzazione delle gabbie e posizionamento delle armature per c.a.*
Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.
Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.
La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.
L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

1.200 *Armature minime degli elementi strutturali in c.a*
1.200.1 Generalità
Le armature di elementi strutturali in c.a devono rispettare le dimensioni minime stabilite dal punto 5.16 delle norme tecniche emanate con D.M. 14 settembre 2005.

1.200.2 Armatura longitudinale
Gli elementi strutturali debbono possedere una sufficiente robustezza. Per gli elementi strutturali delle costruzioni civili consistenti in travi, pilastri ecc, l'armatura parallela all'asse dell'elemento non deve essere inferiore allo 0,3% dell'area totale della sezione di conglomerato cementizio, opportunamente distribuita sulla sezione in funzione del tipo di sollecitazione prevalente.
Nelle sezioni a spigoli vivi, occorrerà disporre una barra longitudinale in corrispondenza di ciascuno spigolo. Per le sezioni a perimetro continuo, le barre longitudinali non potranno avere interassi maggiori di 200 min.
Per le strutture in zona sismica, il rapporto tra le aree delle armature longitudinali ai due lembi, non può essere inferiore a 0,5.

1.200.3 Travi: armatura trasversale, armatura a taglio e a torsione

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituite da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st} = 1,5\ b$ mm^2/m essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque interasse non inferiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.
In prossimità di carichi concentrati o delle zone d'appoggio, per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione da ciascuna parte del carico concentrato, il passo delle staffe non dovrà superare il valore $12\ \Phi_l$, essendo Φ_l il diametro minimo dell'armatura longitudinale.
In presenza di significative sollecitazioni torsionali dovranno disporsi nelle travi staffe aventi sezione complessiva, per metro lineare, non inferiore a $2,0\ b\ mm^2$, essendo b lo spessore minimo dell'anima misurata in millimetri; il passo delle staffe non dovrà superare 1/8 della lunghezza della linea media della sezione anulare resistente e comunque non superiore a 200 mm.
Per le strutture in zona sismica, e per una distanza da un nodo strutturale pari a 2 volte l'altezza della trave, le prescrizioni precedenti vanno raddoppiate.

1.200.4 Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere adeguatamente protetta dall'ambiente esterno dal conglomerato.
Comunque la superficie dell'armatura resistente principale, per le varie sollecitazioni prevalenti, deve distare dalle facce esterne del conglomerato cementizio di almeno 20 mm.
Tali misure vanno congruentemente aumentate in funzione della porosità del calcestruzzo, dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità dell'armatura alla corrosione.

1.200.5 Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali non possono essere interrotte ovvero sovrapposte all'interno dì un nodo strutturale (incrocio travi-pilastri), bensì nelle zone di minore sollecitazione lungo l'asse della trave.
Quando invece si deve realizzare la continuità con altra barra in zona tesa, la continuità deve essere realizzata con sovrapposizioni o altri dispositivi possibilmente posizionati nelle regioni di minor sollecitazione. In ogni caso le sovrapposizioni o i dispositivi utilizzati devono essere opportunamente sfalsati.
La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:
■ sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro;
■ saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilita fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
■ manicotto filettato o presso-estruso. Tale tipo di giunzione deve essere preventivamente validata mediante prove sperimentali.

1.200.6 Pilastri

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono essere maggiori od uguali a 12 mm.
Nelle sezioni a spigoli vivi, occorrerà disporre una barra longitudinale in corrispondenza di ciascuno spigolo. Per i tratti a perimetro continuo, le barre longitudinali non potranno avere interassi maggiori di 300 mm.
Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 10 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Le staffe devono essere chiuse e conformate in modo da contrastare efficacemente, lavorando a trazione, gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di 1/3 del diametro massimo delle barre longitudinali.
Per le strutture in zona sismica, e per una distanza dalla sezione di momento flettente massimo pari a 0,33 volte la distanza tra le sezioni di momento flettente massimo e nullo, le staffe devono essere disposte ad interasse non maggiore di 5 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 100 mm.
Il diametro delle staffe non deve essere minore di 8 mm e di 1/3 del diametro massimo delle barre longitudinali.

1.200.7 Strutture bidimensionali piane e curve

Nel caso di strutture bidimensionali piane, con sforzo prevalente agente nel piano medio dello spessore (lastre, setti, travi parete), le reti di armatura disposte su entrambe le facce devono essere tra loro collegate con ganci e devono rispondere ai seguenti requisiti:
a) diametro minimo delle barre disposto nella direzione degli sforzi prevalenti =10 mm;
b) diametro minimo delle barre trasversali = 6 mm;
c) elementi di collegamento tra le due reti: almeno 6 per ogni m^2 di parete;
d) la percentuale minima di armatura nelle due direzioni per ogni strato di rete deve essere pari allo 0,15 %.

Particolare attenzione deve essere posta nella disposizione delle armature nelle zone di introduzione di forze, in corrispondenza degli appoggi ovvero in corrispondenza di aperture.

Per strutture bidimensionali piane, con carico prevalente agente ortogonalmente al piano medio dello spessore (piastre o solette), si devono rispettare i seguenti requisiti:
a) diametro minimo delle barre = 6 mm;
b) percentuale minima di armatura nelle due direzioni principali di flessione pari allo 0,15%;
c) elementi di sostegno per le armature superiori: almeno 6 per ogni m^2;
d) armature di intradosso ancorate in corrispondenza degli appoggi e in quantità sufficiente da assorbire la reazione d'appoggio.
Nelle strutture a guscio, a semplice o doppia curvatura, valgono le regole riportate per le lastre, ma con un numero di collegamenti tra le due reti di armatura adeguato all'entità degli sforzi e alla curvatura.

Art. 101. Solai misti di c.a. e c.a.p. e blocchi forati in laterizio

1.201 *Generalità*
Si intendono come solai le strutture bidimensionali piane caricate ortogonalmente al proprio piano, con prevalente comportamento monodirezionale.

1.201.1 Solai misti di c.a. e c.a.p. e blocchi forati in laterizio
Nei solai misti in conglomerato cementizio armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio, i laterizi in blocchi hanno funzione di alleggerimento e di aumento della rigidezza flessionale del solaio.
La resistenza allo stato limite ultimo è affidata al conglomerato cementizio ed alle armature ordinarie e/o precompresse.

1.201.1.1 Prescrizioni dimensionali minime
1.201.1.1.1 Spessore minimo dei solai
Lo spessore minimo dei solai non deve essere minore di 150 mm.
Le deformazioni devono risultare compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

1.201.1.1.2 Spessore minimo della soletta
Nei solai lo spessore minimo della soletta di conglomerato cementizio non deve essere minore di 40 mm.

1.201.1.1.3 Larghezza ed interesse delle nervature
La larghezza minima delle nervature in conglomerato cementizio per solai con nervature gettate o completate in opera non deve essere minore di 1/8 dell'interasse tra i travetti e comunque non inferiore a 80 mm.
L'interasse delle nervature non deve in ogni caso essere maggiore di 15 volte lo spessore della soletta. Il blocco interposto deve avere dimensione massima inferiore a 520 mm.

1.201.1.1.4 Armatura trasversale
La soletta superiore del solaio deve essere munita di adeguata armatura di ripartizione, pari ad almeno 3 Φ 6 al metro o al 20% di quella longitudinale.

1.201.1.1.5 Armatura longitudinale
L'armatura longitudinale minima deve essere superiore a:
A_s min ≥ 0,7 h mm^2/m con h espresso in millimetri.

1.201.1.1.6 Distacco delle parti in laterizio
Particolare attenzione deve essere dedicata alla sicurezza al distacco di parti laterizie, specialmente in dipendenza di sforzi trasversali di carattere secondario, ovvero a seguito di aumenti di temperatura.

1.201.1.2 Esecuzione
1.201.1.2.1 Protezione delle armature
Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare contornata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia.
Per armatura collocata entro nervatura, le dimensioni di questa devono essere tali da consentire il rispetto dei seguenti limiti:
- distanza netta tra armatura e blocco ≥ 8 mm;
- distanza netta tra armatura ed armatura ≥ 10 mm.

1.201.1.2.2 Bagnatura degli elementi
Prima di procedere ai getti i laterizi devono essere convenientemente bagnati.

1.201.1.2.3 Caratteristiche degli impasti per elementi prefabbricati
Devono impiegarsi malte cementizie con dosature di legante non minori a 4,5 kN/m^3 di cemento e calcestruzzi con $R_{ck} \geq 25$ N/mm^2.

1.201.1.2.4 Blocchi
Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

1.201.1.2.5 Allineamenti e forzature
Si dovrà curare il corretto allineamento dei blocchi evitando la forzatura dei blocchi interposti tra i travetti prefabbricati.

1.201.1.2.6 Calcestruzzi per i getti in opera
Si dovrà studiare la composizione del getto in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite.
Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature.
Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con gli eventuali altri elementi prefabbricati.

1.201.1.2.7 Modalità di getto
Per rendere efficace quanto indicato ai punti precedenti occorre con opportuni provvedimenti eliminare il rischio di arresto del getto al livello delle armature.

1.201.1.2.8 Solidarizzazione tra intonaci e superfici di intradosso
Qualora si impieghino materiali d'intonaco cementizi aventi resistenza caratteristica a trazione superiore ad 1 N/mm^2 dovranno adottarsi spessori inferiori ad 10 mm o predisporre armature di sostegno e diffusione opportunamente ancorate nelle nervature.

1.201.1.3 Solai con travetti precompressi prefabbricati e blocchi in laterizio
1.201.1.3.1 Elementi con armatura pre-tesa
Per elementi con armatura pre-tesa è ammessa la deroga all'obbligo di disporre la staffatura.

1.201.1.3.2 Criteri di calcolo
Per le strutture parzialmente gettate in opera può omettersi la staffatura di collegamento quando la tensione tangenziale media in esercizio per combinazioni rare tra l'elemento prefabbricato e il conglomerato cementizio gettato in opera risulti inferiore a 0,3 N/mm^2 per le superfici di contatto lisce e 0,45 N/mm^2 per superfici scabre.

1.201.1.3.3 Getti in opera
I travetti privi di armature a taglio devono essere integrati sugli appoggi da getti in opera contenenti armatura inferiore convenientemente ancorata in grado di assorbire uno sforzo di trazione pari al taglio, salvo che per gli elementi di solai di copertura poggianti su travi e dotati di adeguata lunghezza di appoggio.
Tali collegamenti, se destinati ad assicurare continuità strutturale agli appoggi, dovranno essere verificati secondo le disposizioni relative al conglomerato cementizio armato normale, verificando altresì le condizioni di aderenza fra getti in opera e travetti, secondo i criteri indicati al punto precedente.

1.201.2 Norme complementari relative ai solai misti e blocchi diversi dal laterizio
Possono utilizzarsi per realizzare i solai misti di conglomerato cementizio armato e conglomerato cementizio armato precompresso anche blocchi diversi dal laterizio con sola funzione di alleggerimento.
I blocchi in conglomerato cementizio leggero di argilla espansa, conglomerato cementizio normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati ecc, devono essere dimensionalmente stabili e non fragili e capaci di seguire le deformazioni del solaio. Queste caratteristiche devono essere dimostrate attraverso una certificazione, eseguita a cura di uno dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, prima della messa in opera.

1.201.3 Norme complementari relative ai solai realizzati con l'associazione di elementi in e.a. e c.a.p. prefabbricati con unioni e/o getti di completamento
I componenti di questi tipi di solai devono rispettare le norme di cui ai punti 5.1.1, 5.1.2 e 5.1.7. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.
Oltre a quanto indicato nei precedenti capitoli relativamente allo stato limite di deformazione, devono essere tenute presenti le seguenti norme complementari.

I componenti devono essere provvisti di opportuni dispositivi e magisteri che assicurino la congruenza delle deformazioni tra i componenti stessi accostati sia per i carichi ripartiti che per quelli concentrati. L' efficacia di tali dispositivi deve essere certificata mediante prove sperimentali.
Quando si voglia realizzare un comportamento bidimensionale a piastra è necessario che il solaio così composto abbia dei componenti strutturali ortogonali alla direzione dell'elemento resistenti alle sollecitazioni di flessione, taglio e torsione.
Qualora il componente venga integrato da un getto di completamento all'estradosso, questo deve avere uno spessore non inferiore a 40 mm ed essere dotato di una armatura di ripartizione a maglia incrociata e si deve verificare la trasmissione delle azioni di taglio fra elementi prefabbricati e getto di completamento, tenuto conto degli stati di coazione che si creano per le diverse caratteristiche reologiche dei calcestruzzi, del componente e dei getti di completamento.
Particolare attenzione va posta all'assorbimento degli sforzi di taglio, nelle sezioni terminali d'appoggio, mediante armature longitudinali.

Art. 102. Esecuzione di strutture in legno

1.202 *Generalità*
Le membrature compresse ed i loro collegamenti (come per esempio i giunti di carpenteria), per cui possa essere prevedibile il collasso a causa dell'inversione di segno della sollecitazione, devono essere progettati in modo tale che non si verifichino separazioni, dislocazioni e disassamenti.
Il collegamento non può essere realizzato mediante spinotti o chiodi a gambo liscio.
Per assorbire tensioni perpendicolari alle fibre, si devono disporre dispositivi aggiuntivi al fine di evitare l'innesco di fratture parallele alle fibre (splitting).
La distribuzione delle forze di taglio negli impalcati deve essere valutata tenendo conto della disposizione effettiva in pianta degli elementi di controvento verticali ed i vincoli nel piano orizzontale tra impalcato e pareti portanti verticali devono essere di tipo bilatero.
Tutti i bordi dei rivestimenti strutturali devono essere collegati agli elementi del telaio: i rivestimenti strutturali che non terminano su elementi del telaio devono essere sostenuti e collegati da appositi elementi di bloccaggio resistenti a taglio. Dispositivi con funzione analoga devono essere inoltre disposti nei diaframmi orizzontali posti al di sopra di elementi verticali di controvento (ad esempio le pareti).
La continuità delle travi deve essere assicurata, specialmente in corrispondenza delle zone di impalcato che risultano perturbate dalla presenza di aperture.
In assenza di elementi di controvento trasversali intermedi lungo la trave, il rapporto altezza/spessore per una trave a sezione rettangolare deve sufficientemente limitato.
La spaziatura degli elementi di fissaggio in zone di discontinuità deve essere opportunamente ridotta rispetto a quanto previsto nelle condizioni non sismiche.
Quando gli impalcati sono considerati, ai fini dell'analisi strutturale, come rigidi nel loro piano, in corrispondenza delle zone nelle quali si attua il trasferimento delle forze orizzontali agli elementi verticali (ad es. le pareti di controvento) si dovrà assicurare il mantenimento della direzione di tessitura delle travi di impalcato.

1.203 *Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione*
1.203.1 Instabilità laterale
Per i pilastri e per le travi in cui può verificarsi instabilità laterale e per elementi di telai, lo scostamento iniziale dalla rettilineità (eccentricità) misurato a metà luce, deve essere limitato a 1/450 della lunghezza per elementi lamellari incollati e ad 1/300 della lunghezza per elementi di legno massiccio.
Nella maggior parte dei criteri di classificazione del legname, sulla arcuatura dei pezzi sono inadeguate ai fini della scelta di tali materiali per fini strutturali; si dovrà pertanto far attenzione particolare alla loro rettilineità.
Non si dovranno impiegare per usi strutturali elementi rovinati, schiacciati o danneggiati in altro modo.
Il legno ed i componenti derivati dal legno, e gli elementi strutturali non dovranno essere esposti a condizioni più severe di quelle previste per la struttura finita.
Prima della costruzione il legno dovrà essere portato ad un contenuto di umidità il più vicino possibile a quello appropriato alle condizioni ambientali in cui si troverà nella struttura finita. Se non si considerano importanti gli effetti di qualunque ritiro, o se si sostituiscono parti che sono state danneggiate in modo inaccettabile, é possibile accettare maggiori contenuti di umidità durante la messa in opera, purché ci si assicuri che al legno sia consentito di asciugare fino a raggiungere il desiderato contenuto di umidità.

1.203.2 Incollaggio
Quando si tiene conto della resistenza dell'incollaggio delle unioni per il calcolo allo stato limite ultimo, si presuppone che la fabbricazione dei giunti sia soggetta ad un controllo di qualità che assicuri che l'affidabilità sia equivalente a quella dei materiali giuntati.
La fabbricazione di componenti incollati per uso strutturale dovrà avvenire in condizioni ambientali controllate.

Quando si tiene conto della rigidità dei piani di incollaggio soltanto per il progetto allo stato limite di esercizio, si presuppone l'applicazione di una ragionevole procedura di controllo di qualità che assicuri che solo una piccola percentuale dei piani di incollaggio cederà durante la vita della struttura.
Si dovranno seguire le istruzioni dei produttori di adesivi per quanto riguarda la miscelazione, le condizioni ambientali per l'applicazione e la presa, il contenuto di umidità degli elementi lignei e tutti quei fattori concernenti l'uso appropriato dell'adesivo.
Per gli adesivi che richiedono un periodo di maturazione dopo l'applicazione, prima di raggiungere la completa resistenza, si dovrà evitare l'applicazione di carichi ai giunti per il tempo necessario.

1.203.3 Unioni con dispositivi meccanici

Nelle unioni con dispositivi meccanici si dovranno limitare smussi, fessure, nodi od altri difetti in modo tale da non ridurre la capacità portante dei giunti.
In assenza di altre specificazioni, i chiodi dovranno essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fibratura e fino ad una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del legno.
La chiodatura incrociata dovrà essere effettuata con una distanza minima della testa del chiodo dal bordo caricato che dovrà essere almeno 10 d, essendo d il diametro del chiodo.
I fori per i bulloni possono avere un diametro massimo aumentato di 1 mm rispetto a quello del bullone stesso.
Sotto la testa e il dado si dovranno usare rondelle con il lato o il diametro di almeno 3 d e spessore di almeno 0,3 d (essendo d il diametro del bullone).
Le rondelle dovranno appoggiare sul legno per tutta la loro superficie.
Bulloni e viti dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati e se necessario dovranno essere stretti ulteriormente quando il legno abbia raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio. Il diametro minimo degli spinotti é 8 mm. Le tolleranze sul diametro dei perni sono di 0,1 mm e i fori predisposti negli elementi di legno non dovranno avere un diametro superiore a quello dei perni.
Al centro di ciascun connettore dovranno essere disposti un bullone od una vite. I connettori dovranno essere inseriti a forza nei relativi alloggiamenti.
Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti dovranno essere pressati fino al completo inserimento nel legno.
L'operazione di pressatura dovrà essere normalmente effettuata con speciali presse o con speciali bulloni di serraggio aventi rondelle sufficientemente grandi e rigide da evitare che il legno subisca danni.
Se il bullone resta quello usato per la pressatura, si dovrà controllare attentamente che esso non abbia subito danni durante il serraggio. In questo caso la rondella dovrà avere almeno la stessa dimensione del connettore e lo spessore dovrà essere almeno 0,1 volte il diametro o la lunghezza del lato.
I fori per le viti dovranno essere preparati come segue:
a) il foro guida per il gambo dovrà avere lo stesso diametro del gambo e profondità pari alla lunghezza del gambo non filettato;
b) il foro guida per la porzione filettata dovrà avere un diametro pari a circa il 50 % del diametro del gambo;
c) le viti dovranno essere avvitate, non spinte a martellate, nei fori predisposti.

1.203.4 Assemblaggio

L'assemblaggio dovrà essere effettuato in modo tale che non si verifichino tensioni non volute. Si dovranno sostituire gli elementi deformati, e fessurati o malamente inseriti nei giunti.
Si dovranno evitare stati di sovrasollecitazione negli elementi durante l'immagazzinamento, il trasporto e la messa in opera. Se la struttura é caricata o sostenuta in modo diverso da come sarà nell'opera finita, si dovrà dimostrare che questa é accettabile anche considerando che tali carichi possono avere effetti dinamici. Nel caso per esempio di telai ad arco, telai a portale, ecc., si dovranno accuratamente evitare distorsioni nel sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

Art. 103. Esecuzione coperture continue (piane)

1.204 *Definizioni*

Si intendono per coperture continue quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.
Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:
– copertura senza elemento termoisolante con strato di ventilazione oppure senza;
– copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza strato di ventilazione.
Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definite secondo la **UNI 8178**).

1.204.1 Copertura non termoisolata non ventilata

La copertura non termoisolata non ventilata avrà quali strati di elementi fondamentali:
- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- lo strato di pendenza con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
- l'elemento di tenuta all'acqua con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
- lo strato di protezione con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

1.204.2 Copertura ventilata ma non termoisolata

La copertura ventilata ma non termoisolata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
- l'elemento portante;
- lo strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- lo strato di pendenza (se necessario);
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato di protezione.

c) La copertura termoisolata non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
- l'elemento portante;
- lo strato di pendenza;
- lo strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo), o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- elemento di tenuta all'acqua;
- elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- strato filtrante;
- strato di protezione.

1.204.3 Copertura termoisolata e ventilata

La copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- l'elemento termoisolante;
- lo strato di irrigidimento o supporto con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
- lo strato di ventilazione;
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato filtrante con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
- lo strato di protezione.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della **UNI 8178** sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

1.205 *Realizzazione degli strati*

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

1) per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc.

2) per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico ed inoltre si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo.

3) per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo.

4) lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc. capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti.

5) lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo:

a) le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate all'articolo prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica ivi incluse le

prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc. ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato.
b) le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).
Sarà curato inoltre che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) od altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.
6) lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con fogli di nontessuto sintetico od altro prodotto adatto accettato dalla Direzione dei lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili.
7) lo strato di protezione, sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto. I materiali (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc. tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.
8) lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto si rinviano i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione si curerà che il piano (od i piani) inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolino il deflusso dell'acqua. Si cureranno inoltre le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.
9) lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (vedere articolo prodotti per coperture continue).
Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.
10) per gli altri strati complementari riportati nella norma **UNI 8178** si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile.
Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni progettuali e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o le precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

1.206 *Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera*

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.
In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati); l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari.
Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:
1) le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
2) adesioni o connessioni fra strati (o quando richiesta l'esistenza di completa separazione);
3) la tenuta all'acqua, all'umidità ecc.
b) a conclusione dell'opera eseguirà prove di controllo (anche solo localizzate di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto esecutivo.
Avrà cura di aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione ai fini dell'aggiornamento e integrazione del piano di manutenzione dell'opera.

1.207 *Lucernari*

1.207.1 Generalità

I lucernari sono discontinuità dei solai di copertura realizzare con infisso esterno piano o inclinato per consentire l'illuminazione naturale e/o l'areazione degli ambienti.
Possono essere:
- di tipo piano, verticale o a shed;
- di tipo continuo o puntiforme.

Il sistema costruttivo deve garantire le stesse prestazioni degli infissi verticali:
- tenuta dell'acqua piovana:
- resistenza al vento;
- resistenza al fuoco;

- permeabilità all'aria.
Deve essere consentito il rapido smaltimento delle acque piovane ed evitato il gocciolamento o la formazione di condensa sulla superficie vetrata interna negli ambienti riscaldati.

1.207.2 Lucernari continui
Lucernari termoformati, in polimetilmetacrilato (PMMA) o policarbonato compatto, componibili mediante sovrapposizione degli elementi di testata con intermedi e settori di compensazione fino al raggiungimento delle lunghezze richieste.
Protezioni dei fissaggi mediante bicchierini a tenuta in acrilico antiurto trasparenti, ispezionabili, resistenti alla aggressione dei raggi U.V.
I materiali utilizzati dovranno avere le seguenti caratteristiche:
• assenza di viraggi molecolari;
• indifferenza alle radiazioni ultraviolette;
• massima trasmittanza luminosa (neutro);
• massima diffondenza luminosa (opalino).
L'eventuale inserimento di sistema di apertura per elementi singoli o multipli o per l'intero lucernario potrà essere: meccanismo elettrico, manuali, a passo d'uomo, evacuazione di fumo e calore.

1.207.3 Lucernari a piramide
I lucernari a piramide sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

1.207.4 Lucernari continui a sesto ribassato
I Lucernari continui a sesto ribassato sono realizzati parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

1.207.5 Lucernari continui a vela
I lucernari continui a vela sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

1.207.6 Lucernari a cupola
Lucernari monolitici termoformati, in Polimetilmetacrilato (PMMA) o Policarbonato compatto, con morfologia a "cupola", a base circolare - ampiezza della curva standard o secondo specifiche richieste.

1.207.7 Norme di riferimento
UNI 9494 - Evacuatori di fumo e calore. Caratteristiche, dimensionamento e prove;
UNI 10890 - Elementi complementari di copertura. Cupole e lucernari continui di materiale plastico. Determinazione della resistenza alla grandine e limiti di accettazione;
UNI 8090 - Edilizia. Elementi complementari delle coperture. Terminologia;
UNI EN ISO 10077-1 - Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo semplificato.

Art. 104. Esecuzione coperture discontinue (a falda)

1.208 *Generalità*
Si intendono per coperture discontinue (a falda) quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti.
Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:
– coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
– coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

1.209 *Strati funzionali*
Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definite secondo la norma **UNI 8178**).
a) la copertura non termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
1) l'elemento portante: con funzione di sopportare i carichi permanenti ed i sovraccarichi della copertura;
2) strato di pendenza: con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati);

3) elemento di supporto: con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati (e di trasmettere la forza all'elemento portante);
4) elemento di tenuta: con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle azioni meccaniche fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e dall'uso.
b) la copertura non termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi funzionali:
1) lo strato di ventilazione: con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igrotermiche attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
2) strato di pendenza (sempre integrato);
3) l'elemento portante;
4) l'elemento di supporto;
5) l'elemento di tenuta.
c) la copertura termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
1) l'elemento termoisolante: con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
2) lo strato di pendenza (sempre integrato);
3) l'elemento portante;
4) lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore: con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
5) l'elemento di supporto;
6) l'elemento di tenuta.
d) la copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
1) l'elemento termoisolante;
2) lo strato di ventilazione;
3) lo strato di pendenza (sempre integrato);
4) l'elemento portante;
5) l'elemento di supporto;
6) l'elemento di tenuta.
e) la presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta dovrà essere coerente con le indicazioni della **UNI 8178** sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

1.210 *Realizzazione degli strati*

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto esecutivo, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:
1) per l'elemento portante vale quanto riportato al punto 64.2.;
2) per l'elemento termoisolante vale quanto indicato nell'articolo sulle membrane destinate a formare strati di protezione;
3) per l'elemento di supporto a seconda della tecnologia costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato su prodotti di legno, malte di cemento, profilati metallici, getti di calcestruzzo, elementi preformati di base di materie plastiche. Si verificherà durante l'esecuzione la sua rispondenza alle prescrizioni del progetto, l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento portante nel sostenere lo strato sovrastante;
4) l'elemento di tenuta all'acqua sarà realizzato con i prodotti previsti dal progetto e che rispettino anche le prescrizioni previste nell'articolo sui prodotti per coperture discontinue. In fase di posa si dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e/o le sovrapposizioni, utilizzando gli accessori (ganci, viti, ecc.) e le modalità esecutive previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.) e di sicurezza. Particolare attenzione dovrà essere prestata nella realizzazione dei bordi, dei punti particolari e comunque ove è previsto l'uso di pezzi speciali ed il coordinamento con opere di completamento e finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc.);
5) per lo strato di ventilazione vale quanto indicato al punto 64.2. Inoltre nel caso di coperture con tegole posate su elemento di supporto discontinuo, la ventilazione può essere costituita dalla somma delle microventilazioni sottotegola.
6) lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore dovrà soddisfare a quanto prescritto nel punto 64.2;
7) per gli altri strati complementari il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile. Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla Direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

1.211 *Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera*

Nel corso dell'esecuzione dei lavori con riferimento ai tempi e alle procedure, il direttore dei lavori verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare dovranno essere verificati i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.
A conclusione dell'opera dovranno essere eseguite prove (anche solo localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, le condizioni di carico (frecce), la resistenza ad azioni localizzate e quanto altro può essere verificato direttamente in sito.
Il direttore dei lavori dovrà aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti per l'integrazione del piano di manutenzione dell'opera.

Art. 105. Opere di impermeabilizzazione

1.212 *Definizioni*
Si intendono per opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o vapore) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti controterra ecc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.
Le opere di impermeabilizzazione si dividono in:
– impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
– impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

1.213 *Categorie di impermeabilizzazioni*
Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguenti categorie:
a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
c) impermeabilizzazioni di opere interrate;
d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

1.214 *Realizzazione*
Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali, ove non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:
- per le impermeabilizzazioni di coperture, vedere l'art. 69.
- per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, vedere l'articolo. "Prodotti per pavimentazione".

1.214.1 Impermeabilizzazione di opere interrate
Per l'impermeabilizzazione di opere interrate valgono le prescrizioni seguenti:
a) per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno; inoltre durante la realizzazione si curerà che i risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.
b) per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato nella lettera *a*) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica;
c) per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno) in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta;
d) per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno. Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.) le modalità di applicazione ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori.

1.214.2 Impermeabilizzazioni di elementi verticali

Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc.
Gli strati dovranno essere realizzati con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc. curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

1.215 *Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera*

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue:
- nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quella prescritta ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.
- a conclusione dell'opera eseguire prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, l'interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.
Il direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, eventuali schede di prodotti, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

Art. 106. Esecuzione delle pareti esterne e partizioni interne

1.216 *Definizioni*

Si intende per parete esterna il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno.
Si intende per partizione interna un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.
Nella esecuzione delle pareti esterne si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, ad intercapedine, termoisolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina od inserita).
Nella esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

1.217 *Strati funzionali*

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie di parete composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni).

1.217.1 Pareti a cortina (facciate continue)

Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali e prodotti rispondenti al presente capitolato (vetro, isolanti, sigillanti, pannelli, finestre, elementi portanti, ecc.). Le parti metalliche si intendono lavorate in modo da non subire microfessure o comunque danneggiamenti ed, a seconda del metallo, opportunamente protette dalla corrosione.
Durante il montaggio si curerà la corretta esecuzione dell'elemento di supporto ed il suo ancoraggio alla struttura dell'edificio eseguendo (per parti) verifiche della corretta esecuzione delle giunzioni (bullonature, saldature, ecc.) e del rispetto delle tolleranze di montaggio e dei giochi. Si effettueranno prove di carico (anche per parti) prima di procedere al successivo montaggio degli altri elementi.
La posa dei pannelli di tamponamento, dei telai, dei serramenti, ecc., sarà effettuata rispettando le tolleranze di posizione, utilizzando i sistemi di fissaggio previsti. I giunti saranno eseguiti secondo il progetto e comunque posando correttamente le guarnizioni ed i sigillanti in modo da garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, all'aria, isolamento termico, acustico, ecc. tenendo conto dei movimenti localizzati della facciata e dei suoi elementi dovuti a variazioni termiche, pressione del vento, ecc.
La posa di scossaline coprigiunti, ecc. avverrà in modo da favorire la protezione e la durabilità dei materiali protetti ed in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

1.217.2 Pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, ecc.

Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti similari saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc. si rinvia alle prescrizioni date nell'articolo relativo alle coperture.
Per gli intonaci ed i rivestimenti in genere si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque in relazione alle funzioni attribuite alle pareti ed al livello di prestazione richiesto si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.
Nel corso dell'esecuzione si curerà la completa esecuzione dell'opera con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

1.217.3 Partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito

Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito (con o senza piccole opere di adeguamento nelle zone di connessione con le altre pareti o con il soffitto) devono essere realizzate con prodotti rispondenti alle prescrizioni date nell'articolo prodotti per pareti esterne e partizioni interne. Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (ivi incluso l'utilizzo di appositi attrezzi) ed approvate dalla direzione dei lavori.
Si curerà la corretta predisposizione degli elementi che svolgono anche funzione di supporto in modo da rispettare le dimensioni, le tolleranze ed i giochi previsti o comunque necessari ai fini del successivo assemblaggio degli altri elementi. Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio vengano posizionati ed installati in modo da garantire l'adeguata trasmissione delle sollecitazioni meccaniche.
Il posizionamento di pannelli, vetri, elementi di completamento, ecc. sarà realizzato con l'interposizione di guarnizioni, distanziatori, ecc. che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti ed essere completate con sigillature, ecc. Il sistema di giunzione nel suo insieme deve completare il comportamento della parete e deve essere eseguito secondo gli schemi di montaggio previsti; analogamente si devono eseguire secondo gli schemi previsti e con accuratezza le connessioni con le pareti murarie, con i soffitti, ecc.

1.218 *Parete divisoria modulare*

1.218.1 Generalità

La parete divisoria modulare dovrà essere composta da montanti verticali in alluminio e giunti orizzontali in metallo. La struttura interamente assemblata è posizionata all'interno di due correnti in acciaio preverniciato, entrambe rifinite da una guarnizione morbida in PVC di colore nero per migliorare l'abbattimento acustico della parete, che può raggiungere, con l'inserimento anche di materiale isolante, i 45 db a frequenze di 500 Hz.
L'intera struttura deve potere per accogliere qualsiasi tipo di distribuzione elettrica, telefonica, etc.
Tutte le superfici devono essere conformi alle attuali normative vigenti, riguardanti l'emissione di sostanze tossiche e nocive quali la formaldeide (pannelli in classe E1). Le pannellature cieche, le cornici delle porte ed i telai dei vetri, posizionati a scatto lungo il montante verticale della struttura con particolari ganci in PVC ignifughi, sono facilmente ispezionabili.
Distanziatore in alluminio regolabile, posizionato tra le linee di fuga delle pannellature, deve garantire un ottimo allineamento dei pannelli.
La modularità deve consentire l'inserimento, lo spostamento o il riadattamento di ogni elemento della parete, in qualunque posizione ed in qualsiasi momento, secondo le particolari specifiche d'utenza.

1.218.2 Modulo cieco

Il modulo cieco finito, con spessore totale …. cm, può essere composto da due pannelli di spessore …. mm in truciolare nobilitato barrierato, rivestito con carte melaminiche antigraffio, antiriflesso e lavabili e nelle colorazioni ….. o scelta della Direzione dei lavori.

1.218.3 Modulo vetrato

Il modulo vetrato finito, con spessore totale di …. cm, dovrà essere composto da due lastre di vetro di spessore non inferiore a 4 mm temperato e serigrafato, complanari alle pannellature cieche, bloccate da un doppio telaio in alluminio proposto nella finitura verniciata …...

1.218.4 Modulo porta

Il modulo porta finito, con spessore totale di …. cm, deve essere composto da un telaio in alluminio verniciato mix grigio con doppia cornice a sezione arrotondata, munita di guarnizioni perimetrali di battuta in dutral di colore nero ed è realizzato con struttura in abete tamburato a nido d'ape rivestita esternamente in laminato, nelle medesime finiture delle pannellature cieche.

I moduli porta devono essere forniti di serie con serratura e pomolo premi-apri, cerniere in alluminio verniciato …. con apertura a 170°.

1.218.5 Normativa di riferimento

Le pareti divisorie devono essere costruite secondo le normative di sicurezza e d'accessibilità vigenti: antinfortunistica, antincendio, insonorizzazione ed accesso disabili.

1.218.6 Norme antincendio

Si richiamano le seguenti norme:
C.M. 14 settembre 1961, n. 91 - Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile;
D.M. 30 novembre 1983 - Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi.

1.219 *Strutture in vetrocemento*

1.219.1 Generalità

Strutture sia orizzontali che verticali costituite da blocchi di vetro stampato (diffusori) compresi fra sottili nervature di calcestruzzo di cemento leggermente armate.

1.219.2 Coperture praticabili piane o inclinate

La struttura in vetro cemento per coperture praticabili piane o inclinate, dovrà essere costituita da diffusori in vetro pressato (del tipo semplice a tazza, a piastra o a camera d'aria) ricotto o temperato, annegati in nervature reticolari di conglomerato cementizio della classe non inferiore a R_ck 35 N/mm² additivato, armate per un sovraccarico di almeno 400 kg/m², spessore della nervatura o intervetro da 5 cm, comprese le casseforme con relativi sostegni, la rifinitura della faccia vista superiore a perfetto piano con gli elementi in vetrocemento, la perfetta tenuta all'acqua, l'eventuale formazione di giunti e sportelli apribili (con telaio e controtelaio in ferro ancorato nelle nervature), l'eventuale gocciolatoio terminale.

1.219.3 Pareti interne o esterne verticali

La struttura in vetrocemento per pareti interne o esterne verticali, piane o curve, per divisori e parapetti, dovrà essere costituita da diffusori di vetro (del tipo semplice a tazza, a piastra) pressato ricotto o temprato, annegati con nervature reticolari di conglomerato cementizio della classe non inferiore a R_{ck} 35 N/mm² additivato, adeguatamente armate per reggere una spinta di 150 kg/m², intervetro da 1 cm, con superfici perfettamente lisce e rasate sulle due facce.

Art. 107. Intonaci

1.220 *Intonaco grezzo*

L'intonaco grezzo dovrà essere costituito da uno strato di rinzaffo rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti, soffitti e volte sia per interni che per esterni.
L'intonaco potrà essere eseguito:
- con malta di calce e pozzolana, composta da 120 kg di calce idrata per 1,00 m^3 di pozzolana vagliata;
- con malta bastarda di calce, sabbia e cemento composta da 0,35 m^3 di calce spenta, 100 kg di cemento tipo "325" e 0,9 m^3 di sabbia;
- con malta cementizia composta da 300 kg di cemento tipo "325" per 1,00 m^3 di sabbia.

1.221 *Intonaco grezzo fratazzato*

L'intonaco grezzo fratazzato dovrà essere costituito da un primo strato di rinzaffo e da un secondo strato fratazzato rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti e soffitti, sia per interni che per esterni.
L'intonaco potrà essere eseguito con malta di cui alla voce 68.1.

1.222 *Intonaco civile*

L'intonaco civile dovrà essere formato da tre strati di cui il primo di rinzaffo, un secondo tirato in piano con regolo e fratazzo con predisposte poste e guide ed un terzo di rifinitura formato da uno strato di colla della stessa malta passata al crivello fino, lisciata con fratazzo metallico o alla pezza, per pareti, soffitti e volte, sia all'interno che all'esterno. L'intonaco potrà essere eseguito con maltadi cui alla voce 68.1.

1.223 *Intonaco resistente alla fiamma*

L'intonaco resistente alla fiamma dovrà essere a base di materiali isolanti (vermiculite, per lite) impastati con idonei leganti e correttivi. Dovrà essere applicato su pareti e soffitti aventi superficie rasata o rustica, per lo spessore minimo di 2 cm, e comunque adeguati a quanto richiesto dalle norme.

1.224 *Paraspigoli*
I paraspigoli dovranno essere applicati, prima della formazione degli intonaci, dei profilati in lamiera zincata dell'altezza minima di m. 1,70 e dello spessore di mm 1.

Art. 108. Opere di vetrazione e serramentistica

1.225 *Definizioni*
Si intendono per opere di vetrazione quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo) sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, portefinestre o porte.
Si intendono per opere di serramentistica quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

1.226 *Realizzazione*
La realizzazione delle opere di vetrazione deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto ed ove questo non sia sufficientemente dettagliato valgono le prescrizioni seguenti.
Le lastre di vetro in relazione al loro comportamento meccanico devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti e delle deformazioni prevedibili del serramento.
Devono inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc.
Per la valutazione della adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico ed acustico, la sicurezza, ecc. (**UNI 7143**, **UNI 7144**, **UNI EN 12758** e **UNI 7697**).
Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.
I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione ed alle dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e le dimensioni in genere, la capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi ed ante apribili; la resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.
Nel caso di lastre posate senza serramento gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.
La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.
Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).
La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.
L'esecuzione effettuata secondo la norma **UNI 6534** potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

1.227 *Posa in opera dei serramenti*
La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto esecutivo e quando non precisato deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.
Le finestre collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e comunque in modo da evitare sollecitazioni localizzate.
Il giunto tra controtelaio e telaio fisso se non progettato in dettaglio onde mantenere le prestazioni richieste al serramento dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:
- assicurare tenuta all'aria ed isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo, se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento od i carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).
La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta previa eventuale interposizione di elementi separatori quali non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta o altri prodotti utilizzati durante l'installazione del serramento.

Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.
Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antieffrazione) acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla direzione dei lavori.

1.228 *Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera*

Il direttore dei lavori per la realizzazione opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti. In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; la esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni.
b) a conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, ecc. Eseguirà controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria) l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.
Il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, eventuali schede di prodotti, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

Art. 109. Esecuzione delle pavimentazioni

1.229 *Definizioni*

Si intende per pavimentazione un sistema edilizio avente quale scopo quello di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso.
Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:
- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (cioè dove la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

1.230 *Strati funzionali*

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali.
a) La pavimentazione su strato portante avrà quali elementi o strati fondamentali:
- lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.).

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali:
- strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi ed ai vapori;
- strato di isolamento termico con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- strato di isolamento acustico con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planarità ed eventualmente incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).

b) La pavimentazione su terreno avrà quali elementi o strati funzionali:
- il terreno (suolo) con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- strato impermeabilizzante (o drenante);
- lo strato ripartitore;
- strati di compensazione e/o pendenza;
- il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni possono essere previsti altri strati complementari.

1.231 *Realizzazione degli strati*

Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

1) per lo strato portante a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.

2) per lo strato di scorrimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali la sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione, o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti, ecc.

3) per lo strato ripartitore a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno. Durante la realizzazione si curerà oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici in modo da evitare azioni meccaniche localizzate od incompatibilità chimico fisiche. Sarà infine curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.

4) per lo strato di collegamento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e nei casi particolari alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici od altro tipo. Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso da rifiuto od insufficienza che può provocare scarsa resistenza od adesione. Si verificherà inoltre che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.

5) per lo strato di rivestimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nell'articolo "Prodotti per pavimentazione". Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.) nonché le caratteristiche di planarità o comunque delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di maturazione.

6) per lo strato di impermeabilizzazione a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo sulle coperture continue.

7) per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'articolo sulle coperture piane.

8) per lo strato di isolamento acustico a seconda della soluzione costruttiva adottatasi farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo. Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc., il corretto posizionamento di questi elementi ed i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc., con lo strato sottostante e sovrastante.

9) per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori a 20 mm).

1.232 *Materiali*

Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o da suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

1) per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, limite plastico indice di plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli le necessarie caratteristiche meccaniche, e di deformabilità, ecc. In caso di dubbio o contestazioni si farà riferimento alla norma **UNI 8381** e/o alle seguenti norme sulle costruzioni stradali, CNR b.u. n. 92, 141 e 146, **UNI CNR 10006**.

2) per lo strato impermeabilizzante o drenante si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc. indicate nella norma **UNI 8381** per le massicciate (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) ed alle norme UNI e/o CNR per i tessuti nontessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo, limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc. In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla **UNI 8381** e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

3) per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della **UNI 8381** e/o

alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.
4) per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o comunque di scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.
5) per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc.). Durante l'esecuzione si curerà a secondo della soluzione costruttiva prescritta dal progetto le indicazioni fornite dal progetto stesso e comunque si curerà, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.) l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà inoltre l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale ed il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

1.233 *Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera*
Il direttore dei lavori per la realizzazione delle pavimentazioni opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati; la esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:
- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- adesioni fra strati (o quando richiesto l'esistenza di completa separazione);
- tenute all'acqua, all'umidità, ecc.

b) a conclusione dei lavori eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.
Il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, eventuali schede di prodotti, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

Art. 110. Opere di rifinitura varie

1.234 *Decorazioni*
Per l'esecuzione delle decorazioni, sia nelle pareti interne che nei prospetti esterni, la direzione dei lavori fornirà all'appaltatore, qualora non compresi tra i disegni di contratto o ad integrazione degli stessi, i necessari particolari costruttivi.
Le campionature dovranno essere formalmente accettato dal direttore dei lavori.

1.235 *Tinteggiature e verniciature*
Le operazioni di tinteggiatura o verniciatura dovranno essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (raschiature, scrostature, stuccature, levigature etc.) con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.
La miscelazione e posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti dovrà avvenire nei rapporti, modi e tempi indicati dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.
L'applicazione dei prodotti vernicianti non dovrà venire effettuata su superfici umide, l'intervallo di tempo fra una mano e la successiva sarà, salvo diverse prescrizioni, di 24 ore, la temperatura ambiente non dovrà superare i 40°C. e la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5 e 50°C. con un massimo di 80% di umidità relativa.
In ogni caso le opere eseguite dovranno essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione.
Le opere di verniciatura su manufatti metallici saranno precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate; verranno quindi applicate almeno una mano di vernice protettiva ed un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.
Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto ed alle successive fasi di preparazione, si dovrà attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione dei avori, di stagionatura degli intonaci; trascorso questo periodo si procederà all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali) od una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e caratteristiche fissate.

La tinteggiatura potrà essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, etc. in conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione.

1.236 *Tappezzerie*

L'applicazione di tappezzerie verrà eseguita con collanti a freddo (per quelle di carta) o adesivi vinilici (per quelle in plastica) che non dovranno danneggiare in alcun modo i materiali di rivestimento o di supporto.
Questo tipo di rivestimenti dovranno essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete con giunti realizzati secondo le prescrizioni della direzione dei lavori.

1.237 *Rivestimenti per interni ed esterni*

1.237.1 Definizioni

Si definisce sistema di rivestimento il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei che realizzano la finitura dell'edificio.
I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzioni in:
– rivestimenti per esterno e per interno;
– rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
– rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

1.237.2 Sistemi realizzati con prodotti rigidi

Per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, ecc. con dimensioni e pesi similari) si procederà alla posa su letto di malta svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione e curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura ed umidità) e di maturazione. Si valuterà inoltre la composizione della malta onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto. Durante la posa del rivestimento si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc. in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto.
Per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti similari si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e similari) a loro volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralicci o similari. Comunque i sistemi di fissaggio devono garantire una adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alla corrosione, permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio ed il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche. Il sistema nel suo insieme deve avere comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, pioggia, ecc. ed assolvere le altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua ecc. Durante la posa del rivestimento si cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque la corretta esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.
Per le lastre, pannelli, ecc. a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quanto descritto in *b*) per le lastre.
Si curerà in base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, l'esecuzione dei fissaggi, la collocazione rispetto agli strati sottostanti onde evitare incompatibilità termiche, chimiche od elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumore indotte da vento, pioggia, ecc. Verranno inoltre verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

1.237.3 Sistemi realizzati con prodotti flessibili

I sistemi con prodotti flessibili devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessili, fogli di materie plastiche o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile ed a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti.
A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia ed asportazione dei materiali esistenti nonché al riempimento di fessure, piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc. avendo cura di eliminare, al termine, la polvere ed i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio ed il supporto durante la posa.
Si stenderà uno strato di fondo (fissativo) solitamente costituito dallo stesso adesivo che si userà per l'incollaggio (ma molto più diluito con acqua) in modo da rendere uniformemente assorbente il supporto stesso e da chiudere i pori più grandi. Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (esempio tessili) si provvederà ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto similare allo scopo di ottenere la levigatezza e continuità volute.
Si applica infine il telo di finitura curando il suo taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i teli con andamento alternato ecc.

Durante l'applicazione si curerà la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, bordi di porte, finestre, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e comunque la scarsa percepibilità dei giunti.

1.237.4 Sistemi realizzati con prodotti fluidi

I sistemi con prodotti fluidi devono rispondere alle indicazioni seguenti:
a) su pietre naturali ed artificiali impregnazione della superficie con siliconi o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti agli UV, al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera;
b) su intonaci esterni:
- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche;

c) su intonaci interni:
- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
- rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
- tinteggiatura della superficie con tinte a tempera;

d) su prodotti di legno e di acciaio.
I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed in loro mancanza (od a loro integrazione) si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla direzione dei lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme **UNI 8758** o **UNI 8760** e riguarderanno:
- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio ivi comprese le condizioni citate all'alinea precedente per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture ivi comprese le condizioni citate al secondo alinea.

e) durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

1.237.5 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera

Il direttore dei lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà:
- per i rivestimenti rigidi le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, ecc.;
- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli) la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
- per i rivestimenti fluidi od in pasta il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto nel punto *a*) verificando la loro completezza, ecc. specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori.

b) a conclusione dei lavori eseguirà prove (anche solo localizzate) e con facili mezzi da cantiere creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o comunque simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi verificherà in particolare il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti; per i rivestimenti in fogli, l'effetto finale e l'adesione al supporto; per quelli fluidi la completezza, l'assenza di difetti locali, l'aderenza al supporto.
Il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, eventuali schede di prodotti, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

Art. 111. Giunti di dilatazione

1.238 *Giunti di dilatazione per pavimenti*

1.238.1 Pavimenti

Il giunto di dilatazione per pavimenti (piastrelle, marmi, clinker, ecc.) deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere di …… mm.
La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da…… °C (da - 30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate al massetto di sottofondo con viti e tasselli ad espansione tipo ……. ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati. Il sottofondo su entrambi i lati del giunto deve essere preparato con malta antiritiro per una larghezza di circa 10 cm.
La guarnizione prima della collocazione deve essere ben lubrificata con una soluzione di acqua saponata. La sua installazione deve avvenire partendo da un'estremità del profilo metallico. Le guide del profilo devono essere pulite da polvere o altre eventuali impurità.

1.238.2 Pavimenti sopraelevati

Il giunto di dilatazione per pavimenti deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate verticalmente. L'altezza di montaggio deve essere di …… mm.
La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da…… °C (da - 30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.
Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate ai pannelli con viti e tasselli ad espansione tipo ……. ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati.
La guarnizione prima della collocazione deve essere ben lubrificata con una soluzione di acqua saponata. La sua installazione deve avvenire partendo da un'estremità del profilo metallico. Le guide del profilo devono essere pulite da polvere o altre eventuali impurità.

1.238.3 Pavimenti finiti

Il giunto di dilatazione per pavimenti finiti deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da…… °C (da - 30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose. La guarnizione elastica può essere anche in PVC speciale.
Le alette del profilo devono essere installate sul pavimento finito con viti a tasta svasata e tasselli ad espansione.

1.239 *Giunti di dilatazione per facciate, pareti e soffitti*

1.239.1 Facciate, pareti e soffitti a faccia vista

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare a faccia vista deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere di …… mm. Le alette del profilo metallico devono avere un sottostrato in neoprene cellulare per la compensazione delle irregolarità del piano d'appoggio.
La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da…… °C (da - 30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.
Le superfici dove appoggiano le alette del profilo devono essere piane, lisce e pulite. Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissato al piano d'appoggio con viti e tasselli ad espansione tipo ……. ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati. Negli ambienti interni il profilo può essere fissato con idoneo collante speciale.
Nei raccordi testa a resta dei profili in alluminio deve essere lasciata una fessura di circa 5 mm da riempire con idoneo sigillante elastico.

1.239.2 Facciate, pareti e soffitti sotto-intonaco

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare sotto-intonaco deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere di …… mm.
La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da…… °C (da - 30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.
Le alette laterali del profilo portante in alluminio devono essere fissate al piano d'appoggio con chiodi d'acciaio inox ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati del giunto.

1.239.3 Facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto

Il giunto di dilatazione per facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. Il profilo portante deve essere regolabile in funzione dello spessore del rivestimento a cappotto.
La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da…… °C (da - 30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.
Gli angolari di alluminio devono essere collocati a interasse di circa 40 cm, fissati mediante viti e tasselli ad espansione
La parte del profilo a vista durante la posa in opera deve essere protetto con speciale nastro adesivo. Le eventuali irregolarità della superficie devono essere eliminate mediante applicazione di strato di malta.

1.239.4 Facciate, pareti e soffitti a lavori finiti

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare a faccia vista deve essere costituito da profilo in duralluminio (**UNI 3569**) o in PVC rigido. Il PVC rigido deve essere resistente e stabile ad almeno 70 °C e ai raggi

U.V. La collocazione del giunto deve essere eseguita mediante clips di fissaggio in acciaio inox da inserire nella scanalatura del profilo. Per la solidità dell'ancoraggio deve essere utilizzata almeno 1 clips ogni …. cm, ovvero come previsto dal produttore.

Capitolo 6
MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI

Art. 112. Sistemi di collegamento alle strutture

Gli elementi funzionali degli impianti potranno essere collegati alle strutture principali con dispositivi di vincolo rigidi o flessibili. I collegamenti di servizio dell'impianto dovranno essere flessibili e non dovranno fare parte del meccanismo di vincolo.
Gli impianti non dovranno essere collocati alle pareti all'edificio facendo affidamento sul solo attrito.
I corpi illuminanti dovranno essere dotati di dispositivi di sostegno tali impedirne il distacco in caso di terremoto; in particolare, se montati su controsoffitti sospesi, dovranno essere efficacemente ancorati ai sostegni longitudinali o trasversali del controsofitto e non direttamente ad esso.
Il direttore dei lavori dovrà verificare sia i dispositivi di vincolo che gli elementi strutturali o non strutturali cui gli impianti sono fissati, in modo da assicurare che non si verifichino rotture o distacchi per effetto dell'azione sismica.

Art. 113. Impianti idrico-sanitari

1.240 *Caratteristiche dei materiali*
I materiali e gli oggetti cosi' come i loro prodotti di assemblaggio (gomiti, valvole di intercettazione, guarnizioni ecc.), devono essere compatibili con le caratteristiche delle acque destinate al consumo umano, quali definite nell'allegato I del D.Lgs. n. 31/2001. Inoltre essi non devono, nel tempo, in condizioni normali o prevedibili d'impiego e di messa in opera, alterare l'acqua con essi posta a contatto:
a) sia conferendole un carattere nocivo per la salute;
b) sia modificandone sfavorevolmente le caratteristiche organolettiche, fisiche, chimiche e microbiologiche.
I materiali e gli oggetti non devono, nel tempo, modificare le caratteristiche delle acque poste con essi in contatto, in maniera tale da non consentire il rispetto dei limiti vigenti negli effluenti dagli impianti di depurazione delle acque reflue urbane.

1.240.1 Prescrizioni normative
Ai sensi dell'art. 1, lettera *d)* della legge 5 marzo 1990, n. 46, sono soggetti all'applicazione della stessa legge, gli impianti idrosanitari nonché quelli di trasporto, di trattamento, di uso, di accumulo e di consumo di acqua all'interno degli edifici a partire dal punto di consegna dell'acqua fornita dall'ente distributore.

a) Per i criteri di progettazione, collaudo e gestione valgono le seguenti norme:
UNI 9182, Edilizia - Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
UNI 9183 - Edilizia. Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
UNI 9184, Edilizia - Sistemi di scarico delle acque meteoriche. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;

b) Disegni tecnici
UNI 9511-1 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di condizionamento dell' aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico;
UNI 9511-2 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per apparecchi e rubinetteria sanitaria;
UNI 9511-3 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per la regolazione automatica;
UNI 9511-4 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di refrigerazione;
UNI 9511-5 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per sistemi di drenaggio e scarico acque usate.

1.241 *Contatori per acqua*
1.241.1 Contatori per acqua fredda
I contatori da impiegarsi normalmente sui circuiti idraulici per temperature dell'acqua non superiori a 35 °C potranno essere dei seguenti tipi:
- tipo a turbina, a getto multiplo od unico, a quadrante asciutto o bagnato;
- a mulinello (Woltmann), in esecuzione chiusa od a revisione.

I contatori a turbina a getto unico saranno di solito impiegati per acque con tendenza a formare incrostazioni, e in questo caso, si darà la preferenza a contatori a quadrante bagnato.
Per la misura di portate rilevanti, e non soggette a notevoli variazioni (condotte prementi, circuiti di raffreddamento e simili) saranno impiegati contatori a mulinello (Woltmann).

Per quanto riguarda definizioni, requisiti, prove di attacchi, si farà riferimento alle seguenti norme (valide per i contatori a turbina - per i contatori a mulinello si ricorrerà alle norme solo in quanto ad essi applicabili):
- definizioni e prove**: UNI 1075 1 e 2** ;
- dimensioni e quadranti: **UNI 1064 -1067**;
- montaggi sulla tubazione: **UNI 1073 - 1074 ; UNI 2223; UNI 2229**.

I contatori debbono essere costruiti con materiali di note caratteristiche per quanto riguarda la loro resistenza meccanica e strutturale a temperature non inferiori a 35 °C. Detti materiali debbono essere tali da non formare tra loro coppie elettrolitiche capaci di causare fenomeni di corrosione apprezzabili, nonché, capaci di resistere ad ogni possibile attacco chimico dell'acqua.
Le orologerie dovranno essere facilmente smontabili per le operazioni di revisione e riparazione; i quadranti in materiale indeformabile, con scritte inalterabili nel tempo, anche se immersi nell'acqua; i rulli, nei contatori a lettura diretta, in materiale rigorosamente inossidabile; i vetri ben trasparenti, senza difetti e idonei a sopportare una eventuale sovrapressione per colpo d'ariete.

1.241.2 Contatori per acqua calda

I contatori per acqua calda avranno caratteristiche analoghe ai precedenti, con l'avvertenza che i materiali impiegati dovranno essere inalterabili per temperature sino a 100 °C. Per le prove d'accettazione si applicherà la norma:
UNI 8349 - Contatori per acqua calda per uso sanitario. Prescrizioni e prove.

1.242 *Criteri di esecuzione*

1.242.1 Posa in opera delle tubazioni

Per la posa delle tubazioni si applicano le disposizioni dell'appendice U (Prescrizioni particolari di impiego e posa delle tubazioni) alle norma **UNI 9182**.
In particolare le tubazioni in acciaio zincato non devono essere piegate a caldo o a freddo per angoli superiori a 45°, ne sottoposte a saldatura. Tali tipi di tubazioni se interrate e non facilmente ispezionabili devono essere opportunamente protette dalla corrosione, non devono essere impiegate per convogliare acqua avente temperatura superiore a 60 °C e durezza inferiore a 10°F e non essere preceduti da serbatoi o tratti di tubazione in rame.

1.242.2 Ancoraggi delle tubazioni a vista

Gli ancoraggi ed i sostegni delle tubazioni non interrate devono essere eseguiti:
- per le tubazioni di ghisa e di plastica: mediante collari in due pezzi fissati immediatamente a valle del bicchiere, con gambo inclinato verso il tubo; per pezzi uguali o superiori al metro deve applicarsi un collare per ogni giunto;
- per le tubazioni in acciaio e rame: mediante collari di sostegno in due pezzi, nelle tubazioni verticali; mediante mensole nelle tubazioni orizzontali, poste a distanza crescente al crescere del diametro delle tubazioni, e comunque a distanza tale da evitare avvallamenti.

1.242.3 Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi

Le tubazioni per la distribuzione di acqua potabile, come stabilito dalla norma **UNI 9182**, prima della messa in funzione dovranno essere sottoposte a:
- prelavaggio per l'eliminazione dei residui di lavorazione;
- lavaggio prolungato dopo l'ultimazione dell'impianto, compresa l'installazione dei rubinetti;
- disinfezione mediante immissione nella rete idrica di cloro gassoso, miscela di acqua con cloro gassoso, miscela d'acqua con ipoclorito di calcio, risciacquando fino a quando necessario con acqua potabile. La miscela disinfettante dovrà permanere in tutti i tratti della rete idrica per almeno 8 ore.
- risciacquo finale effettuato con acqua potabile sino a quando necessario, prelevando successivamente i campioni d'acqua da sottoporre ad analisi presso laboratori specializzati. I risultati delle analisi sono fondamentali ed indispensabili per l'utilizzazione dell'impianto di distribuzione.

I serbatoi di accumulo acqua devono essere disinfettati allo stesso modo della rete idrica, con la differenza che la soluzione deve fare rilevare almeno 200 ppm di cloro residuo.
L'impresa appaltatrice durante la disinfezione deve predisporre tutti i provvedimenti cautelativi (avvisi, segnali, ecc.) per impedire il prelevamento d'acqua potabile da parte di non addetti ai lavori.
In caso di modifiche all'impianto di distribuzione deve essere ripetuta l'operazione di pulizia e disinfezione.

1.243 *Isolamento termico*

Le protezioni termiche (rivestimenti isolanti) delle tubazioni devono essere costituite da materiali aventi bassa conducibilità termica, e vengono impiegati per due distinti scopi:
- impedire la condensazione del vapore acqueo dell'aria su tubazioni ed apparecchiature attraversate da acqua fredda;
- ridurre le dispersioni di calore nelle tubazioni ed apparecchiature attraversate da acqua calda.

1.243.1 Materiali isolanti

I rivestimenti isolanti, applicati alle tubazioni per impedire la condensazione del vapore acqueo, saranno costituiti da:

- lana di roccia, in materassini aventi spessore non inferiore a 20 mm, trapunta su cartone catramato;
- sughero, in lastre o coppelle, aventi spessore non inferiore a 25 mm e densità non superiore a 120 kg/m^3.

1.244 Protezione contro la corrosione

1.244.1 Generalità

Con il termine protezione contro la corrosione si indica l'insieme di quegli accorgimenti tecnici atti a evitare che si verifichino le condizioni per certe forme di attacco dei manufatti metallici, dovute - per la maggior parte - ad una azione elettrochimica.
In linea generale occorrerà evitare che si verifichi una disimmetria del sistema metallo-elettrolita, per esempio: il contatto di due metalli diversi, aerazione differenziale, etc.
Le protezioni possono essere di tipo passivo o di tipo attivo, o di entrambi i tipi.
La protezione passiva consiste nell'isolare le tubazioni dall'ambiente esterno e fra loro, mediante idonei rivestimenti superficiali di natura organica ed inorganica, e/o interrompere la continuità di ciascuna tubazione interponendo speciali giunti dielettrici.
La protezione attiva consiste nel mantenere le tubazioni in particolari condizioni elettrochimiche in modo da evitare la continua cessione di metallo al mezzo circostante.

1.244.2 Mezzi impiegabili per la protezione passiva

I mezzi per la protezione passiva delle tubazioni possono essere costituiti da:
- speciali vernici bituminose, applicate a caldo od a freddo;
- vernici anticorrosive a base di adatte resine sintetiche metallizzate o meno;
- vernici anticorrosive a base di ossidi;
- fasce in fibra di vetro bituminoso;
- fasce sovrapponibili paraffinate in resine sintetiche;
- manicotti isolanti e canne isolanti in amianto cemento od in resine sintetiche, usabili per l'attraversamento di parti murarie;
- giunti dielettrici.

I rivestimenti, di qualsiasi natura, debbono essere accuratamente applicati alle tubazioni, previa accurata pulizia, e non debbono presentare assolutamente soluzioni di continuità.
All'atto della applicazione dei mezzi di protezione occorre evitare che in essi siano contenute sostanze suscettibili di attaccare sia direttamente che indirettamente il metallo sottostante, attraverso eventuale loro trasformazione.
Le tubazioni interrate dovranno essere posate su un letto di sabbia neutra e ricoperte con la stessa sabbia per un'altezza non inferiore a 15 cm sulla generatrice superiore del tubo.

1.244.3 Mezzi impiegabili per la protezione attiva

La protezione attiva delle condotte assoggettabili alle corrosioni per l'azione di corrente esterna impressa o vagante, deve essere effettuata mediante protezione catodica: sovrapponendo alla corrente di corrosione una corrente di senso contrario di intensità uguale o superiore a quella di corrosione.
L'applicazione di questo procedimento sarà condizionata dalla continuità elettrica di tutti gli elementi delle tubazioni e dall'isolamento esterno rinforzato dei tubi.

1.244.4 Protezione passiva ed attiva

Qualora le tubazioni isolate con uno dei mezzi indicati per la protezione passiva non risultassero sufficientemente difese, dovrà provvedersi anche alla contemporanea protezione attiva adottando uno dei sistemi già illustrati.

1.245 Rete di ventilazione

1.245.1 Sistemi di aerazione delle reti di ventilazione

Per ventilazione di un impianto idrosanitario si intende il complesso di colonne e diramazioni che collegano le colonne di scarico ed i sifoni dei singoli apparecchi sanitari con l'aria esterna, al fine di evitare pressioni e depressioni nella rete di scarico. Le diramazioni di ventilazione sono le tubazioni che collegano i sifoni degli apparecchi con le colonne di ventilazione. Le colonne di ventilazione sono delle tubazioni verticali parallele alle colonne di scarico.
La ventilazione degli impianti sanitari per lo smaltimento verso l'esterno di cattivi odori, può essere realizzata nei seguenti modi:
- *Ventilazione primaria*: ottenuta prolungando la colonna di scarico oltre la copertura dell'edificio, preferibilmente al di sopra del punto più alto dell'edificio per un'altezza di almeno un metro. Il punto terminale deve essere dotato di cappello esalatore del tipo antipioggia. E' consigliabile installare il tipo girevole in modo che la bocca di aerazione si venga a trovare in posizione riparata rispetto al direzione del vento.
- *Ventilazione a gancio*: è impiegata per gli apparecchi in batteria (max 3), tipico dei servizi igienici di edifici pubblici, applicando la ventilazione all'estremità del collettori di scarico in prossimità della parte terminale fino al di sopra degli apparecchi serviti; in caso in cui gli apparecchi sanitari sono più di tre dovrà effettuarsi la ventilazione anche in una posizione intermedia del collettore di scarico.

- *Ventilazione unitaria*: ottenuta ventilando i sifoni di tutti gli apparecchi sanitari. L'attacco della diramazione alla tubazione di scarico dovrà essere il più vicino possibile al sifone senza peraltro nuocere al buon funzionamento sia dell'apparecchio servito che del sifone.
In assenza di precise indicazioni progettuali si farà riferimento all'Appendice F (raccordi di ventilazione) della norma **UNI 9183**, in generale per i vasi dovranno adoperarsi diametri di almeno 40 mm e di 32 mm negli altri casi.
Le tubazioni di ventilazione non dovranno mai essere utilizzate come tubazioni di scarico dell'acqua di qualsiasi natura, nè, essere destinate ad altro genere di ventilazione, aspirazione di fumo, esalazioni di odori da ambienti, e simili.

Tabella 74.1 – Diametri interni delle diramazioni di ventilazione secondaria

Apparecchio sanitario	Diametro (mm)
Bidé	35
lavabo	35
vasca da bagno	40
vaso a cacciata	50
vaso alla turca	50
lavello	40
orinatoi sospesi	40
orinatoi a stallo	50
piatto doccia	40
fontanella	25
lavapiedi	40
scatola sifonata	40

Tabella 74.2 – Diametri i della diramazione di ventilazione per più apparecchi sanitari

Gruppo di apparecchi senza vasi		Gruppo di apparecchi con vasi	
Unità di scarico	Diramazione di ventilazione	Unità di scarico	Diramazione di ventilazione
1	35	fino a 17	50
2 a 8	40	18 a 36	60
9 a 18	50	37 a 60	70
19 a 36	60		

1.245.2 Materiali ammessi

Nella realizzazione della rete di ventilazione, sono ammesse tubazioni realizzate con i seguenti materiali:
- ghisa catramata centrifugata, con giunti a bicchiere sigillati a caldo con materiale idoneo, od a freddo con opportuno materiale (sono tassativamente vietate le sigillature con materiale cementizio);
- acciaio, trafilato o liscio, con giunti a vite e manicotto o saldati con saldatura autogena od elettrica;
- PVC con pezzi speciali di raccordo con giunto filettato o ad anello dello stesso materiale;
- fibrocemento;
- polipropilene;
- polietilene ad alta densità.

Altri sistemi di ventilazione degli impianti idrosanitari, diversi da quelli progettuali esecutivi, dovranno essere autorizzati dalla direzione dei lavori, aggiornando successivamente il piano di manutenzione dell'opera.

1.245.3 Requisiti minimi delle tubazioni di ventilazione

Il diametro del tubo di ventilazione di ogni singolo apparecchio dovrà essere almeno pari ai tre quarti del diametro della corrispondente colonna di scarico, senza superare i 50 mm.
Nel caso in cui una diramazione di ventilazione raccolga la ventilazione singola di più apparecchi sanitari, il suo diametro sarà almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente collettore di scarico, senza superare i 70 mm.
Il diametro della colonna di ventilazione sarà costante e sarà determinato in base al diametro della colonna di scarico alla quale è abbinato, alla quantità di acqua di scarico ed alla lunghezza della colonna di ventilazione stessa. Tale diametro non potrà essere inferiore a quello della diramazione di ventilazione di massimo diametro che in essa si innesta.

1.246 *Rete di scarico delle acque di rifiuto*

1.246.1 Generalità. Classificazioni

Con il nome generico di scarichi, si indicano le tubazioni in cui scorrono tutte le acque di rifiuto e le acque piovane. Le tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto e quelle destinate alla raccolta delle acque piovane, dovranno essere separate, fino al recapito esterno.
La rete di scarico dovrà corrispondere ai seguenti requisiti:
- allontanare rapidamente le acque di rifiuto, senza che si formino sedimentazioni di materie putrescibili od incrostazioni;
- garantire la perfetta tenuta con materiale di giunzione dotato di proprietà plastiche allo scopo di consentire un conveniente grado di scorrevolezza del giunto in caso di variazioni termiche e di possibili assestamenti strutturali;
- impedire il passaggio di esalazioni dalle tubazioni agli ambienti abitati;
- essere resistente a corrosione per effetto di gas ed acidi corrodenti.

Le tubazioni di scarico vengono distinte in:
- diramazioni di scarico, sono costituiti dai tronchi di tubazione che collegano gli apparecchi sanitari alla colonna;
- colonne di scarico, sono costituite da tronchi di tubazione verticale;
- collettori di scarico, sono costituiti da tronchi orizzontali di tubazioni poste alla base delle colonne con la funzione di raccogliere le acque delle colonne e convogliarle alla fognatura urbana.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.
L'impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue:
- parte destinata al convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte destinata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;
- trattamento delle acque.

1.246.2 Materiali

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali ed a loro completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.
Vale inoltre, quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento, la norma **UNI 9183**.
1) I tubi utilizzabili devono rispondere alle seguenti norme:
- Tubi di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua: **UNI 6363**.

Il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose.
Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI esistenti (polietilene, bitume, ecc.) e comunque non deve essere danneggiato o staccato; in tal caso deve essere eliminato il tubo;
- tubi di ghisa: devono essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine;
- tubi di grès: devono rispondere alla norma **UNI EN 295** (varie parti):
- tubi di fibrocemento; devono rispondere alla norma **UNI EN 588-1**.
- tubi di calcestruzzo non armato per fognature, a sezione interna circolare, senza piede di appoggio, devono rispondere alla norma **UNI 9534.**
- tubi di materiale plastico:

tubi di PVC per condotte all'interno dei fabbricati;
tubi di PVC per condotte interrate;
tubi di polietilene ad alta densità (PEAD) per condotte interrate;
tubi di polipropilene (PP);
tubi di polietilene ad alta densità (PEAD) per condotte all'interno dei fabbricati;.

2) Per gli altri componenti vale quanto segue:
- per gli scarichi ed i sifoni di apparecchi sanitari vedere l'articolo sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua;
- in generale i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

a) minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
b) impermeabilità all'acqua ed ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoruscita degli odori;
c) resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;
d) resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90 °C circa;
e) opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
f) resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;
g) resistenza agli urti accidentali.

In generale i prodotti ed i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:
h) conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;
i) stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
l) sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
m) minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;
n) durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati.

- gli accumuli e sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo;
- le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

1.246.3 Criteri di esecuzione

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti o ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.
Vale inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma **UNI 9183**.
Nel suo insieme l'impianto deve essere installato in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; deve permettere l'estensione del sistema, quando previsto, ed il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.
Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o similari o dove le eventuali fuoruscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile devono essere previste adeguate protezioni che convoglino i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile vale il D.M. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrate.
I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc. Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali ed orizzontali), sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali ed i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.
I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità od altri effetti di rallentamento. Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.
Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma **UNI 9183**. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoruscita diretta all'esterno, possono:
- essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
- essere raccordate al disotto del più basso raccordo di scarico;
- devono essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico.

I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili ed a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.
I punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi. La loro posizione deve essere:
- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;
- ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm ed ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
- ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere sempre consentiti, gli spazi devono essere accessibili tali di consentire di operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni. Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e comunque ogni 40-50 m.
I supporti di tubi ed apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione; ed inoltre quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm, ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente ed in quanto a durezza con il materiale costituente il tubo.
Si devono prevedere giunti di dilatazione, per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente ed alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.
Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

1.246.4 Diramazioni di scarico

Le diramazioni di scarico possono essere realizzate in tubi di piombo, ghisa, materiale plastico (PVC o polietilene ad alta densità, PE ad) o acciaio. Le diramazioni devono convogliare le acque di scarico provenienti dagli apparecchi sanitari senza eccessive pressioni o formazione di pertubazione nelle colonne di scarico per effetto dei flussi discendenti

La portata della diramazione di scarico deve essere maggiore o uguale alla somma delle portate dei singoli apparecchi sanitari collegati dalla diramazione.
Il collegamento delle diramazioni di scarico di piombo con le colonne di scarico di ghisa deve avvenire mediante l'interposizione di anelli di congiunzione (virola) in rame. Nel caso di diramazioni materiali plastici il collegamento alle colonne di scarico può essere eseguito con anello elastico a pressione o mediante incollaggio con speciale mastice, in modo da assicurare la perfetta tenuta idraulica.
Per le diramazioni in tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) nel campo degli scarichi (a bassa ed alta temperatura), sia all'interno della struttura degli edifici (marcati "B"), sia nel sottosuolo entro la struttura dell'edificio (marcati "BD"), si applicheranno le disposizioni della norma **UNI EN 1329-1**.
La pendenza delle diramazioni deve essere maggiore del 2%. Ai tratti orizzontali deve essere assicurato un minimo di pendenza per facilitare il deflusso delle acque reflue.

Tabella 74 3. - Diametro minimo delle diramazioni di scarico in funzione della pendenza

Diametro minimo (mm)	Max numero unità di scarico con pendenza		
	1%	2%	4%
35(senza vasi)	1	1	1
40(senza vasi)	2	3	4
50(senza vasi)	4	5	6
60(senza vasi)	7	10	12
70(senza vasi)	12	15	18
80(senza vasi)	22	28	34
80 (max 2 vasi)	14	16	20
100	80	90	100
125	120	160	200
150	250	300	400

Tabella 74.4. - Diametro minimo delle diramazioni di scarico interne in funzione delle unità di scarico

Apparecchio sanitario	Diametro minimo (mm)	Unità di scarico
Lavabo	35	1-2
Lavello da cucina	40	3
Vaso a cacciata	100	2-4
Vaso ad aspirazione	80	6
Vaso alla turca	100	7-8
Vasca da bagno	40-50	3-4
Doccia	40-50	2-3
Piletta	40	3
Bidet	35	1-2
Orinatoi	40	2-4
Lavapiedi	40	2
Vuotatoi	100	8

1.246.5 Colonne di scarico

Le colonne di scarico sono costituite da tubazioni verticali in ghisa, materiale plastico (PVC o polietilene ad alta densità, PE ad), acciaio, acciaio smaltato o in gres.
Il diametro della colonna di scarico deve essere determinato in funzione delle unità di scarico delle diramazioni servite e dall'altezza della colonna; tale diametro deve essere mantenuto costante per tutta l'altezza della colonna. In caso di spostamenti dell'asse della colonna superiori a 45° rispetto alla si rimanda alle disposizioni della **UNI 9183**, che prevede la suddivisione della colonna in tratti.
Le colonne di scarico devono essere fissate alle strutture portanti mediante collari in acciaio inox o acciaio zincato. Le tubazioni in plastica, per tenere conto delle dilatazioni termiche, vanno fissate con due ancoraggi (del tipo a manicotti scorrevoli) posti sotto il bicchiere.

Tabella 74.5. - Diametro minimo delle colonne di scarico

Diametro minimo (mm)	**Max numero unità di scarico**		**Lunghezza max della colonna (m)**
	per ogni piano	**per tutta la colonna**	
40(senza vasi)	3	8	14
50(senza vasi)	5	18	18
60(senza vasi)	8	25	25
70(senza vasi)	20	35	30
80	40	70	50
100	100	350	80
125	200	800	100
150	300	1200	140

1.246.6 Collettori di scarico

I collettori di scarico devono essere collocati in modo da avere la massima pendenza possibile e la minima lunghezza. Gli eventuali cambiamenti di direzione devono avvenire mediante curve ampie con angolo non superiore ai 45°. In prossimità del cambiamento di direzione da verticale ad orizzontale devono usarsi due mezze curve a 45 in modo di formare una curva più ampia possibile.
I collettori di scarico a soffitto devono essere sostenuti da braccialetti apribili, collocati in prossimità di ogni bicchiere ed in generale ogni 2 m di lunghezza di tubazione in ghisa o materiale plastico, per le tubazioni in gres tale distanza deve essere ridotta ad 1 metro. I collari di sostegno a soffitto possono essere del tipo a nastro regolabile o a collare pesante in metallo o in PVC
I collettori di scarico dovranno essere dotati, prima del loro collegamento con il recapito esterno, di un idoneo dispositivo ispezionabile a chiusura idraulica provvisto di attacco per la ventilazione.
Nei collettori deve essere assicurata una velocità di deflusso non inferiore a 0,6 m/s in modo da evitare la separazione dei materiali solidi da allontanare, l'eventuale velocità massima di deflusso deve essere compatibile con il materiale componente il collettore in modo da non provocare forme di abrasione della superficie interna dei tubi. La velocità media di deflusso deve essere compresa tra 0,7 e 2,5 m/s.
La direzione dei lavori potrà procedere alla verifica della velocità di deflusso in relazione alla portata e pendenza della tubazione.

Tabella 74.6. – Collettori di scarico: diametro minimo in funzione della pendenza

Diametro minimo (mm)	Max numero unità di scarico con pendenza		
	2%	3%	4%
35(senza vasi)	30	40	60
80 (senza vasi)	80	40	60
100	80	100	150
125	200	250	350
150	500	600	800
200	1500	2000	2500
250	3000	4000	5000
300	5000	6500	8000

Tabella 74.7. – Collettori di scarico: velocità dell'acqua e massimo numero di unità di scarico in funzione del diametro e della pendenza

Diametro colonna	Velocità (m/s) pendenza (%)				Carico US pendenza (%)		
	0,5	1	2	4	1	2	4
50	0,31	0,44	0,62	0,88	-	21	26
65	0,34	0,49	0,68	0,98	-	24	31
80	0,38	0,54	0,76	1,08	20	27	36
100	0,44	0,62	0,88	1,24	180	216	250
125	0,49	0,69	1,08	1,39	390	480	575
150	0,54	0,76	1,24	1,52	700	840	1000
200	0,62	0,88	1,29	1,75	1600	1920	2300
250	0,69	0,98	1,39	1,96	29900	3500	4200
300	0,75	1,07	1,47	2,06	4600	5600	6700

Tabella 74.8. – Collettori di scarico: Pendenze minime consigliata per i tratti sub-orizzontali

Tubazione	Pendenza (%)
gres o piombo	0,5
ghisa, acciaio, materiale plastico	1
fibrocemento	1,5
cemento	2

Tabella 74.9. - Diametri indicativi delle tubazioni di scarico di alcuni apparecchi idrosanitari

Apparecchio idrosanitario	Diametro minimo interno del sifone e dello scarico (mm)
lavabo	32
vaso a sedere normale	100
vaso a sedere ad aspirazione	75
vaso alla turca	100
vasca da bagno	50
bidet	32
doccia	50
lavastoviglie, lavatrice	40
orinatoio sospeso	40
orinatoio a stallo verticale	50
orinatoio ad aspirazione	32

lavello da cucina di appartamento	40
lavello da cucina di ristorante	75
lavabo da ristorante	50
lavabo da laboratorio	40
vuotatoio	100
lavapiedi	40
lavatoio	40
fontanella d'acqua da bere	32
chiusino a pavimento	50

1.246.7 Dispositivo a chiusura idraulica

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere corredato di un dispositivo a chiusura idraulica, inserito sullo scarico, ispezionabile e collegabile alla diramazione di ventilazione.

1.246.8 Pozzetti di ispezioni

Le reti di scarico devono essere dotate di pozzetti di ispezione, le cui dimensioni dipendono dalla quota del piano di posa delle tubazioni, conformemente alle prescrizioni del progetto esecutivo o ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.
Il volume interno del pozzetto deve essere maggiore o uguale al volume dell'interno della colonna di scarico servita

Tabella 74.10. – Dimensioni indicative di pozzetti di ispezione

Profondità (cm)	Dimensioni interne del pozzetto (cm)	Muratura	Chiusino dimensione esterne (cm)
< 90	52x52	a 1 testa	64x64
90 – 250	82x82	a 2 teste	84x84
>250	∅ 90	cls prefabbricato	84x84

1.247 *Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali*

1.247.1 Generalità

I sistemi di scarico delle acque meteoriche possono essere realizzati in:
- canali di gronda : lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile;
- pluviali (tubazioni verticali): lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile, polietilene ad alta densità (PE ad), alluminio, ghisa e acciaio smaltato;
- collettori di scarico (o orizzontali): ghisa, PVC, polietilene ad alta densità (PE ad), cemento e fibrocemento.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

1.247.2 Materiali e criteri di esecuzione

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:
a) in generale tutti i materiali ed i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
b) gli elementi di convogliamento ed i canali di gronda, oltre a quanto detto in a), se di metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti al comma a);
c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate;
d) per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature impartite dalle pubbliche autorità. Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli vale la norma **UNI EN 124**.
Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali esecutivi, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre, quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento, la norma **UNI 9184**:
- i pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm; i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto ed essere di materiale compatibile con quello del tubo;
- i bocchettoni ed i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate deve essere interposto un sifone. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale;

- per i pluviali ed i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

1.247.3 Canali di gronda

Il bordo esterno dei canali di gronda deve essere leggermente più alto di quello interno per consentire l'arresto dell'acqua piovana di raccolta proveniente dalle falde o dalla converse di convogliamento. La pendenza verso i tubi pluviali deve essere superiore all'1%. I canali di gronda devono essere fissati alla struttura del tetto con zanche sagomate o con tiranti, eventuali altri sistemi devono essere autorizzati dalla direzione dei lavori.
Per l'accettazione dei canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato, all'esame visivo le superfici interne ed esterne devono presentarsi lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti di superficie. Le estremità dei canali di gronda devono essere tagliate in modo netto e perpendicolare rispetto all'asse longitudinale del profilo.
I canali di gronda devono avere pendenza non inferiore a 0,25%.

Tabella 74.11. – Dati dimensionali dei lamierini

Spessore (mm)	Peso (kg/dm^3)	Dimensioni	
		Larghezza (mm)	Lunghezza (mm)
4/10	3,20	1.000	2.000
6/10	4,80	1.100	3.000
8/10	6,40	1.300	3.000
10/10	8,00	1.400	3.500
12/10	9,60	1.500	4.000
14/10	11,20	1.500	4.000
16/10	12,80	1.500	4.000
18/10	14,40	1.500	4.000
2	16,00	1.500	5.000
2 ½	20,00	1.600	6.000
3	24,00	1.800	10.000

Tabella 74.12.– Dati dimensionali delle lamiere zincate

Lastre piane 1x2	
Spessore (mm)	Peso kg
3/10	6,80
4/10	8,00
5/10	9,50
6/10	11,50
8/10	14,00
10/10	17,00
12/10	20,00
15/10	25,00
20/10	34,00

Tabella 74.13.– Dati dimensionali dei canali di gronda lamiere zincate (peso in kg)

Spessore	Per bocca di sviluppo di cm				
(mm)	15x25	18x30	19x33	20x25	22x40
4/10	1,00	1,20	1,30	1,40	1,60
5/10	1,20	1,50	1,60	1,70	1,90
6/10	1,40	1,70	1,90	2,00	2,20
8/10	1,70	2,00	2,30	2,50	2,70
10/10	2,20	2,50	2,85	3,10	3,40

1.247.4 Pluviali

I pluviali possono essere sistemati all'interno o all'esterno della muratura perimetrale. Il fissaggio dei pluviali alle strutture deve essere realizzato con cravatte collocate sotto i giunti a bicchiere, inoltre per consentire eventuali dilatazioni non devono risultare troppo strette, a tal fine tra cravatta e tubo deve essere inserito del materiale elastico o della carta ondulata.
L'unione dei pluviali deve essere eseguita mediante giunti a bicchiere con l'ausilio di giunti di gomma.
L'imboccatura dei pluviali deve essere protetta da griglie metalliche per impedirne l'ostruzione (foglie, stracci, nidi, ecc.) .
Il collegamento tra pluviali e canali di gronda deve avvenire mediante bocchettoni di sezione e forma adeguata che si innestano ai pluviali.
I pluviali esterni devono essere protetti per un'altezza inferiore a 2 m da terra con elementi in acciaio o ghisa resistenti agli urti.

I pluviali incassati devono essere alloggiati in un vano opportunamente impermeabilizzato, il vano deve essere facilmente ispezionabile per il controllo dei giunti o la sostituzione dei tubi; in tal caso il vano può essere chiuso con tavelline intonacate, facilmente sostituibili.
I pluviali devono avere un diametro non inferiore a 80 mm.

Tabella 74.14.– Dati dimensionali dei tubi pluviali in lamiera zincata (peso in kg)

Spessore (mm)	Per diametro di mm						
	80	85	90	95	100	110	120
3,5/10	1,00	1,10	1,15	1,20	1,25	1,35	1,45
4/10	1,15	1,20	1,30	1,35	1,40	1,50	1,60
5/10	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
6/10	1,65	1,75	1,85	2,00	2,10	2,25	2,40
8/10	2,00	2,15	2,30	2,45	2,50	2,60	2,80
10/10	2,40	2,55	2,80	2,90	3,00	3,15	3,40

Tabella 74.15.– Diametro dei canali di gronda e dei pluviali in funzione della superficie del tetto

Superficie del tetto in proiezione orizzontale (m²)	**Diametro minimo del canale di gronda (mm)**	**Diametro interno minimo del canale del pluviale (mm)**
fino a 8	80	40
9 a 25	100	50
26 a 75	100	75
76 a 170	(125)	(90)
171 a 335	150	100
336 a 500	200	125
501 a 1000	250	150

Nota: il canale di gronda è considerato di forma semicircolare.

1.247.5 Collettori di scarico

Il diametro minimo dei collettori di scarico (interrati o sospesi al soffitto del piano cantinato) per il convogliamento delle acque piovane alla fognatura può essere desunto dalla seguente tabella, in funzione della superficie del tetto Tali valori sono stati ottenuti applicando la formula di Chèzy-Bazin, in base ad un coefficiente di scabrezza = 0,16, intensità di pioggia = 100 mm/h, coefficienti di assorbimento =1 e canali pieni a metà altezza:

Tabella 74.16.– Diametro dei collettori di scarico per pluviali

Diametro minimo del collettore (mm)	Pendenza del collettore			
	1%	2%	3%	4%
	Superficie della copertura (mq)			
80	50	75	90	110
100	100	135	170	190
125	180	250	310	350
150	300	410	500	600
200	650	900	1100	1280
250	1100	1650	2000	2340
300	1900	2700	3300	3820

1.247.6 Pozzetto a chiusura idraulica

I pluviali che si allacciano alla rete fognante devono essere dotati di pozzetti a chiusura idraulica o sifoni, entrambi ispezionabili secondo il progetto esecutivo e/o secondo le indicazioni della direzione dei lavori.
I pozzetti possono essere prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato oppure realizzati in opera.

1.247.7 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera

Il direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue:
a) effettuerà le necessarie prove di tenuta;
b) al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'appaltatore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate;
Il direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede dei prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

1.247.8 Norme di riferimento

a) *Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato*
UNI EN 607 - Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato. Definizioni, requisiti e prove.

b) *Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica*
UNI EN 612 - Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica. Definizioni, classificazioni e requisiti.
c) *Supporti per canali di gronda*
UNI EN 1462 - Supporti per canali di gronda. Requisiti e prove.
d) *Criteri di progettazione, collaudo*
UNI 9183 - Edilizia. Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
UNI 9184 - Edilizia - Sistemi di scarico delle acque meteoriche. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

1.247.9 Pompe

L'installazione delle elettropompe dovrà essere eseguita con notevole cura, per ottenerne il perfetto funzionamento idraulico, meccanico ed elettrico; in particolare si opererà in modo da:
- assicurare il perfetto livellamento orizzontale (o verticale) dell'asse delle pompe sul basamento di appoggio;
- consentire lo smontaggio ed il rimontaggio senza manomissioni delle tubazioni di attacco;
- prevenire qualsiasi trasmissione di rumori e vibrazioni agli ambienti, sia mediante interposizione di idoneo materiale smorzante, sia mediante adeguata scelta delle caratteristiche del motore elettrico, che dovrà essere comunque del tipo a quattro poli;
- inserire sulla tubazione di mandata valvole di ritegno del tipo ad ogiva silenziosa, od altro eventuale tipo avente uguali o migliori caratteristiche;
- garantire la piena osservanza delle norme CEI, sia per quanto riguarda la messa a terra, come per quanto concerne l'impianto elettrico.

Le pompe dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme:
UNI ISO 2548 - Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice di prove d accettazione. Classe C;
UNI ISO 3555 - Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B.

1.248 *Prove e verifiche*

1.248.1 Generalità

Le verifiche e le prove indicate ai punti che seguono, saranno eseguite in corso d'opera dal direttore dei lavori, che ne redigerà regolare verbale in contraddittorio con l'appaltatore.
Le verifiche e le prove dovranno essere eseguite quando le tubazioni sono ancora in vista e cioè prima che si proceda a verniciature, coibentazioni e rivestimenti, chiusura di tracce con malta od altro, cunicoli o cavedi impraticabili, rivestimenti murari, massetti, pavimentazioni, ecc.

1.248.2 Prova di tenuta idraulica delle reti di distribuzione

La prova di tenuta idraulica (**UNI 9182**) deve essere eseguita prima del montaggio della rubinetteria, chiusura dei vani, cavedi, ecc., dopo aver chiuso le estremità delle condutture con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso e dopo aver riempito d'acqua il circuito stesso, si sottoporrà a pressione, per almeno 4 ore, la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro inserita in un punto qualunque del circuito.
Tutte le tubazioni in prova complete delle valvole e dei rubinetti di intercettazione mantenuti in posizione aperta saranno provate ad una pressione pari ad una 1,5 volte la pressione massima di esercizio dell'impianto ma comunque non inferiore a 6 kg/cm².
La pressione di prova sarà letta su manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per pressione massima di esercizio si intende la massima pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare la erogazione al rubinetto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con il battente residuo non inferiore a 5 m H_2O.
La prova di tenuta sarà giudicata positiva se l'impianto, mantenuto al valore della pressione stabilita per 24 ore consecutive, non manifesterà perdite e quindi abbassamenti di pressione al di fuori delle tolleranze ammesse.

1.248.3 Prova di portata rete acqua fredda

La prova di portata rete acqua fredda intende accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità fissati nel presente capitolato.
Si seguiranno le seguenti operazioni :
- apertura di un numero di utenze pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;
- le utenze funzionanti (il cui numero totale è fissato già dal comma precedente) saranno distribuite a partire dalle colonne più sfavorite (scelte in rapporto alla distanza ed al numero di apparecchi serviti), in maniera tale che ciascun tronco del collettore orizzontale alimenti il numero di apparecchi previsto dalla contemporaneità stabilita dalle prescrizioni contrattuali.

Nelle condizioni suddette si dovrà verificare che la portata alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta nel capitolato speciale d'appalto, e che la portata totale (misurata se è possibile all'organo erogatore), non sia inferiore alla portata prevista, in rapporto alle utenze funzionanti.
La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità stabilite dal contratto.

1.248.4 Prova idraulica a caldo

La prova di portata rete acqua calda (**UNI 9182**) deve essere eseguita con le medesime modalità per la rete acqua fredda, nelle seguenti condizioni di funzionamento:
- messa in funzione dell'impianto di preparazione acqua centralizzato per un tempo non inferiore a 2 ore consecutive;
- temperatura iniziale maggiore di almeno 10 °C della temperatura di esercizio;

La prova sarà ritenuta positiva se non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tubazioni con conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente perdite d'acqua.

1.248.5 Prova di erogazione di acqua calda

La prova di erogazione d'acqua calda (**UNI 9182**) deve essere eseguita con le medesime modalità nelle seguenti condizioni di funzionamento:
- durata minima 2 ore;
- apertura contemporanea di tutti i rubinetti o bocche di erogazione meno una;

La prova sarà ritenuta positiva se l'acqua calda viene erogata sempre alla stessa temperatura e portata, ammettendo una tolleranza del 10% rispetto alla portata prevista e non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tubazioni con conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente perdite d'acqua. Per la temperatura, dopo l'erogazione di 1,5 litri, è ammessa una tolleranza di 1°C.

1.248.6 Prova di circolazione e coibentazione delle rete di distribuzione di acqua calda ad erogazione nulla

La prova ha lo scopo di verificare la funzionalità della rete di distribuzione dell'acqua calda e della coibentazione delle tubazioni.

La prova deve essere effettuata in periodo invernale o freddo, si riterrà soddisfacente quando la differenza di temperatura dell'acqua misurata tra il punto di partenza a quello di erogazione più lontano è inferiore o uguale a 2 °C.

1.249 *Prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria*

La prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria consiste nel controllo della tenuta dei sifoni degli apparecchi gravanti sulle colonne da provare, quando venga fatto scaricare contemporaneamente, un numero di apparecchi pari a quello stabilito dalla contemporaneità.

1.249.1 Verifica del livello del rumore

La verifica del livello del rumore (**UNI 9182**) deve essere effettuata collocando il microfono ad almeno un 1 metro dalle pareti e ad un'altezza di 1,20 m dal pavimento. La prova deve essere effettuata eseguendo almeno 3 prelievi, ruotando il microfono secondo archi di cerchio.

La prova si ritiene positiva se i valori sono compresi nella tabella riportata al punto 23.4 della norma **UNI 9182**.

Art. 114. Impianti di adduzione del gas

1.250 *Generalità*

Il dimensionamento delle tubazioni e degli eventuali riduttori di pressione deve essere tale da garantire il corretto funzionamento degli apparecchi di utilizzazione. L'impianto interno ed i materiali impiegati devono essere conformi alla legislazione tecnica vigente.

Possono essere utilizzati esclusivamente tubi idonei. Sono considerati tali quelli rispondenti alle caratteristiche di seguito indicate e realizzati in acciaio, in rame o in polietilene.

1.251 *Norme di riferimento*

1.251.1 Impianti a gas di rete: progettazione, installazione, manutenzione

UNI 7128 - Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Termini e definizioni;
UNI 7129 - Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione;
UNI 10738 - Impianti alimentati a gas combustibile per uso domestico preesistenti alla data 13 marzo 1990. Linee guida per la verifica delle caratteristiche funzionali;
UNI 10435 - Impianti di combustione alimentati a gas con bruciatori ad aria soffiata di portata termica nominale maggiore di 35 kW – Controllo e manutenzione;
UNI 7140 - Apparecchi a gas per uso domestico. Tubi flessibili non metallici per allacciamento;
UNI EN 1775 - Trasporto e distribuzione di gas. Tubazioni di gas negli edifici. Pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar. Raccomandazioni funzionali;
UNI 9165 - Reti di distribuzione del gas con pressione massime di esercizio minori o uguali a 5 bar. Progettazioni, costruzioni e collaudi;

UNI 10642 - Apparecchi a gas. Classificazione in funzione del metodo di prelievo dell'aria comburente e di scarico dei prodotti a combustione.

1.251.2 Dispositivi di sorveglianza di fiamma. Termostati

UNI EN 125 - Dispositivi di sorveglianza di fiamma per apparecchi utilizzatori a gas. Dispositivi termoelettrici di sicurezza all'accensione e allo spegnimento;
UNI EN 257 - Termostati meccanici per apparecchi utilizzatori a gas;
UNI 10156 - Dispositivi automatici di programmazione e verifica della presenza di fiamma per bruciatori di gas. Prescrizioni di sicurezza.

1.251.3 Condotte di distribuzione del gas. Tubi. Impianti di derivazione di utenza del gas

D.M. 24 novembre 1984 – Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità superiore a 0,8 kg/m³;
UNI 9034 - Condotte di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minore/uguale 5 bar. Materiali e sistemi di giunzione;
UNI 9165 - Reti di distribuzione del gas con pressione massime di esercizio minori o uguali a 5 bar. Progettazioni, costruzioni e collaudi;
UNI EN 969 - Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per condotte di gas. Prescrizioni e metodi di prova;
UNI EN 1057 - Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento;
UNI 9860 - Impianti di derivazione di utenza del gas. Progettazione, costruzione e collaudo.

1.251.4 Impianti a gas GPL

UNI 7131 - Impianti a GPL per uso domestico non alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione, esercizio e manutenzione.

1.252 *Tubazioni*

1.252.1 Tubi di acciaio

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura oppure con saldatura longitudinale e devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalle norme:
UNI 8863 - Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettabili secondo **UNI ISO 7/1**;
I tubi in acciaio con saldatura longitudinale, se interrati, devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalle norme:
UNI EN 10208-1 - Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A;
UNI EN 10208-2 - Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.

1.252.2 Tubi di rame

I tubi di rame, da utilizzare esclusivamente per le condotte del gas della VII specie (pressione di esercizio non superiore a 0,04 bar) devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quelle indicate dalla norma **UNI EN 1057**.
Nel caso di interramento lo spessore non può essere minore di 2,0 mm.

1.252.3 Tubi in polietilene per impianto interno di distribuzione gas

I tubi in polietilene per le tubazioni interrate per la distribuzione del gas devono rispondere alle caratteristiche della norma **UNI ISO 4437** - Tubi di polietilene (PE) per condotte interrate per distribuzione di gas combustibili. Serie metrica. Specifica - e avere lo spessore minimo di 3 mm.
In particolare il polietilene per gli impianti a gas deve essere contraddistinto da marcatura comprendente:
- indicazione del materiale e della classe;
- indicazione del tipo;
- valore del diametro esterno;
- indicazione della serie di spessore;
- marchio di fabbrica;
- l'iscrizione GAS;
- codice, riguardante il nome commerciale e il produttore.

La marcatura deve essere indelebile e continua e svilupparsi su almeno due generatrici diametralmente opposte del tubo, e ripetersi con intervalli non maggiori di 100 cm. Per i tubi neri la marcatura deve essere di colore giallo. L'altezza dei caratteri deve essere in funzione del diametro del tubo e non minore di 3,5 mm.

1.253 *Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, valvole*

1.253.1 Tubazioni in acciaio

Le giunzioni dei tubi di acciaio devono essere realizzate mediante raccordi con filettatura conforme alla norma **UNI ISO 7/1**, o a mezzo saldatura di testa per fusione.
Per la tenuta delle giunzioni filettate possono essere impiegati specifici composti di tenuta non indurenti (**UNI EN 751-1**), eventualmente accompagnati da fibra di supporto specificata dal produttore (canapa, lino, fibra sintetica, ecc.) o nastri di fibra sintetica non tessuta impregnati di composto di tenuta (**UNI EN 751-2**). Possono essere impiegati anche nastri di PTFE non sinterizzato, conformi alla **UNI EN 751-3**.
E' vietato l'impiego di fibre di canapa su filettature di tubazioni convoglianti GPL o miscele di GPL aria.
E' vietato l'impiego in ogni caso l'uso di biacca, minio o materiali simili.
Tutti i raccordi ed i pezzi speciali devono essere di acciaio oppure di ghisa malleabile. I raccordi di acciaio devono avere estremità filettate (**UNI ISO 50, UNI EN 10241**) o saldate (**EN 10253-1**). I raccordi di ghisa malleabile devono avere estremità unicamente filettate (**UNI EN 10242**).
I rubinetti per installazione fuori terra (installazioni a vista, in pozzetti e in scatole ispezionabili) devono essere, in alternativa, di ottone, di bronzo, di acciaio, di ghisa sferoidale, conformi alla **UNI EN 331**; essi devono risultare di facile manovra e manutenzione. Le posizioni di aperto/chiuso devono essere chiaramente rilevabili.

1.253.2 Tubazioni in rame

Per le tubazioni in rame si applicano le seguenti prescrizioni:
a) le giunzioni dei tubi possono essere realizzate mediante giunzione capillare con brasatura dolce o forte (**UNI EN ISO 4063**), per mezzo di raccordi conformi alla **UNI EN 1254-1** ed esclusivamente mediate brasatura forte per mezzo di raccordi conformi alla **UNI EN 1254-5**;
b) le giunzioni dei tubi possono essere realizzate mediante giunzione capillare con brasatura dolce o forte (**UNI EN ISO 4063**), per mezzo di raccordi conformi alla **UNI EN 1254-1** ed esclusivamente mediate brasatura forte per mezzo di raccordi conformi alla **UNI EN 1254-5.** I raccordi ed i pezzi speciali possono essere di rame, di ottone o di bronzo.
c) le giunzioni miste, tubo di rame con tubo di acciaio, ed anche quelle per il collegamento di rubinetti, di raccordi portagomma ed altri accessori, devono essere realizzate con raccordi misti (a giunzione capillare o meccanici sul lato tubo di rame e filettati sull'altro lato) secondo la **UNI EN 1254-4**.
I rubinetti per installazione fuori terra (installazioni a vista, in pozzetti e in scatole ispezionabili) devono essere, in alternativa, di ottone, di bronzo, di acciaio, di ghisa sferoidale, conformi alla **UNI EN 331**.

1.253.3 Tubazioni in polietilene

I raccordi e i pezzi speciali dei tubi di polietilene devono essere anch'essi in polietilene ed essere conformi alle norme **UNI 8849** e **UNI 8850**.
Per le tubazioni in polietilene si applicano le seguenti prescrizioni:
a) i raccordi ed i pezzi speciali delle tubazioni di polietilene devono essere anch'essi di polietilene (secondo le **UNI 8849** e **UNI 8850**); le giunzioni possono essere realizzate mediante saldatura per elettrofusione secondo la **UNI 10521** o in alternativa, mediante saldatura di testa per fusione a mezzo di elementi riscaldanti, secondo la **UNI 10520**;
b) le giunzioni miste, tubo di polietilene con tubo metallico, devono essere realizzate mediante un raccordo speciale polietilene-metallo, avente estremità idonee per saldatura sul lato polietilene e per giunzione filettata o saldata sul lato metallo. In nessun caso tale raccordo speciale può sostituire il giunto dielettrico;
c) le valvole per tubi di polietilene possono essere, oltre che dello stesso polietilene, anche con il corpo di ottone, di bronzo o di acciaio. In particolare la sezione libera di passaggio non deve essere minore di 75% di quella del tubo.
Nei cambiamenti di direzione delle tubazioni in polietilene il raggio di curvatura non deve essere minore di 20 volte il diametro del tubo stesso.
I rubinetti per le tubazioni in polietilene devono essere conformi alla norma **UNI EN 331**.

1.254 *Posa in opera*

Il percorso tra il punto di consegna e gli apparecchi utilizzatori deve essere il più breve possibile ed è ammesso:
a) all'esterno dei fabbricati:
- interrato;
- in vista;
- in canaletta;

b) all'interno dei fabbricati:
- in appositi alloggiamenti, in caso di edifici o locali destinati ad uso civile o ad attività soggette ai controllo dei Vigili del fuoco;
- in guaina d'acciaio in caso di attraversamento di locali non ricompresi nei punti precedenti, di androni permanentemente aerati, di intercapedini, a condizione che il percorso sia ispezionabile.

Nei locali di installazione degli apparecchi il percorso delle tubazioni è consentito in vista.
Per le installazioni a servizio di locali o edifici adibiti ad attività industriali si applicano le disposizioni previste dal D.M. 24 novembre 1984.

1.254.1 Modalità di posa in opera all'esterno dei fabbricati

1.254.1.1 Posa in opera interrata

Tutti i tratti interrati di tubazioni di acciaio devono essere provvisti di un adeguato rivestimento protettivo contro la corrosione secondo norme **UNI ISO 5256** o **UNI 9099** o **UNI 10191** ed isolati, mediante giunti isolanti monoblocco (secondo **UNI 10284** e **UNI 10285**), da collocarsi fuori terra, in prossimità della risalita della tubazione.
Analogamente i tratti interrati di tubazioni di rame devono avere rivestimento protettivo rispondente alle prescrizioni della norma **UNI 10823**.
I tratti di tubazione privi del rivestimento protettivo contro la corrosione, posti in corrispondenza di giunzioni, curve, pezzi speciali, ecc. devono essere, prima della posa, accuratamente fasciati con bende o nastri dichiarati idonei allo scopo dal produttore.
Le tubazioni devono essere posate su un letto di sabbia lavata, di spessore minimo 100 mm, e ricoperte, per altri 100 mm, con sabbia dello stesso tipo.
E' inoltre necessario prevedere, ad almeno 300 mm sopra le tubazioni, la posa di nastro di avvertimento di colore giallo segnale (RAL 1003). Subito dopo l'uscita fuori terra, la tubazione deve essere segnalata con il colore giallo segnale (RAL 1003) per almeno 70 mm

1.254.1.2 Posa in opera in vista

Le tubazioni installate in vista devono essere adeguatamente ancorate per evitare scuotimenti, vibrazioni ed oscillazioni. Esse devono essere collocate in posizione tale da impedire urti e danneggiamenti e ove necessario, adeguatamente protette.
Le tubazioni di gas di densità non superiore a 0,8 kg/m³ devono essere contraddistinte con il colore giallo, continuo o in bande da 20 cm, poste ad una distanza massima di 1,00 m l'una dall'altra. Le altre tubazioni di gas devono essere contraddistinte con il colore giallo, a bande alternate da 20 cm di colore arancione.
All'interno dei locali serviti dagli apparecchi le tubazioni non devono presentare giunti meccanici.

1.254.1.3 Posa in opera in canaletta

Le canalette per la posa in opera di tubazioni devono essere:
- ricavate nell'estradosso delle pareti;
- rese stagne verso l'interno delle pareti nelle quali sono ricavate mediante idonea rinzaffatura di malta di cemento;
- nel caso siano chiuse, dotate di almeno due aperture di ventilazione verso l'esterno di almeno 100 cm² cadauna, poste nella parte alta e nella parte bassa della canaletta. L'apertura alla quota più bassa deve essere provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas con densità superiore a 0,8 kg/m³, deve essere ubicata a quota superiore del piano di campagna;
- ad esclusivo servizio dell'impianto.

1.254.2 Modalità di posa in opera all'interno dei fabbricati

1.254.2.1 Posa in opera in appositi alloggiamenti

L'installazione in appositi alloggiamenti è consentita a condizione che:
- gli alloggiamenti siano realizzati in materiale incombustibile, di resistenza al fuoco pari a quella richiesta per le pareti del locale o del compartimento attraversato ed in ogni caso non inferiore a REI 30;
- le canalizzazioni non presentino giunti meccanici all'interno degli alloggiamenti non ispezionabili;
- le pareti degli alloggiamenti siano impermeabili ai gas;
- siano ad esclusivo servizio dell'impianto interno;
- gli alloggiamenti siano permanentemente aerati verso l'esterno con apertura alle due estremità; l'apertura di aerazione alla quota più bassa deve essere provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas con densità maggiore di 0,8, deve essere ubicata a quota superiore al piano di campagna, ad una distanza misurata orizzontalmente di almeno 10 m da altre aperture alla stessa quota o quota inferiore.

1.254.2.2 Posa in opera in guaina

Le guaine da collocare a vista devono essere:
- di acciaio di spessore minimo di 2 mm e di diametro superiore di almeno 2 cm a quello della tubazione del gas;
- devono essere dotate di almeno uno sfiato verso l'esterno. Nel caso una estremità della guaina sia attestata verso l'interno, questa dovrà essere resa stagna verso l'interno tramite sigillatura in materiale incombustibile;
Le tubazioni non devono presentare giunti meccanici all'interno delle guaine;
Sono consentite guaine metalliche o di plastica, non propagante la fiamma, nell'attraversamento di muri o solai esterni.
Nell'attraversamento di elementi portanti orizzontali, il tubo deve essere protetto da una guaina sporgente almeno 20 mm dal pavimento e l'intercapedine fra il tubo e il tubo guaina deve essere sigillata con materiali adatti (ad esempio asfalto, cemento plastico e simili). E' vietato tassativamente l'impiego di gesso.
Nel caso di androni fuori terra e non sovrastanti piani cantinati è ammessa la posa in opera delle tubazioni sotto pavimento a condizione che siano protette da una guaina corredata di sfiati alle estremità verso l'esterno.

Nel caso di intercapedini superiormente ventilate ed attestate su spazio scoperto non è richiesta la posa in opera in guaina, purché le tubazioni siano in acciaio con giunzioni saldate.

1.254.3 Particolarità costruttive e divieti

L'appaltatore nella realizzazione degli impianti di distribuzione del gas deve rispettare le seguenti prescrizioni:
a) le tubazioni devono essere protette contro la corrosione e collocate in modo tale da non subire danneggiamenti dovuti ad urti;
b) è vietato l'uso delle tubazioni del gas come dispersori, conduttori di terra o conduttori di protezione di impianti e apparecchiature elettriche, telefono compreso;
c) è vietata la collocazione delle tubazioni nelle canne fumarie, nei vani e cunicoli destinati a contenere servizi elettrici, telefonici, ascensori o per lo scarico delle immondizie;
d) eventuali riduttori di pressione o prese libere dell'impianto interno devono essere collocati all'esterno degli edifici o, nel caso delle prese libere, anche all'interno dei locali, se destinati esclusivamente all'installazione degli apparecchi. Queste devono essere chiuse o con tappi filettati o con sistemi equivalenti;
e) è vietato l'utilizzo di tubi, rubinetti, accessori, ecc., rimossi da altro impianto già funzionante;
f) all'esterno dei locali di installazione degli apparecchi deve essere installata, sulla tubazione di adduzione del gas, in posizione visibile e facilmente raggiungibile una valvola di intercettazione manuale con manovra a chiusura rapida per rotazione di 90° ed arresti di fine corsa nelle posizioni di tutto aperto e di tutto chiuso;
g) per il collegamento dell'impianto interno finale, e iniziale (se alimentato tramite contatore), devono essere utilizzati tubi metallici flessibili continui;
h) nell'attraversamento di muri la tubazione non deve presentare giunzioni o saldature e deve essere protetta da guaina murata con malta di cemento. Nell'attraversamento di muri perimetrali esterni, l'intercapedine fra guaina e tubazione gas deve essere sigillata con materiali adatti in corrispondenza della parte interna del locale, assicurando comunque il deflusso del gas proveniente da eventuali fughe mediante almeno uno sfiato verso l'esterno;
i) è vietato l'attraversamento di giunti sismici;
l) le condotte, comunque installate, devono distare almeno 2 cm dal rivestimento della parete o dal filo esterno del solaio;
m) fra le condotte ed i cavi o tubi di altri servizi deve essere adottata una distanza minima di 10 cm; nel caso di incrocio, quando tale distanza minima non possa essere rispettata, deve comunque essere evitato il contatto diretto interponendo opportuni setti separatori con adeguate caratteristiche di rigidità dielettrica e di resistenza meccanica; qualora, nell'incrocio, il tubo del gas sia sottostante a quello dell'acqua, esso deve essere protetto con opportuna guaina impermeabile in materiale incombustibile o non propagante la fiamma.
n) é vietato collocare tubi del gas a contatto con tubazioni di adduzione dell'acqua, in prossimità degli incroci il tubo del gas deve essere protetto con apposita guaina impermeabile, incombustibile.
Per altri riferimenti si rimanda alle prescrizioni della norma **UNI 7129**.

1.255 *Gruppo di misurazione. Contatore*

Il contatore del gas può essere installato:
- all'esterno in contenitore (armadio) o nicchia aerati;
- all'interno in locale o in una nicchia, entrambi aerati direttamente dall'esterno.

1.256 *Prova di tenuta idraulica*

La prova di tenuta idraulica (norma **UNI-CIG 7129**) deve essere eseguita dal direttore dei lavori prima di mettere in servizio l'impianto interno di distribuzione del gas e di collegarlo al punto di consegna e quindi al contatore e agli apparecchi dell'impianto non è in vista, la prova di tenuta idraulica deve essere eseguita prima della copertura della tubazione utilizzatori.
Se qualche parte.
La prova dei tronchi in guaina contenenti giunzioni saldate deve essere eseguita prima del collegamento alle condotte di impianto.
In caso di perdite le parti difettose dell'impianto di distribuzione del gas devono essere sostituite e le guarnizioni rifatte, successivamente dovrà essere ripetuta la prova di tenuta idraulica.
All'appaltatore è vietata la riparazione delle parti difettose con mastici o altri accorgimenti.

1.257 *Sistemi di sicurezza*

1.257.1 Definizioni

In merito ai sistemi di sicurezza si ritengono utili le seguenti definizioni:
1) Rivelatori di gas
Dispositivo costituito da almeno un elemento sensore atto a rivelare una determinata concentrazione di gas in aria, un dispositivo atto a generare il segnale d'allarme, elementi per il comando a distanza di altri dispositivi. Il RG può contenere l'alimentatore. Quando il RG non è direttamente alimentato dalla rete di pubblica distribuzione dell'energia

elettrica tramite alimentatore incorporato, il costruttore deve specificare l'alimentatore esterno da impiegare ed indicarne tutte le caratteristiche atte ad individuarlo (**CIG/UNI-CEI 70028**).
2) Apparecchio di utilizzazione a gas.
Complesso fornito di uno o più bruciatori muniti dei rispettivi organi di regolazione.
3) Sistema di rilevamento gas (SRG).
Insieme composto dal RG, dal relativo alimentatore e da tutti i dispositivi supplementari come ad esempio allarmi ottici o acustici lontani, elementi attuatori per elettrovalvole (**CIG/UNI-CEI 70028**).
4) Organo di intercettazione.
Dispositivo atto ad interrompere l'afflusso del gas in una conduttura, in seguito a segnale di comando emesso dal SRG.
5) Limite inferiore di esplosività (LIE).
Minima concentrazione di gas, espressa come percentuale in volume di gas nella miscela aria-gas, al di sotto della quale, anche in presenza di un innesco, non si ha propagazione di fiamma (**CIG/UNI-CEI 70028**).
6) Segnale di allarme.
Segnale ottico, acustico ed elettrico emesso dal rivelatore per indicare una concentrazione di gas in aria maggiore di una soglia di intervento prestabilita (**CIG/UNI-CEI 70028**).
7) Segnale di guasto.
Segnale ottico o acustico atto ad indicare una condizione di difetto o guasto dei RG (**CIG/UNI-CEI 70028**).
I rivelatori di gas che possono installarsi, sono dei seguenti tipi:
- *sensori ad infrarosso, spettrometri, gas-cromatografi*;
- *tubi di rilevazione*, basati sul cambiamento di colore provocato dalla reazione chimica fra il gas ed il contenuto del tubo;
- *sensore catalitico*, basa il suo funzionamento sulla variazione di temperatura prodotta dalla combustione catalitica di un rivelatore a filo di platino;
- *sensore a semiconduttore*. Un semiconduttore sintetizzato, di tipo N composto in maggior parte da ossidi viene mantenuto ad una temperatura di circa 450 °C da un elemento riscaldante. Se del gas viene assorbito si produce uno scambio elettronico ed una conseguente variazione nella resistenza dinamica del semiconduttore.
In assenza di specifiche indicazioni circa le caratteristiche dei rilevatori di gas del progetto esecutivo dell'impianto, l'appaltatore si uniformerà alle indicazioni impartite dalla direzione dei lavori.
Per i criteri di installazione ed i requisiti di accettazione si rimanda a: **CIG-UNI-CEI 70028**, C.M. 8 agosto 1996, n. 162429.

1.257.2 Criteri tecnici di riferimento per l'installazione

I criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale o GPL, per uso domestico o similare con riferimento alla norma **CIG/UNI-CEI 70028.**

1.257.2.1 Criteri generali

Qualora installato il RG dovrà essere posizionato nei locali in cui sono previsti uno o più apparecchi utilizzatori del gas combustibile.

L'installazione del RG e degli organi di intercettazione non deve alterare le condizioni di sicurezza dell'impianto interno.
L'installazione del RG e degli organi di intercettazione non deve alterare il corretto funzionamento degli apparecchi utilizzatori del gas combustibile.
Quando un RG viene istallato in luoghi o ambienti in cui esista un locale presidiato esso deve essere dotato di ripetizione dei segnali ottici ed acustici in tale locale.
Il RG deve essere opportunamente collocato lontano da sorgenti di calore.
Il collegamento fra i vari elementi di un SRG deve essere realizzato secondo le istruzioni fornite dal costruttore e tale da realizzare un sistema conforme alla norma **CIG/UNI-CEI 70028**.
Nel caso in cui più apparecchi utilizzatori siano collocati in ambienti diversi, ogni ambiente potrà essere protetto da uno o più RG collegati all'organo di intercettazione di cui al successivo punto.
L'organo di intercettazione collegato al SRG deve essere a riarmo manuale e installato possibilmente a valle del punto di ingresso della conduttura del gas dell'ambiente controllato, o all'esterno e di conseguenza adeguatamente protetto dagli agenti atmosferici.

1.257.2.2 Criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale (metano)

Il RG va installato al di sopra del livello della possibile fuga di gas a circa 300 mm dal soffitto, in una posizione dove i movimenti dell'aria non siano impediti.
Il posizionamento del regolatore di gas non deve essere troppo vicino alle aperture o ai condotti di ventilazione poiché il flusso d'aria nei loro pressi può essere intenso e diminuire localmente la concentrazione dei gas.
Il RG non va installato al di sopra o presso le apparecchiature a gas poiché piccoli rilasci di gas possono avvenire l'atto dell'accensione e potrebbero causare falsi allarmi.

Per interventi immediati in caso di cedimento dei collegamenti flessibili, si fa rimando alle apparecchiature previste dalle norme specifiche.

1.257.2.3 Criteri di installazione dei rivelatori di GPL (gas di petrolio liquido)
Il RG va montato su una parete liscia ad una altezza sul pavimento di circa 300 mm e ad una distanza di non più di 4 m dalla apparecchiatura più usata. Il sito va protetto dagli urti e dai getti d'acqua durante le normali operazioni quali ad esempio quelle di pulizia.
Il RG non va installato:
- in uno spazio chiuso (ad esempio in un mobile o dietro un tendaggio);
- direttamente sopra un lavandino;
- vicino ad una porta o una finestra;
- vicino ad un ventilatore estrattore d'aria;
- in una zona dove la temperatura è al di fuori dei limiti previsti dal produttore;
- dove sporcizia e polvere possono intasare il sensore.

Per interventi immediati in caso di cedimento dei collegamenti flessibili, si fa rimando alle apparecchiature previste dalle norme specifiche.

1.258 *Conformità degli apparecchi a gas*
Per gli apparecchi a gas si farà riferimento al D.P.R. 15 novembre 1996, n. 661. Secondo l'art. 6 di tale decreto i metodi per attestare la conformità degli apparecchi fabbricati in serie sono i seguenti:
a) l'esame CE del tipo previsto all'allegato II, punto 1;
b) prima dell'immissione in commercio, a scelta del fabbricante:
1) la dichiarazione CE di conformità al tipo, prevista dall'allegato II, punto 2;
2) la dichiarazione CE di conformità al tipo, a garanzia della qualità della produzione, prevista dall'allegato II, punto 3;
3) La dichiarazione CE di conformità al tipo, a garanzia della qualità del prodotto, prevista dall'allegato II, punto 4;
4) la verifica CE prevista dall'allegato II, punto 5.

Ogni dispositivo deve essere accompagnato da una dichiarazione del fabbricante che attesti la conformità del dispositivo alle disposizioni del regolamento ad esso applicabili, nonché le caratteristiche e le condizioni di montaggio o d'inserimento in un apparecchio, in modo che risulti garantito il rispetto dei requisiti essenziali richiesti per gli apparecchi completi.

Art. 115. Impianti termici

1.259 *Impianti termici alimentati da combustibili gassosi*
Gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi impianti di nuova realizzazione devono rispettare le prescrizioni del D.M. 12 aprile 1996.
Tal decreto ha per scopo l'emanazione di disposizioni riguardanti la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei sottoelencati impianti termici di portata termica complessiva maggiore di 35 kW (convenzionalmente tale valore è assunto corrispondente al valore di 30.000 kCal/h indicato nelle precedenti disposizioni), alimentati da combustibili gassosi alla pressione massima di 0,5 bar e individuare le misure di sicurezza:
a) climatizzazione di edifici e ambienti;
b) produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore;
c) forni da pane e altri laboratori artigiani;
d) lavaggio biancheria e sterilizzazione;
e) cucine e lavaggio stoviglie.

Non sono oggetto del citato decreto gli impianti realizzati specificatamente per essere inseriti in cicli di lavorazione industriale, gli apparecchi di tipo A, le stufe catalitiche, i nastri radianti e gli inceneritori.
Più apparecchi termici alimentati a gas, di seguito denominati apparecchi, installati nello stesso locale o in locali direttamente comunicanti sono considerati come facenti parte di un unico impianto, di portata termica pari alla somma delle portate termiche dei singoli apparecchi. All'interno di una singola unità immobiliare adibita ad uso abitativo, ai fini del calcolo della portata termica complessiva, non concorrono gli apparecchi domestici di portata termica singola non superiore a 35 kW quali gli apparecchi di cottura alimenti, le stufe, i caminetti, i radiatori individuali, gli scaldacqua unifamiliari, gli scaldabagno ed i lavabiancheria.

1.259.1 Termini, definizioni e tolleranze dimensionali
Ai fini delle presenti disposizioni si applicano i termini, le definizioni e le tolleranze dimensionali approvati con il D.M. 30 novembre 1983. Inoltre, si definisce:
a) apparecchio di tipo A: apparecchio previsto per non essere collegato ad un condotto o ad uno speciale dispositivo per l'evacuazione dei prodotti della combustione all'esterno del locale di installazione;
b) apparecchio di tipo B: apparecchio previsto per essere collegato ad un condotto o ad un dispositivo di evacuazione

dei prodotti della combustione verso l'esterno. L'aria comburente è prelevata direttamente dall'ambiente dove l'apparecchio è collocato;
c) apparecchio di tipo C: apparecchio con circuito di combustione a tenuta, che consente l'alimentazione di aria comburente al bruciatore con prelievo diretto dall'esterno e contemporaneamente assicura l'evacuazione diretta all'esterno di prodotti della combustione;
d) condotte aerotermiche: condotte per il trasporto di aria trattata e/o per la ripresa dell'aria degli ambienti serviti e/o dell'aria esterna da un generatore d'aria calda;
e) condotte del gas: insieme di tubi, curve, raccordi ed accessori uniti fra loro per la distribuzione del gas. Le condotte oggetto della presente regola tecnica sono comprese in una dalle seguenti specie definite nel D.M. 24 novembre 1984:
- 6ª specie: condotte per pressioni massime di esercizio maggiori di 0,04 fino a 0,5 bar,
- 7ª specie: condotte per pressioni massime di esercizio fino a 0,04 bar;

f) gas combustibile: ogni combustibile che è allo stato gassoso alla temperatura di 15 °C e alla pressione assoluta di 1.013 mbar, come definito nella norma EN 437;
g) generatore di aria calda a scambio diretto: apparecchio destinato al riscaldamento dell'aria mediante produzione di calore in una camera di combustione con scambio termico attraverso pareti dello scambiatore, senza fluido intermediario, in cui il flusso dell'aria è mantenuto da uno o più ventilatori;
h) impianto interno: complesso delle condotte compreso tra il punto di consegna del gas e gli apparecchi utilizzatori (questi esclusi);
i) impianto termico: complesso dell'impianto interno, degli apparecchi e degli eventuali accessori destinato alla produzione di calore;
l) modulo a tubo radiante: apparecchio destinato al riscaldamento di ambienti mediante emanazione di calore per irraggiamento, costituito da una unità monoblocco composta dal tubo o dal circuito radiante, dall'eventuale riflettore e relative staffe di supporto, dall'eventuale scambiatore, dal bruciatore, dal ventilatore, dai dispositivi di sicurezza, dal pannello di programmazione e controllo, dal programmatore e dagli accessori relativi;
m) locale esterno: locale ubicato su spazio scoperto, anche in adiacenza all'edificio servito, purché strutturalmente separato e privo di pareti comuni. Sono considerati locali esterni anche quelli ubicati sulla copertura piana dell'edificio servito, purché privo di pareti comuni;
n) locale fuori terra: locale il cui piano di calpestio è a quota non inferiore a quello del piano di riferimento;
o) locale interrato: locale in cui l'intradosso del solaio di copertura è a quota inferiore a + 0,6 m al di sopra del piano di riferimento;
p) locale seminterrato: locale che non è definibile fuori terra ne interrato;
q) piano di riferimento: piano della strada pubblica o privata o dello spazio scoperto sul quale è attestata la parete nella quale sono realizzate le aperture di aerazione;
r) portata termica nominale: quantità di energia termica assorbita nell'unità di tempo dall'apparecchio, dichiarata dal costruttore, espressa in kilowatt (kW);
s) pressione massima di esercizio: pressione massima relativa del combustibile gassoso alla quale può essere esercito l'impianto interno;
t) punto di consegna del gas: punto di consegna del combustibile gassoso individuato in corrispondenza:
- del raccordo di uscita del gruppo di misurazione;
- del raccordo di uscita della valvola di intercettazione, che delimita la porzione di impianto di proprietà dell'utente, nel caso di assenza del gruppo di misurazione;
- del raccordo di uscita del riduttore di pressione della fase gassosa nel caso di alimentazione da serbatoio;

u) serranda tagliafuoco: dispositivo di otturazione ad azionamento automatico destinato ad interrompere il flusso dell'aria nelle condotte aerotermiche ed a garantire la compartimentazione antincendio per un tempo prestabilito.

1.259.2 Luoghi di installazione degli apparecchi

Gli apparecchi possono essere installati:
- all'aperto;
- in locali esterni;
- in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito.

Gli apparecchi devono in ogni caso essere installati in modo tale da non essere esposti ad urti o manomissioni.

1.259.2.1 Installazione all'aperto

1.259.2.1.1 Disposizioni comuni

Gli apparecchi installati all'aperto devono essere costruiti per tale tipo di installazione.
E' ammessa l'installazione in adiacenza alle pareti dell'edificio servito alle seguenti condizioni:
la parete deve possedere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno REI 30 ed essere realizzata con materiale di classe 0 di reazione al fuoco, nonché essere priva di aperture nella zona che si estende, a partire dall'apparecchio, per almeno 0,5 m lateralmente e 1,00 m superiormente.
Qualora la parete non soddisfi in tutto o in parte tali requisiti:
- gli apparecchi devono distare non meno di 0,6 m dalle pareti degli edifici, oppure

- deve essere interposta una struttura di caratteristiche non inferiori a REI 120 di dimensioni superiori di almeno 0,50 m della proiezione retta dell'apparecchio lateralmente ed 1 m superiormente.

1.259.2.1.2 Disposizioni particolari

1.259.2.1.3 Limitazioni per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

Gli apparecchi devono distare non meno di 5 m da:
- cavità o depressioni, poste al piano di installazione degli apparecchi;
- aperture comunicanti con locali sul piano di posa degli apparecchi o con canalizzazioni drenanti.

Tale distanza può essere ridotta del 50% per gli apparecchi di portata termica inferiore a 116 kW.

1.259.2.1.3.1 Limitazioni per i generatori di aria calda installati all'aperto

Nel caso il generatore sia a servizio di locali di pubblico spettacolo o di locali soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/m², deve essere installata sulla condotta dell'aria calda all'esterno dei locali serviti, una serranda tagliafuoco di caratteristiche non inferiori a REI 30 asservita a dispositivo termico tarato a 80 °C o a impianto automatico di rivelazione incendio.
Inoltre, nel caso in cui le lavorazioni o le concentrazioni dei materiali in deposito negli ambienti da riscaldare comportino la formazione di gas, vapori o polveri suscettibili di dare luogo ad incendi o esplosioni, non è permesso il ricircolo dell'aria. Le condotte aerotermiche devono essere conformi al punto 76.1.6.3.

1.259.2.1.3.2 Tubi radianti installati all'aperto

È permessa l'installazione di moduli con la parte radiante posta all'interno dei locali ed il resto dell'apparecchio al di fuori di questi, purché la parete attraversata sia di classe 0 di reazione al fuoco per almeno 1,00 m dall'elemento radiante. Per la parte installata all'interno si applica quanto disposto al punto 76.1.7.

1.259.2.2 Installazione in locali esterni

I locali devono essere ad uso esclusivo e realizzati in materiali di classe 0 di reazione al fuoco. Inoltre essi devono soddisfare i requisiti di ubicazione, di aerazione richiesti al punto 76.1.2.3.1.3. e di disposizione degli apparecchi al loro interno, richiesti al punto 76.1.2.3.1.4.

1.259.2.3 Installazione in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito

1.259.2.3.1 Disposizioni comuni

1.259.2.3.1.1 Ubicazione

a) il piano di calpestio dei locali non può essere ubicato a quota inferiore a 5 m al di sotto del piano di riferimento. Nel caso dei locali di cui al punto 765.1.3.6. è ammesso che tale piano sia a quota più bassa e comunque non inferiore a -10 m dal piano di riferimento.
b) almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, deve essere confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione e larga non meno di 0,6 m ed attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta.

1.259.2.3.1.2 Limitazioni dell'ubicazione di apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

L'installazione è consentita esclusivamente in locali fuori terra, eventualmente comunicanti con locali anch'essi fuori terra. In entrambi i casi il piano di calpestio non deve presentare avvallamenti o affossamenti tali da creare sacche di gas che determinino condizioni di pericolo.

1.259.2.3.1.3 Aperture di aerazione

I locali devono essere dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti esterne di cui al punto 76.1.2.3.1.1., lettera b); è consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione.
Le aperture di aerazione devono essere realizzate e collocate in modo da evitare la formazione di sacche di gas, indipendentemente dalla conformazione della copertura. Nel caso di coperture piane tali aperture devono essere realizzate nella parte più alta della parete di cui al punto 76.1.2.3.1.1., lettera b).
Ai fini della realizzazione delle aperture di aerazione, la copertura è considerata parete esterna qualora confinante con spazio scoperto e di superficie non inferiore al 50% della superficie in pianta del locale, nel caso dei locali di cui al punto 75.1.3. e al 20% negli altri casi.
Le superfici libere minime, in funzione della portata termica complessiva non devono essere inferiori a ("Q" esprime la portata termica, in kW ed "S" la superficie, in cm²):
a) locali fuori terra: S =Q x 10;

b) locali seminterrati ed interrati, fino a quota -5 m dal piano di riferimento: S =Q x 15;
c) locali interrati, a quota compresa tra -5 m e -10 m al di sotto del piano di riferimento, (consentiti solo per i locali di cui al punto 75.1.3.): S =Q x 20 (con un minimo di 5.000 cm²).
Alle serre non si applicano tali valori.
In ogni caso ciascuna apertura non deve avere superficie netta inferiore a 100 cm².

1.259.2.3.1.3.1 Limitazioni delle aperture di aerazione per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8.

Almeno i 2/3 della superficie di aerazione devono essere realizzati a filo del piano di calpestio, con un'altezza minima di 0,2 m. Le aperture di aerazione devono distare non meno di 2 m, per portate termiche non superiori a 116 kW e 4,5 m per portate termiche superiori, da cavità, depressioni o aperture comunicanti con locali ubicati al di sotto del piano di calpestio o da canalizzazioni drenanti.

1.259.2.3.1.4 Disposizione degli apparecchi all'interno dei locali

Le distanze tra un qualsiasi punto esterno degli apparecchi e le pareti verticali e orizzontali del locale, nonché le distanze fra gli apparecchi installati nello stesso locale devono permettere l'accessibilità agli organi di regolazione, sicurezza e controllo nonché la manutenzione ordinaria.

1.259.3 Locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici ed ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore

I locali devono essere destinati esclusivamente agli impianti termici.

1.259.3.1 Ubicazione

I locali non devono risultare sottostanti o contigui a locali di pubblico spettacolo, ad ambienti soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/m² o ai relativi sistemi di vie di uscita. Una deroga a quanto sopra prescritto è tuttavia ammessa purché la parete confinante con spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, o nel caso di locali interrati con intercapedine ad uso esclusivo, attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta, si estenda per una lunghezza non inferiore al 20% del perimetro e la pressione di esercizio non superi i 0,04 bar.

1.259.3.2 Caratteristiche costruttive

I locali posti all'interno di fabbricati destinati anche ad altri usi devono costituire compartimento antincendio.
Le strutture portanti devono possedere i requisiti di resistenza al fuoco non inferiore a R 120, quelle di separazione da altri ambienti non inferiore a REI 120. Le strutture devono essere realizzate con materiale di classe 0 di reazione. Nel caso di apparecchi di portata termica complessiva inferiore a 116 kW è ammesso che tali caratteristiche siano ridotte a R60 e REI 60. Ferme restando le limitazioni di cui al punto 76.1.3.4. l'altezza del locale di installazione deve rispettare le seguenti misure minime, in funzione della portata termica complessiva:
- non superiore a 116 kW: 2,00 m;
- superiore a 116 kW e sino a 350 kW: 2,30 m;
- superiore a 350 kW e sino a 580 kW: 2,60 m;
- superiore a 580 kW: 2,90 m.

1.259.3.3 Aperture di aerazione

La superficie di aerazione, calcolata secondo quanto impartito nel punto 76.1.2.3.1.3., non deve essere in ogni caso inferiore di 3.000 cm² e nel caso di densità maggiore di 0,8 a 5.000 cm².
In caso di locali sottostanti o contigui a locali di pubblico spettacolo o soggetti ad affollamento superiore a 0, 4 persone/m² o ai relativi sistemi di via di uscita, l'apertura di aerazione si deve estendere a filo del soffitto, nella parte più alta della parete attestata su spazio scoperto o su strada pubblica o privata scoperta o nel caso di locali interrati, su intercapedine ad uso esclusivo attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta. La superficie netta di aerazione deve essere aumentata del 50% rispetto ai valori indicati al punto 76.1.2.3.1.3. ed in ogni caso deve estendersi lungo almeno il 70% della parete attestata sull'esterno, come sopra specificato, per una altezza, in ogni punto, non inferiore a 0,50 m. Nel caso di alimentazione con gas a densità superiore a 0,8, tale apertura deve essere realizzata anche a filo del pavimento nel rispetto di quanto previsto al punto 76.1.2.3.1.3.1.

1.259.3.4 Disposizione degli impianti all'interno dei locali

Lungo il perimetro dell'apparecchio è consentito il passaggio dei canali da fumo e delle condotte aerotermiche, delle tubazioni dell'acqua, gas, vapore e dei cavi elettrici a servizio dell'apparecchio.
E' consentita l'installazione a parete di apparecchi previsti per tale tipo di installazione.
E' consentito che più apparecchi termici a pavimento o a parete, previsti per il particolare tipo di installazione, siano posti tra loro in adiacenza o sovrapposti, a condizione che tutti i dispositivi di sicurezza e di controllo siano facilmente raggiungibili.
Il posizionamento dei vari componenti degli impianti deve essere tale da evitare il rischio di formazione di sacche di gas in misura pericolosa.

1.259.3.5 Accesso
L'accesso può avvenire dall'esterno da:
- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 m;
oppure dall'interno tramite disimpegno, realizzato in modo da evitare la formazione di sacche di gas, ed avente le seguenti caratteristiche:
a) impianti di portata termica non superiore a 116 kW: resistenza al fuoco della struttura REI 30 e con porte REI 30;
b) impianti di portata termica superiore a 116 kW:
- superficie netta minima di 2 m²;
- resistenza al fuoco della struttura REI 60 e con porte REI 60;
- aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,5 m² realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine.
Nel caso di alimentazione con gas a densità non superiore a 0,8, è consentito l'utilizzo di un camino di sezione non inferiore a 0,1 m² .
Nel caso di locali ubicati all'interno del volume di fabbricati destinati, anche parzialmente a pubblico spettacolo, caserme, attività comprese nei punti 52, 76, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 93 e 95 (per altezza antincendio oltre 54 m), dell'allegato al D.M. 16 febbraio 1982 o soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone per m², l'accesso deve avvenire direttamente dall'esterno o da intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 m.

1.259.3.5.1 Porte
Le porte dei locali e dei disimpegni devono:
- essere apribili verso l'esterno e munite di congegno di autochiusura, di altezza minima di 2 m e larghezza minima 0,6 m.
Per impianti con portata termica complessiva inferiore a 116 kW il senso di apertura delle porte non è vincolato.
- possedere caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a REI 60 o REI 30, per impianti di portata termica rispettivamente superiore e non a 116 kW. Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o da intercapedine antincendio non è richiesto tale requisito, purché siano in materiale di classe 0 di reazione al fuoco.

1.259.3.6 Limitazioni per l'installazione a quota inferiore a -5 m e sino a -10 m al di sotto del piano di riferimento
a) Le aperture di aerazione e l'accesso devono essere ricavati su una o più intercapedini antincendio, attestate su spazio scoperto, non comunicanti con alcun locale e ad esclusivo uso del locale destinato agli apparecchi.
b) All'esterno del locale ed in prossimità di questo deve essere installata, sulla tubazione di adduzione del gas, una valvola automatica del tipo normalmente chiuso asservita al funzionamento del bruciatore e al dispositivo di controllo della tenuta del tratto di impianto interno tra la valvola stessa e il bruciatore.
c) La pressione di esercizio non deve essere superiore a 0,04 bar.

1.259.4 Locali per forni da pane, lavaggio biancheria, altri laboratori artigiani e sterilizzazione
Gli apparecchi devono essere installati in locali a essi esclusivamente destinati o nei locali in cui si svolgono le lavorazioni.

1.259.4.1 Caratteristiche costruttive
Le strutture portanti devono possedere i requisiti di resistenza al fuoco non inferiore a R 60, quelle di separazione da altri ambienti non inferiore a REI 60. Per portate termiche complessive fino a 116 kW, sono consentite strutture R/REI 30.

1.259.4.2 Accesso e comunicazioni
L'accesso può avvenire:
- direttamente dall'esterno, tramite porta larga almeno 0,9 m realizzata in materiale di classe 0 di reazione al fuoco e/o;
- da locali attigui, purché pertinenti l'attività stessa, tramite porte larghe almeno 0,9 m, di resistenza al fuoco non inferiore a REI 30, dotate di dispositivo di autochiusura anche del tipo normalmente aperto purché asservito ad un sistema di rivelazione incendi.

1.259.5 Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie
I locali, fatto salvo quanto consentito nel successivo punto 76.1.5.3., devono essere esclusivamente destinati agli apparecchi.

1.259.5.1 Caratteristiche costruttive
Le strutture portanti devono possedere resistenza al fuoco non inferiore a R 120, quelle di separazione da altri ambienti non inferiore a REI 120.
Per impianti di portata termica complessiva fino a 116 kW sono consentite caratteristiche R/REI 60.

1.259.5.2 Accesso e comunicazioni
L'accesso può avvenire direttamente:
- dall'esterno, tramite porta larga almeno 0,9 m in materiale di classe 0 di reazione al fuoco;
- e/o dal locale consumazione pasti, tramite porte larghe almeno 0,9 m di caratteristiche almeno REI 30 negli altri casi, dotate di dispositivo di autochiusura anche del tipo normalmente aperto purché asservito ad un sistema di rivelazione incendi.
E' consentita la comunicazione con altri locali, pertinenti l'attività servita dall'impianto, tramite disimpegno anche non aerato, con eccezione dei locali destinati a pubblico spettacolo, con i quali la comunicazione può avvenire esclusivamente tramite disimpegno avente le caratteristiche indicate al punto 76.1.3.5., lettera b), indipendentemente dalla portata termica.

1.259.5.2.1 Ulteriori limitazioni per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8.
La comunicazione con caserme, locali soggetti ad affollamenti superiore a 0,4 persone/ m², locali di pubblico spettacolo o destinati alle attività di cui ai punti 52, 76, 85, 86, 87, 88 e 90 dell'allegato al D.M. 16 febbraio 1982, può avvenire esclusivamente tramite disimpegno avente le caratteristiche indicate al punto 76.1.3.5, lettera b), indipendentemente dalla portata termica.

1.259.5.3 Installazioni in locali in cui avviene anche la consumazione di pasti
L'installazione di apparecchi a servizio di cucine negli stessi locali di consumazione pasti, è consentita alle seguenti ulteriori condizioni:
a) gli apparecchi utilizzati devono essere asserviti a un sistema di evacuazione forzata (per esempio: cappa munita di aspiratore meccanico);
b) l'alimentazione del gas alle apparecchiature deve essere direttamente asservita al sistema di evacuazione forzata e deve interrompersi nel caso che la portata di questo scenda sotto i valori prescritti in seguito; la riammissione del gas alle apparecchiature deve potersi fare solo manualmente;
c) l'atmosfera della zona cucina, durante l'esercizio, deve essere mantenuta costantemente in depressione rispetto a quella della zona consumazione pasti;
d) il sistema di evacuazione deve consentire l'aspirazione di un volume almeno uguale a 1 m³/h di fumi per ogni kW di potenza assorbita dagli apparecchi ad esso asserviti;
e) le cappe o i dispositivi similari devono essere costruiti in materiale di classe 0 di reazione al fuoco e dotati di filtri per grassi e di dispositivi per la raccolta delle eventuali condense;
f) tra la zona cucina e la zona consumazione pasti deve essere realizzata una separazione verticale pendente dalla copertura fino a quota 2,2 m dal pavimento, atta ad evitare l'espandersi dei fumi e dei gas caldi in senso orizzontale all'interno del locale, in materiale di classe 0 di reazione al fuoco ed avente adeguata resistenza meccanica, particolarmente nel vincolo;
g) le comunicazioni dei locali con altri, pertinenti l'attività servita, deve avvenire tramite porte REI 30 con dispositivo di autochiusura;
h) il locale consumazione pasti, in relazione all'affollamento previsto, deve essere servito da vie di circolazione ed uscite, tali da consentire una rapida e sicura evacuazione delle persone presenti in caso di emergenza.

1.259.6 Locali di installazione di generatori di aria calda a scambio diretto
1.259.6.1 Locali destinati esclusivamente ai generatori
I locali e le installazioni devono soddisfare i requisiti richiesti al punto 76.1.3. E' tuttavia ammesso che i locali comunichino con gli ambienti da riscaldare attraverso le condotte aerotermiche, che devono essere conformi al successivo punto 76.1.6.3. Inoltre:
- nel caso in cui le lavorazioni o le concentrazioni dei materiali in deposito negli ambienti da riscaldare comportino la formazione di gas, vapori o polveri suscettibili di dare luogo ad incendi o esplosioni non è permesso il ricircolo dell'aria;
- l'impianto deve essere munito di dispositivo automatico che consenta, in caso di intervento della serranda tagliafuoco l'espulsione all'esterno dell'aria calda proveniente dall'apparecchio;
- l'intervento della serranda tagliafuoco deve determinare automaticamente lo spegnimento del bruciatore.

1.259.6.2 Locali di installazione destinati ad altre attività
E' vietata l'installazione all'interno di locali di pubblico spettacolo, locali soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/m², locali in cui le lavorazioni o le concentrazioni dei materiali in deposito negli ambienti da riscaldare

comportino la formazione di gas, vapori o polveri suscettibili di dare luogo ad incendi o esplosioni.
All'interno di autorimesse ed autofficine potranno essere consentiti solo gli apparecchi rispondenti alle specifiche norme tecniche armonizzate.

1.259.6.2.1 Caratteristiche dei locali

Le pareti alle quali siano addossati, eventualmente, gli apparecchi devono possedere caratteristiche almeno REI 30 ed in classe 0 di reazione al fuoco.
Qualora non siano soddisfatti i requisiti di incombustibilità o di resistenza al fuoco, l'installazione all'interno deve avvenire nel rispetto delle seguenti distanze:
- 0,60 m tra l'involucro dell'apparecchio e le pareti;
- 1,00 m tra l'involucro dell'apparecchio ed il soffitto.

Se tali distanze non sono rispettate, deve essere interposta una struttura di caratteristiche non inferiori a REI 120 di dimensioni superiori di almeno 0,50 m della proiezione retta dell'apparecchio. Inoltre le pareti attraversate, in corrispondenza della condotta di scarico dei prodotti della combustione, devono essere adeguatamente protette. Nel caso di installazione in ambienti soggetti a depressione o nei quali le lavorazioni comportanti lo sviluppo di apprezzabili quantità di polveri incombustibili, gli apparecchi con bruciatore atmosferico devono essere di tipo C.

1.259.6.2.2 Disposizione degli apparecchi

La distanza fra la superficie esterna del generatore di aria calda e della condotta di evacuazione dei gas combusti da eventuali materiali combustibili in deposito deve essere tale da impedire il raggiungimento di temperature pericolose ed in ogni caso non inferiore a 4 m. Tali prescrizioni non si applicano agli apparecchi posti ad una altezza non inferiore a 2,5 m dal pavimento per i quali sono sufficienti distanze minime a 1,5 m.
Gli apparecchi possono essere installati a pavimento od a una altezza inferiore a 2,5 m, se protetti da una recinzione metallica fissa di altezza non inferiore a 1,5 m e distante almeno 0,6 m e comunque posta in modo da consentire le operazioni di manutenzione e di controllo.

1.259.6.3 Condotte aerotermiche

Le condotte devono essere realizzate in materiale di classe 0 di reazione al fuoco. I giunti antivibranti devono essere di classe di reazione al fuoco non superiore a 2.
Negli attraversamenti di pareti e solai, lo spazio attorno alle condotte deve essere sigillato con materiale di classe 0 e di reazione al fuoco, senza tuttavia ostacolare le dilatazioni delle condotte stesse.
Le condotte non possono attraversare luoghi sicuri (che non siano spazi scoperti), vani scala, vani ascensore e locali in cui le lavorazioni o i materiali in deposito comportano il rischio di esplosione e/o incendio. L'attraversamento dei soprarichiamati locali può tuttavia essere ammesso se le condotte o le strutture che le racchiudono hanno una resistenza al fuoco non inferiore alla classe del locale attraversato ed in ogni caso non inferiore a REI 30.
Qualora le condotte attraversino strutture che delimitano compartimenti antincendio, deve essere installata, in corrispondenza dell'attraversamento, almeno una serranda, avente resistenza al fuoco pari a quella della struttura attraversata, azionata automaticamente e direttamente da:
- rilevarori di fumo, installati nelle condotte, qualora gli apparecchi siano a servizio di più di un compartimento antincendio e si effettui il ricircolo dell'aria:
- dispositivi termici, tarati a 80° C, posti in corrispondenza delle serrande stesse negli altri casi.

In ogni caso l'intervento della serranda deve determinare automaticamente lo spegnimento del bruciatore.

1.259.7 Locali di installazione di moduli a tubi radianti

E' vietata l'installazione all'interno di locali di pubblico spettacolo, locali soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/m², locali in cui le lavorazioni o le concentrazioni dei materiali in deposito negli ambienti da riscaldare comportino la formazione di vapori e/o polveri suscettibili di dare luogo ad incendi e/o esplosioni.

1.259.7.1 Caratteristiche dei locali

Le strutture verticali e/o orizzontali su cui sono installati i moduli a tubi radianti devono essere almeno REI 30 e in classe 0 di reazione al fuoco.
I moduli devono essere installati a non meno di 0,6 m dalle pareti.

1.259.7.2 Disposizione dei moduli all'interno dei locali

La distanza tra la superficie esterna del modulo ed eventuali materiali combustibili in deposito ed il piano calpestabile deve essere tale da impedire il raggiungimento di temperature pericolose ed in ogni caso non inferiore a 4,00 m.

1.259.8 Installazione all'interno di serre

L'installazione all'interno di serre deve avvenire nel rispetto delle seguenti distanze minime da superfici combustibili:
- 0,60 m tra l'involucro dell'apparecchio e le pareti;
- 1,00 m tra l'involucro dell'apparecchio ed il soffitto.

Se tali distanze non sono rispettate, deve essere interposta una struttura di caratteristiche non inferiori a REI 120 di dimensioni superiori di almeno 0,50 m della proiezione retta dell'apparecchio.
L'aerazione deve essere assicurata da almeno un'apertura di superficie non inferiore a 100 cm² .

1.259.9 Impianto elettrico

L'impianto elettrico deve essere realizzato in conformità alla legge n. 186 dell' 1 marzo 1968 e tale conformità deve essere attestata secondo le procedure previste dalla legge n. 46 del 5 marzo 1990.
L'interruttore generale nei locali di cui al punto 76.1.3. deve essere installato all'esterno dei locali, in posizione segnalata ed accessibile. Negli altri casi deve essere collocato lontano dall'apparecchio utilizzatore, in posizione facilmente raggiungibile e segnalata.

1.259.10 Mezzi di estinzione degli incendi

In ogni locale e in prossimità di ciascun apparecchio deve essere installato un estintore di classe 21A 89 BC. I mezzi di estinzione degli incendi devono essere idonei alle lavorazioni o ai materiali in deposito nei locali ove questi sono consentiti.

1.259.11 Segnaletica di sicurezza

La segnaletica di sicurezza deve richiamare l'attenzione sui divieti e sulle limitazioni imposti e segnalare la posizione della valvola esterna di intercettazione generale del gas e dell'interruttore elettrico generale.

1.259.12 Esercizio e manutenzione

Si richiamano gli obblighi di cui all'art. 11 del D.P.R. 26 agosto 1993 n. 412.
Nei locali di cui al punto 76.1.3. è vietato depositare ed utilizzare sostanze infiammabili o tossiche e materiali non attinenti all'impianto e devono essere adottate adeguate precauzioni affinché, durante qualunque tipo di lavoro, l'eventuale uso di fiamme libere non costituisca fonte di innesco.

1.260 *Impianti termici alimentati da combustibili liquidi*

La progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi deve rispettare le prescrizioni del D.M. 28 aprile 2005 di seguito riportate.
Le norme di tale decreto riguardano i sottoelencati impianti termici di portata termica complessiva maggiore di 35 kW (convenzionalmente tale valore e' assunto corrispondente al valore di 30.000 kcal/h indicato nelle precedenti disposizioni), alimentati da combustibili liquidi:
a) climatizzazione di edifici e ambienti;
b) produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore;
c) forni da pane e altri laboratori artigiani;
d) lavaggio biancheria e sterilizzazione;
e) cucine e lavaggio stoviglie.
Sono esclusi dal campo di applicazione gli impianti realizzati specificatamente per essere inseriti in cicli di lavorazione industriale e gli inceneritori.
Non sono oggetto del presente decreto le attrezzature a pressione e gli insiemi disciplinati dal D.Lgs. 25 febbraio 2000, n. 93 , di attuazione della direttiva 97/23/CE.
Più apparecchi termici installati nello stesso locale o in locali direttamente comunicanti, sono considerati come facenti parte di un unico impianto, di portata termica pari alla somma delle portate termiche dei singoli apparecchi. All'interno di una singola unità immobiliare adibita ad uso abitativo, ai fini del calcolo della portata termica complessiva, non concorrono gli apparecchi domestici di portata termica singola non superiore a 35 kW quali gli apparecchi di cottura alimenti, le stufe, i caminetti, i radiatori individuali, gli scaldacqua unifamiliari, gli scaldabagno e le lavabiancheria.
Le disposizioni del presente decreto si applicano agli impianti di nuova realizzazione.
Ai fini della prevenzione degli incendi ed allo scopo di raggiungere i primari obiettivi di sicurezza relativi alla salvaguardia delle persone, dei beni e dei soccorritori, gli impianti termici alimentati da combustibili liquidi debbono essere realizzati in modo da:
- evitare la fuoriuscita accidentale di combustibile;
- evitare, nel caso di fuoriuscita accidentale di combustibile, spandimenti in locali diversi da quello di installazione;
- limitare, in caso di incendio, danni alle persone;
- limitare, in caso di incendio, danni ai locali vicini a quelli contenenti gli impianti;
- consentire ai soccorritori di operare in condizioni di sicurezza.

1.260.1 Luoghi di installazione degli apparecchi

Gli apparecchi possono essere installati:
- all'aperto;
- in locali esterni;
- in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito;

- in serre.

Gli apparecchi devono in ogni caso essere installati in modo tale da non essere esposti ad urti o manomissioni.

Nel caso in cui l'asse del bruciatore e' ubicato a quota maggiore della generatrice superiore del serbatoio non e' necessario prevedere bacini di contenimento o soglie rialzate.

1.260.2 Installazione all'aperto

1.260.2.1 Disposizioni comuni

Gli apparecchi installati all'aperto, in luogo avente le caratteristiche di spazio scoperto, devono essere costruiti per tale tipo di installazione oppure adeguatamente protetti dagli agenti atmosferici, secondo quanto stabilito dal costruttore.

E' ammessa l'installazione in adiacenza alle pareti dell'edificio servito alle seguenti condizioni: la parete deve possedere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno REI 30 ed essere realizzata con materiale incombustibile.

Qualora la parete non soddisfi in tutto o in parte tali requisiti:

gli apparecchi devono distare almeno 0,6 m dalle pareti degli edifici, oppure,

deve essere interposta una struttura avente caratteristiche non inferiori a REI 120 di dimensioni superiori di almeno 0,5 m della proiezione retta dell'apparecchio lateralmente ed 1 m superiormente.

Qualora la generatrice superiore del serbatoio si trovi a quota maggiore rispetto all'asse del bruciatore, deve essere previsto un idoneo bacino di contenimento avente altezza minima pari a 0,20 m e realizzato in modo tale da evitare l'accumulo delle acque meteoriche.

1.260.2.2 Disposizioni particolari

1.260.2.2.1Limitazioni per i generatori di aria calda installati all'aperto

Nel caso il generatore sia a servizio di locali di pubblico spettacolo o di locali soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/m², deve essere installata sulla condotta dell'aria calda all'esterno dei locali serviti, una serranda tagliafuoco di caratteristiche non inferiori a REI 30 asservita a dispositivo termico tarato a 80 °C o a impianto automatico di rivelazione incendio. Inoltre, nel caso in cui le lavorazioni o i materiali in deposito negli ambienti da riscaldare comportino la formazione di gas, vapori o polveri suscettibili di dar luogo ad incendi e/o esplosioni, non e' permesso il ricircolo dell'aria. Le condotte aerotermiche devono essere conformi al punto 76.2.4.5.3.

1.260.2.3 Tubi e nastri radianti installati all'aperto

E' ammessa l'installazione di tubi e nastri con la parte radiante posta all'interno dei locali ed il resto dell'apparecchio al di fuori di questi, purché la parete attraversata sia realizzata in materiale incombustibile per almeno 1,00 m dall'elemento radiante. Per la parte installata all'interno si applica quanto disposto al punto 76.3.4.6 per i moduli a tubi radianti e al punto 76.3.4.7 per i nastri radianti.

1.260.3 Installazione in locali esterni

I locali devono essere ad uso esclusivo e realizzati in materiali incombustibili. Inoltre essi devono soddisfare i requisiti di ubicazione richiesti al punto 76.2.2, di aerazione richiesti al punto 76.3.4.1.2 e di disposizione degli apparecchi al loro interno, richiesti al punto 76.2.4.1.3.

1.260.4 Installazione in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito

1.260.4.1 Disposizioni comuni

1.260.4.1.1 Ubicazione

Gli impianti termici possono essere installati in un qualsiasi locale del fabbricato che abbia almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione, larga almeno 0,6 m ed attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta.

1.260.4.1.2 Aperture di aerazione

I locali devono essere dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti esterne di cui al punto 76.2.4.1.1; è consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione. Ai fini della realizzazione delle aperture di aerazione, la copertura e' considerata parete esterna qualora confinante con spazio scoperto e di superficie non inferiore al 50% della superficie in pianta del locale, nel caso dei locali di cui al punto 76.2.4.2, e al 20% negli altri casi.

Fatto salvo quanto previsto dal regolamento per l'esecuzione della legge 13 luglio 1966, n. 615, contro l'inquinamento atmosferico, approvato con D.P.R. 22 dicembre 1970, n. 1391, le superfici libere minime, in funzione della portata termica complessiva, non devono essere inferiori a quanto di seguito riportato («Q» esprime la portata termica, in kW, e «S» la superficie, in cm²):

a) locali fuori terra: S >= Q x 6;

b) locali seminterrati ed interrati, fino a quota -5 m dal piano di riferimento: S >= Q x 9;

c) locali interrati, a quota inferiore a -5 m al di sotto del piano di riferimento: S >= Q x 12 con un minimo di 3.000 cm².

In ogni caso ciascuna apertura non deve avere superficie netta inferiore a 100 cm².

1.260.4.1.3 Disposizione degli apparecchi all'interno dei locali.

1. Le distanze tra un qualsiasi punto esterno degli apparecchi e le pareti verticali e orizzontali del locale, nonché le distanze fra gli apparecchi installati nello stesso locale, devono permettere l'accessibilità' agli organi di regolazione, sicurezza e controllo nonché la manutenzione ordinaria secondo quanto prescritto dal costruttore dell'apparecchio.

1.260.4.2 Locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici ed ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore

I locali devono essere destinati esclusivamente agli impianti termici.

1.260.4.2.1 Caratteristiche costruttive

I locali posti all'interno di fabbricati destinati anche ad altri usi devono costituire compartimento antincendio.
Le strutture portanti devono possedere requisiti di resistenza al fuoco non inferiori a R 120, quelle di separazione da altri ambienti non inferiori a REI 120. Nel caso di apparecchi di portata termica complessiva inferiore a 116 kW è ammesso che tali caratteristiche siano ridotte a R 60 e REI 60. Le strutture devono essere realizzate con materiali incombustili.
Ferme restando le limitazioni di cui al punto 76.3.4.1.3 ed al successivo punto 76.3.4.2.3, l'altezza del locale di installazione deve rispettare le seguenti misure minime, in funzione della portata termica complessiva:
- non superiore a 116 kW: 2,00 m;
- superiore a 116 kW e sino a 350 kW: 2,30 m;
- superiore a 350 kW: 2,50 m.

Qualora la generatrice superiore del serbatoio si trovi a quota maggiore rispetto all'asse del bruciatore, la soglia del locale deve essere rialzata di almeno 0,20 m rispetto al pavimento. Inoltre il pavimento ed una fascia di almeno 0,20 m di altezza delle pareti perimetrali, devono essere resi impermeabili al combustibile utilizzato in modo che si possa determinare un bacino di contenimento in caso di fuoriuscita accidentale di combustibile.

1.260.4.2.2 Aperture di aerazione

La superficie di aerazione, calcolata e realizzata secondo le modalità riportate al punto 76.2.4.1.2, non deve essere in ogni caso inferiore a 2.500 cm² .

1.260.4.2.3 Disposizione degli apparecchi all'interno dei locali

Lungo il perimetro dell'apparecchio e' consentito il passaggio dei canali da fumo e delle condotte aerotermiche, delle tubazioni dell'acqua, del combustibile, del vapore e dei cavi elettrici a servizio dell'apparecchio.
E' consentita l'installazione a parete di apparecchi previsti per tale tipo di installazione.
E' consentito che più apparecchi termici a pavimento o a parete, previsti per il particolare tipo di installazione, siano posti tra loro in adiacenza o sovrapposti, a condizione che tutti i dispositivi di sicurezza e di controllo siano facilmente raggiungibili.

1.260.4.2.4 Accesso

L'accesso può avvenire dall'esterno da:
- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 m.

L'accesso dall'interno può avvenire solo tramite disimpegno avente le seguenti caratteristiche:
a) impianti di portata termica non superiore a 116 kW:
- resistenza al fuoco delle strutture e delle porte REI 30;

b) impianti di portata termica superiore a 116 kW:
- superficie in pianta netta minima di 2 m²;
- resistenza al fuoco delle strutture e delle porte REI 60;
- aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,5 m² realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta o su intercapedine. Nel caso in cui l'aerazione non sia realizzabile come sopra specificato e' consentito l'utilizzo di un condotto in materiale incombustibile di sezione non inferiore a 0,1 m² sfociante al di sopra della copertura dell'edificio.

Nel caso di locali ubicati all'interno del volume di fabbricati destinati, anche parzialmente a pubblico spettacolo, caserme, attività comprese nei punti 52, 76, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 93 e 95 (per edifici aventi altezza antincendio

superiore a 54 m) dell'allegato al D.M. 16 febbraio 1982 o soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone per m², l'accesso deve avvenire direttamente dall'esterno o da intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 m.

1.260.4.2.4.1 Porte

Le porte dei locali e dei disimpegni devono:
- avere altezza minima di 2,00 m e larghezza minima di 0,8 m;
- essere munite di dispositivo di autochiusura. Inoltre:
a) per impianti con portata termica complessiva non superiore a 116 kW:
- possedere caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a REI 30;
b) per impianti con portata termica complessiva superiore a 116 kW:
- essere apribili verso l'esterno;
- possedere caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a REI 60.
Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, o da intercapedine antincendio non e' richiesto il requisito della resistenza al fuoco, purché siano realizzate in materiale incombustibile.

1.260.4.3 Locali per forni da pane, lavaggio biancheria, altri laboratori artigiani e sterilizzazione.
Gli apparecchi devono essere installati in locali ad essi esclusivamente destinati o nei locali in cui si svolgono le lavorazioni.

1.260.4.3.1 Caratteristiche costruttive

Le strutture portanti devono possedere requisiti di resistenza al fuoco non inferiori a R 60, quelle di separazione da altri ambienti non inferiori a REI 60. Per portate termiche complessive fino a 116 kW, sono consentite caratteristiche di resistenza al fuoco R/REI 30.

1.260.4.3.2 Accesso e comunicazioni

L'accesso ai locali può avvenire:
- direttamente dall'esterno, tramite porta larga almeno 0,8 m realizzata in materiale incombustibile;
- da locali attigui, purché pertinenti l'attività stessa, tramite porte larghe almeno 0,8 m, di resistenza al fuoco non inferiore a REI 30, dotate di dispositivo di autochiusura anche del tipo normalmente aperto purché asservito ad un sistema di rivelazione incendi.

1.260.4.4 Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie
I locali, fatto salvo quanto consentito nel successivo punto 76.2.4.4.3, devono essere esclusivamente destinati agli apparecchi.

1.260.4.4.1 Caratteristiche costruttive

Le strutture portanti devono possedere requisiti di resistenza al fuoco non inferiori a R 120, quelle di separazione da altri ambienti non inferiori a REI 120. Per impianti di portata termica complessiva fino a 116 kW sono consentite caratteristiche R/REI 60.

1.260.4.4.2 Accesso e comunicazioni

L'accesso può avvenire:
- direttamente dall'esterno, tramite porta larga almeno 0,8 m realizzata in materiale incombustibile;
- dal locale consumazione pasti, tramite porte larghe almeno 0,8 m, di resistenza al fuoco non inferiore a REI 60 per portate termiche superiori a 116 kW e REI 30 negli altri casi, dotate di dispositivo di autochiusura anche del tipo normalmente aperto purché asservito ad un sistema di rivelazione incendi.
E' consentita la comunicazione con altri locali, pertinenti l'attività' servita dall'impianto, tramite disimpegno anche non aerato, con eccezione dei locali destinati a pubblico spettacolo, con i quali la comunicazione può avvenire esclusivamente tramite disimpegno avente le caratteristiche indicate al punto 76.2.4.2.4, comma 2, lettera b), indipendentemente dalla portata termica.

1.260.4.4.3 Installazioni in locali in cui avviene anche la consumazione di pasti

L'installazione di apparecchi di cottura e' consentita, negli stessi locali di consumazione pasti, alle seguenti ulteriori condizioni:
a) gli apparecchi utilizzati devono essere corredati di un efficace sistema di evacuazione dei fumi e dei vapori di cottura (per esempio: cappa aspirante);
b) le cappe o i dispositivi similari devono essere costruiti in materiale incombustibile e dotati di filtri per grassi e di dispositivi per la raccolta delle eventuali condense;
c) le comunicazioni dei locali con altri, pertinenti l'attività' servita, deve avvenire tramite porte REI 30 con dispositivo di autochiusura;

d) il locale consumazione pasti, in relazione all'affollamento previsto, deve essere servito da vie di esodo ed uscite, tali da consentire una rapida e sicura evacuazione delle persone presenti in caso di emergenza.

1.260.4.5 Locali di installazione di generatori di aria calda a scambio diretto

1.260.4.5.1 Locali destinati esclusivamente ai generatori

I locali e le installazioni devono soddisfare i requisiti richiesti al punto 76.2.4.2. E' tuttavia ammesso che i locali comunichino con gli ambienti da riscaldare attraverso le condotte aerotermiche, che devono essere conformi al successivo punto 76.2.4.5.3.
Inoltre:
- nel caso in cui le lavorazioni o le concentrazioni dei materiali in deposito negli ambienti da riscaldare comportino la formazione di gas, vapori o polveri suscettibili di dar luogo ad incendi e/o esplosioni, non e' permesso il ricircolo dell'aria;
- l'impianto deve essere munito di dispositivo automatico che consenta, in caso di intervento della serranda tagliafuoco,
- l'espulsione all'esterno dell'aria calda proveniente dall'apparecchio;
- l'intervento della serranda tagliafuoco deve determinare automaticamente lo spegnimento del bruciatore.

1.260.4.5.2 Locali di installazione destinati ad altre attività

È vietata l'installazione all'interno di locali di pubblico spettacolo, locali soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/m², locali in cui le lavorazioni o le concentrazioni dei materiali in deposito negli ambienti da riscaldare comportino la formazione di gas, vapori o polveri suscettibili di dar luogo ad incendi e/o esplosioni.

1.260.4.5.2.1 Caratteristiche dei locali

Le pareti alle quali sono addossati, eventualmente, gli apparecchi devono possedere caratteristiche almeno REI 30 ed essere realizzate in materiale incombustibile.
Qualora non siano soddisfatti i suddetti requisiti di comportamento al fuoco, devono essere rispettate le seguenti distanze:
0,60 m tra l'involucro dell'apparecchio e le pareti;
1,00 m tra l'involucro dell'apparecchio ed il soffitto.
Se tali distanze non sono rispettate deve essere interposta una struttura di schermo, avente caratteristiche non inferiori a REI 120 e dimensioni superiori di almeno 0,50 m della proiezione retta dell'apparecchio.

1.260.4.5.2.2 Disposizione degli apparecchi

La distanza fra la superficie esterna del generatore di aria calda, del canale da fumo e del camino da eventuali materiali combustibili in deposito deve essere tale da impedire il raggiungimento, sulla superficie di detti materiali, di temperature pericolose per lo sviluppo di incendi e/o alterazioni o reazioni chimiche e, in ogni caso, non inferiore a 4 m.
Tale limitazione non si applica agli apparecchi posti ad un'altezza non inferiore a 2,5 m dal pavimento per i quali sono sufficienti distanze minime pari a 1,5 m.
Gli apparecchi installati a pavimento od ad una altezza inferiore a 2,5 m, devono essere protetti da una recinzione metallica fissa di altezza non inferiore a 1,5 m, distante almeno 0,6 m dall'apparecchio e comunque posta in modo da consentire le operazioni di manutenzione e di controllo.

1.260.4.5.3 Condotte aerotermiche

Le condotte devono essere realizzate in conformità a quanto previsto dal D.M. 31 marzo 2003 recante: «Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa aria degli impianti di condizionamento e ventilazione».
Negli attraversamenti di pareti e solai, lo spazio attorno alle condotte deve essere sigillato con materiale incombustibile, senza tuttavia ostacolare le dilatazioni delle condotte stesse.
Le condotte non possono attraversare luoghi sicuri (che non siano spazi scoperti), vani scala, vani ascensore e locali in cui le lavorazioni o i materiali in deposito comportano il rischio di esplosione e/o incendio. L'attraversamento dei sopra richiamati locali può tuttavia essere ammesso se le condotte o le strutture che le racchiudono hanno una resistenza al fuoco non inferiore alla classe del locale attraversato ed in ogni caso non inferiore a REI 30.
Qualora le condotte attraversino strutture che delimitano compartimenti antincendio, deve essere installata, in corrispondenza dell'attraversamento, almeno una serranda, avente resistenza al fuoco pari a quella della struttura attraversata, azionata automaticamente e direttamente da:
- rivelatori di fumo, installati nelle condotte, qualora gli apparecchi siano a servizio di più di un compartimento antincendio e si effettui il ricircolo dell'aria;
- dispositivi termici, tarati a 80° C, posti in corrispondenza delle serrande stesse, negli altri casi.
L'intervento della serranda deve determinare automaticamente lo spegnimento del bruciatore.

1.260.4.6 Locali di installazione di moduli a tubi radianti

È vietata l'installazione all'interno di locali di pubblico spettacolo, locali soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/m², locali in cui le lavorazioni o le concentrazioni dei materiali in deposito negli ambienti da riscaldare comportino la formazione di gas, vapori o polveri suscettibili di dar luogo ad incendi e/o esplosioni.

1.260.4.6.1 Caratteristiche dei locali

Le strutture orizzontali e/o verticali alle quali sono addossati i bruciatori dei moduli a tubi radianti, devono possedere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno R/REI 30 e realizzate in materiale incombustibile.
Qualora non siano soddisfatti i suddetti requisiti di comportamento al fuoco, l'installazione deve avvenire nel rispetto delle seguenti distanze:
0,60 m tra l'involucro dei bruciatori e le pareti;
1,00 m tra l'involucro dei bruciatori ed il soffitto.
Se tali distanze non sono rispettate, deve essere interposta una struttura di caratteristiche non inferiori a REI 120 avente dimensioni lineari maggiori di almeno 0,50 m rispetto a quelle della proiezione retta del bruciatore lateralmente, e 1,0 m rispetto a quelle della proiezione retta del bruciatore superiormente.

1.260.4.6.2 Disposizione dei moduli all'interno dei locali

La distanza tra la superficie esterna del modulo ed eventuali materiali combustibili in deposito ed il piano calpestabile deve essere tale da impedire il raggiungimento di temperature pericolose ed in ogni caso non inferiore a 4,00 m.
Il circuito radiante deve essere installato in modo da garantire, sulla base di specifiche istruzioni tecniche fornite dal costruttore, che la temperatura delle strutture verticali e orizzontali alle quali e' addossato il circuito medesimo non superi i 50° C, prevedendo, ove necessario, l'interposizione di idonee schermature di protezione.

1.260.4.7 Locali di installazione di nastri radianti

I nastri radianti devono essere installati rispettando una distanza minima di 4,00 m tra il piano di calpestio e il filo inferiore del circuito radiante dell'apparecchio.
Fatto salvo quanto previsto nelle specifiche regole tecniche di prevenzione incendi, è in ogni caso vietata l'installazione dei suddetti apparecchi:
- all'interno di locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo;
- in locali soggetti a densità di affollamento maggiore di 0,4 persone/m²;
- in locali interrati;
- in locali in cui le lavorazioni o le concentrazioni dei materiali in deposito negli ambienti da riscaldare comportino la formazione di gas, vapori e/o polveri suscettibili di dare luogo ad incendi e/o esplosioni.

Negli impianti sportivi e nei locali soggetti ad affollamento con densità maggiore di 0,1 persone/m², e' ammessa l'installazione di nastri radianti, a condizione che l'unità termica sia posizionata all'aperto.

1.260.4.7.1 Caratteristiche dei locali

1.260.4.7.1.1 Unità termica posizionata all'aperto

L'installazione deve essere conforme alle disposizioni di cui al punto 76.2.2.1.

1.260.4.7.1.2 Unità termica posizionata all'interno dei locali

Le strutture orizzontali e/o verticali alle quali sono addossate le unità termiche, devono possedere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno R/REI 30 e realizzate in materiale incombustibile.
Qualora non siano soddisfatti i suddetti requisiti di comportamento al fuoco, l'installazione all'interno deve avvenire nel rispetto delle seguenti distanze:
0,60 m tra l'involucro dell'unita' termica e le pareti;
1,00 m tra l'involucro dell'unita' termica ed il soffitto.
Se tali distanze non sono rispettate, deve essere interposta una struttura di caratteristiche non inferiori a REI 120 avente dimensioni lineari maggiori di almeno 0,50 m rispetto a quelle della proiezione retta dell'unita' termica lateralmente, e 1,0 m rispetto a quelle della proiezione retta dell'unita' termica superiormente.

1.260.4.7.2 Disposizione delle condotte radianti all'interno dei locali.

La distanza tra la superficie esterna delle condotte radianti ed eventuali materiali combustibili in deposito deve essere tale da impedire il raggiungimento di temperature pericolose sulla superficie dei materiali stessi ai fini dello sviluppo di eventuali incendi e/o reazioni di combustione, ed in ogni caso non minore di 1,5 m.
Le condotte radianti devono essere installate in modo da garantire, sulla base di specifiche istruzioni tecniche fornite dal costruttore, che la temperatura delle strutture verticali e orizzontali alle quali sono addossate le condotte medesime non superi i 50° C, prevedendo, ove necessario, l'interposizione di idonee schermature di protezione.

1.260.4.7.3 Aperture di aerazione

Qualora l'unità termica sia installata all'interno dei locali, deve essere realizzata una superficie permanente di aerazione di sezione almeno pari a quanto prescritto al punto 76.2.4.1.2.
La medesima superficie permanente di aerazione deve essere prevista nel caso di installazione dell'unita termica all'aperto, qualora il rapporto fra il volume del locale ove sono installate le condotte radianti ed il volume interno del circuito di condotte radianti, sia minore di 150.

1.260.5 Installazione di apparecchi all'interno di serre

L'installazione di apparecchi all'interno di serre deve avvenire nel rispetto delle seguenti distanze minime da superfici combustibili:
0,60 m tra l'involucro dell'apparecchio e le pareti;
1,00 m tra l'involucro dell'apparecchio ed il soffitto.
Se tali distanze non sono rispettate, deve essere interposta una struttura di schermo avente caratteristiche non inferiori a REI 120 e dimensioni superiori di almeno 0,50 m della proiezione retta dell'apparecchio.
L'aerazione deve essere assicurata da almeno un'apertura di superficie non inferiore a 100 cm².

1.260.6 Deposito di combustibile liquido

1.260.6.1 Ubicazione

Il deposito, costituito da uno o più serbatoi, può essere ubicato all'esterno o all'interno dell'edificio nel quale e' installato l'impianto termico o all'interno di serre.
Nel caso di deposito ubicato all'esterno, i serbatoi possono essere interrati sotto cortile, giardino o strada oppure installati a vista in apposito e distinto locale oppure all'aperto.
Nel caso di deposito ubicato all'interno dell'edificio, i serbatoi possono essere interrati sotto pavimento, oppure installati a vista, in locali aventi caratteristiche di ubicazione di cui al punto 76.2.4.1.1.
I locali devono essere destinati esclusivamente a deposito di combustibile liquido a servizio dell'impianto.

1.260.6.2 Capacità

La capacità di ciascun serbatoio non deve essere maggiore di 25 m³.
In relazione all'ubicazione dei serbatoi la capacità complessiva del deposito deve osservare i seguenti limiti:
a) 100 m³, per serbatoi ubicati all'esterno del fabbricato;
b) 50 m³, per serbatoi interrati all'interno del fabbricato;
c) 25 m³, per serbatoi installati a vista all'interno del fabbricato.

1.260.6.3 Modalità di installazione

I serbatoi devono essere saldamente ancorati al terreno. In base alle modalità di installazione dei serbatoi si distinguono le seguenti tipologie di deposito:
A) deposito all'esterno con serbatoi interrati:
- i serbatoi devono essere installati in modo tale da non essere danneggiati da eventuali carichi mobili o fissi gravanti sul piano di calpestio;
B1) deposito con serbatoi fuori terra in apposito locale esterno:
- i serbatoi devono essere installati in apposito locale realizzato in materiale incombustibile, posizionati ad una distanza reciproca nonché dalle pareti verticali ed orizzontali del locale, tale da garantire l'accessibilità' per le operazioni di manutenzione ed ispezione. La porta di accesso deve avere, in ogni caso, la soglia interna sopraelevata, onde il locale possa costituire bacino di contenimento impermeabile, di volume non inferiore alla metà della capacità complessiva dei serbatoi;
B2) deposito all'aperto con serbatoi fuori terra:
- i serbatoi devono essere dotati di tettoia di protezione dagli agenti atmosferici realizzata in materiale incombustibile e di bacino di contenimento impermeabile realizzato in muratura, cemento armato, o altro materiale idoneo allo scopo, avente capacità pari ad almeno un quarto della capacità complessiva dei serbatoi. E' vietata l'installazione su rampe carrabili e su terrazze;
C) deposito con serbatoi interrati all'interno di un edificio:
- le pareti ed i solai del locale devono presentare caratteristiche di resistenza al fuoco almeno REI 90;
D) deposito con serbatoi fuori terra all'interno di un edificio:
- i serbatoi devono essere installati in apposito locale avente caratteristiche di resistenza al fuoco almeno REI 120, su apposite selle di resistenza al fuoco R 120, posizionati ad una distanza reciproca nonché dalle pareti verticali ed orizzontali del locale, tale da garantire l'accessibilità per le operazioni di manutenzione ed ispezione. La porta di accesso deve avere, in ogni caso, la soglia interna sopraelevata, onde il locale possa costituire bacino di contenimento impermeabile, di volume almeno pari alla capacità complessiva dei serbatoi;
E) deposito all'interno di serre:
i depositi possono essere ubicati all'interno di serre secondo le seguenti modalità:

- in serbatoi interrati, installati in modo tale da non essere danneggiati da eventuali carichi mobili o fissi gravanti sul piano di calpestio;
- in serbatoi ricoperti di terra (tumulati);
- in serbatoi fuori terra su apposite selle; in questo caso, se le serre sono realizzate in materiale combustibile, devono osservarsi le seguenti distanze minime:
0,60 m tra il perimetro del serbatoio e le pareti della serra;
1,00 m tra il perimetro del serbatoio e il soffitto della serra.
Se tali distanze non sono rispettate deve essere interposta una struttura di schermo avente caratteristiche non inferiori a REI 120 e dimensioni superiori di almeno 0,5 m della proiezione retta del serbatoio.
La distanza tra i serbatoi fuori terra e l'involucro del generatore deve essere non inferiore a 5,00 m; deve essere inoltre previsto un bacino di contenimento di capacità non inferiore ad un quarto del volume dei serbatoi.
Per depositi installati all'esterno delle serre si applicano le prescrizioni di cui ai punti A), B1) E B2) in funzione delle modalità di installazione previste.

1.260.6.4 Accesso e comunicazioni
L'accesso al locale deposito può avvenire dall'esterno da:
- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 m;
oppure dall'interno tramite disimpegno avente le caratteristiche indicate al punto 76.2.4.2.4, comma 2, lettera b).
E' consentito utilizzare lo stesso disimpegno per accedere al locale di installazione dell'impianto termico ed al locale deposito.
I locali, all'interno di un edificio, adibiti a deposito possono comunicare tra loro esclusivamente a mezzo di porte REI 90 provviste di dispositivo di autochiusura.
Non e' consentito che il locale adibito a deposito abbia aperture di comunicazione dirette con locali destinati ad altro uso.

1.260.6.5 Aperture di aerazione
Il locale deposito deve essere dotato di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti esterne. Nei comuni nei quali non si applicano le prescrizioni del regolamento per l'esecuzione della legge 13 luglio 1966, n. 615, contro l'inquinamento atmosferico, approvato con D.P.R. 22 dicembre 1970, n. 1391, la superficie di aerazione non deve essere inferiore ad 1/30 della superficie in pianta del locale; e' consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione prevista.

1.260.6.6 Porte
Le porte del locale deposito devono avere altezza minima di 2,00 m, larghezza minima di 0,8 m, essere apribili verso l'esterno ed essere munite di dispositivo di autochiusura.
Le porte di accesso al locale deposito devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno REI 60.
Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine antincendio ovvero alle porte di accesso a locali esterni all'edificio, non e' richiesto il requisito della resistenza al fuoco, purché siano in materiale incombustibile.

1.260.6.7 Caratteristiche dei serbatoi
I requisiti tecnici per la costruzione, la posa in opera e l'esercizio dei serbatoi, sia fuori terra che interrati, devono essere conformi alle leggi, ai regolamenti ed alle disposizioni vigenti in materia.
I serbatoi devono presentare idonea protezione contro la corrosione e devono essere muniti di:
a) tubo di carico fissato stabilmente al serbatoio ed avente l'estremità' libera, a chiusura ermetica, posta in chiusino interrato o in una nicchia nel muro dell'edificio e comunque ubicato in modo da evitare che il combustibile, in caso di spargimento, invada locali o zone sottostanti;
b) tubo di sfiato dei vapori avente diametro interno pari alla metà del diametro del tubo di carico e comunque non inferiore a 25 mm, sfociante all'esterno delle costruzioni ad un'altezza non inferiore a 2,5 m dal piano praticabile esterno ed a distanza non inferiore a 1,5 m da finestre e porte; l'estremità' del tubo deve essere protetta con sistema antifiamma;
c) dispositivo di sovrappieno atto ad interrompere, in fase di carico, il flusso del combustibile quando si raggiunge il 90% della capacità geometrica del serbatoio;
d) idonea messa a terra;
e) targa di identificazione inamovibile e visibile anche a serbatoio interrato indicante:
- il nome e l'indirizzo del costruttore;
- l'anno di costruzione;
- la capacità, il materiale e lo spessore del serbatoio.

1.260.7 Disposizioni complementari

1.260.7.1 Dispositivi accessori

Devono essere adottate tubazioni, dispositivi di preriscaldamento e di accensione del combustibile conformi all'utilizzo previsto e che garantiscano il rispetto degli obiettivi di sicurezza antincendio.
La tubazione di adduzione del combustibile liquido al bruciatore deve essere munita di:
un dispositivo automatico di intercettazione che consenta il passaggio del combustibile soltanto durante il funzionamento del bruciatore stesso;
un organo di intercettazione a chiusura rapida e comandabile a distanza dall'esterno del locale serbatoio e del locale ove e' installato il bruciatore.

1.260.7.2 Impianto elettrico

L'impianto elettrico deve essere realizzato in conformità alla legge 1° marzo 1968, n. 186, e tale conformità deve essere attestata secondo le procedure previste dalla legge 5 marzo 1990, n. 46.
L'interruttore generale a servizio dei locali di cui ai punti 76.2.4.2 e 76.2.6.1 deve essere installato all'esterno dei locali stessi, in posizione segnalata e facilmente accessibile. Negli altri casi deve essere collocato lontano dall'apparecchio utilizzatore, in posizione segnalata e facilmente raggiungibile e accessibile.
Per le strutture ricettive debbono applicarsi le disposizioni del D.M. 9 aprile 1994.

1.260.7.3 Mezzi di estinzione degli incendi

In prossimità di ciascun apparecchio e/o serbatoio fuori terra, deve essere installato, in posizione segnalata e facilmente raggiungibile, un estintore portatile avente carica nominale non minore di 6 kg e capacità estinguente non inferiore a 21A - 113B.
Gli impianti termici con portata termica complessiva installata superiore a 1160 kW devono essere protetti da un estintore carrellato a polvere avente carica nominale non minore di 50 kg e capacità estinguente pari a A-B1.

1.260.7.4 Segnaletica di sicurezza

La segnaletica di sicurezza deve essere conforme al D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 493 e al D.M. 14 giugno 1989, n. 236 e deve richiamare l'attenzione sui divieti e sulle limitazioni imposti nonché segnalare la posizione della valvola esterna di intercettazione e dell'interruttore elettrico generale.

1.261 *Coibentazione delle reti di distribuzione dei fluidi caldi*

Le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici , ai sensi dell'allegato B del D.P.R. n. 412/1993, devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo è fissato dalla seguente tabella 76.1 in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/m ° C alla temperatura di 40 ° C.

Tabella 76.1

Conduttività Termica utile dell'isolante (W/m ° C)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	< 20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	>100
0.030	13	19	26	33	37	40
0.032	14	21	29	36	40	44
0.034	15	23	31	39	44	48
0.036	17	25	34	43	47	52
0.038	18	28	37	46	51	56
0.040	20	30	40	50	55	60
0.042	22	32	43	54	59	64
0.044	24	35	46	58	63	69
0.046	26	38	50	62	68	74
0.048	28	41	54	66	72	79
0.050	30	44	58	71	77	84

Per valori di conduttività termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella 76.1, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella 1 stessa.
I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato ed i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella 76.1, vanno moltiplicati per 0,5.
Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati gli spessori di cui alla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,3.
Nel caso di tubazioni preisolate con materiali o sistemi isolanti eterogenei o quando non sia misurabile direttamente la conduttività termica del sistema, le modalità di installazione ed i limiti di coibentazione sono fissati da norme tecniche UNI di seguito meglio indicate.

Il materiale isolante deve essere applicato in maniera uniforme senza variazioni di spessore o strozzature con particolare attenzione alle curve, i raccordi le saracinesche e quant'altro possa costituire ponte termico.
I canali dell'aria calda per la climatizzazione invernale posti in ambienti non riscaldati devono essere coibentati con uno spessore di isolante non inferiore agli spessori indicati nella tabella 76.1 per tubazioni di diametro esterno da 20 a 39 mm.

Norme di riferimento:
UNI 5634 - Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi;
UNI 6665 - Superficie coibentate. Metodi di misurazione;
UNI 10376 - Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici.

1.262 *Sistema di termoregolazione*
Il sistema termoregolazione e contabilizzazione è previsto dall'art. 7 del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, di seguito riportato.
Negli impianti termici centralizzati adibiti al riscaldamento ambientale per una pluralità di utenze, qualora la potenza nominale del generatore di calore o quella complessiva dei generatori di calore sia uguale o superiore a 35 kW, è prescritta l'adozione di un gruppo termoregolatore dotato di programmatore che consenta la regolazione della temperatura ambiente almeno su due livelli a valori sigillabili nell'arco delle 24 ore. Il gruppo termoregolatore deve essere pilotato da una sonda termometrica di rilevamento della temperatura esterna. La temperatura esterna e le temperature di mandata e di ritorno del fluido termovettore devono essere misurate con una incertezza non superiore a ±2 °C.
Il sistema di termoregolazione di cui sopra può essere dotato di un programmatore che consenta la regolazione su un solo livello di temperatura ambiente qualora in ogni singola unità immobiliare sia effettivamente installato e funzionante un sistema di contabilizzazione del calore e un sistema di termoregolazione pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente dell'unità immobiliare e dotato di programmatore che consenta la regolazione di questa temperatura almeno su due livelli nell'arco delle 24 ore.
Gli impianti termici per singole unità immobiliari destinati, anche se non esclusivamente, alla climatizzazione invernale devono essere parimenti dotati di un sistema di termoregolazione pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente con programmatore che consenta la regolazione di questa temperatura su almeno due livelli di temperatura nell'arco delle 24 ore.
Al fine di non determinare sovrariscaldamento nei singoli locali di una unità immobiliare per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni è opportuna l'installazione di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone aventi caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi. L'installazione di detti dispositivi è aggiuntiva rispetto ai sistemi di regolazione di cui ai precedenti commi 2, 4, 5 e 6, ove tecnicamente compatibile con l'eventuale sistema di contabilizzazione, ed è prescritta nei casi in cui la somma dell'apporto termico solare mensile, calcolato nel mese a maggiore insolazione tra quelli interamente compresi nell'arco del periodo annuale di esercizio dell'impianto termico, e degli apporti gratuiti interni convenzionali sia superiore al 20% del fabbisogno energetico complessivo calcolato nello stesso mese.
L'eventuale non adozione dei sistemi di cui sopra deve essere giustificata in sede di relazione tecnica di cui al comma 1 dell'art. 28 della **legge 9 gennaio 1991, n. 10**; in particolare la valutazione degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni deve essere effettuata utilizzando la metodologia indicata dalle norme UNI di cui al comma 3 dell'art. 8 del **D.P.R. n. 412/1993**.
Nel caso di installazione in centrale termica di più generatori di calore, il loro funzionamento deve essere attivato in maniera automatica in base al carico termico dell'utenza.

Norme di riferimento:
UNI 7939-1 - Terminologia per la regolazione automatica degli impianti di benessere. Impianti di riscaldamento degli ambienti;
UNI 9577 - Termoregolatori d' ambiente a due posizioni (termostati d' ambiente). Requisiti e prove;
UNI EN 12098-1 - Regolazioni per impianti di riscaldamento. Dispositivi di regolazione in funzione della temperatura esterna per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda.

1.263 *Camini*
I camini devono rispettare le prescrizioni del **D.P.R. 22 dicembre 1970, n. 1391**- Regolamento per l'esecuzione della legge 13 luglio 1966, n. 615, recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici.
Ogni impianto termico deve disporre di uno o più camini, ai quali non potrà essere collegato alcun altro impianto od installazione, tali da assicurare un regolare smaltimento dei fumi prodotti.
L'afflusso dell'aria nei focolari e lo smaltimento dei fumi possono essere attivati dal tiraggio naturale dei camini o da mezzi meccanici.
È ammesso che più focolari scarichino nello stesso camino solo se situati nello stesso locale. In questo caso i focolari

dovranno immettere in un collettore di sezione pari ad una volta e mezza quella del camino e dovranno essere dotati ciascuno di propria serranda di intercettazione, distinta dalla valvola di regolazione del tiraggio.
È consentita l'installazione di più camini affiancati, anche di sezioni diverse, con funzionamento indipendente o abbinato ottenuto per mezzo di serrande di intercettazione opportunamente disposte, a servizio di un medesimo impianto.

1.263.1 Caratteristiche geometriche

La sezione minima non dovrà essere in nessun caso inferiore a 220 cm².
Nel caso di camini aventi sezione diversa da quella circolare, il rapporto fra gli assi principali ortogonali della sezione retta non deve essere superiore a 1,50. Non sono permessi camini a sezione triangolare.
I cambiamenti di sezione ed i cambiamenti di forma della sezione dei camini devono essere raccordati fra loro con tronchi intermedi a pareti formanti tra loro inclinazione non superiore a 1/5.

1.263.2 Caratteristiche costruttive

Al piede di ogni tratto ascendente del camino deve sempre essere costituita una camera per la raccolta e lo scarico dei materiali solidi: la sua sezione retta deve risultare non inferiore ad una volta e mezza quella del camino; la sua altezza utile (cioè sottostante al raccordo orizzontale) non deve essere inferiore ad 1/20 dell'altezza del tratto di camino soprastante, con un minimo di 0,50 m per gli altri impianti funzionanti a combustibile solido, e non inferiore ad 1/30 dell'altezza del tratto di camino soprastante, sempre con un minimo di 0,50 m per gli impianti funzionanti a combustibile liquido.
Nella parte inferiore di ogni camera deve essere praticata una apertura munita di sportello di chiusura a tenuta d'aria formato con una doppia parete metallica, per la facile estrazione dei depositi e l'ispezione dei canali.
Le bocche dei camini devono risultare più alte di almeno un metro rispetto al colmo dei tetti, ai parapetti ed a qualunque altro ostacolo o struttura distante meno di 10 m.
Le bocche possono terminare con mitrie o comignoli di sezione utile d'uscita non inferiore al doppio della sezione del camino, conformati in modo da non ostacolare il tiraggio e favorire la dispersione dei fumi nell'atmosfera.
Le bocche dei camini situati a distanza compresa fra 10 e 50 m da aperture di locali abitati devono essere a quota non inferiore a quella del filo superiore dell'apertura più alta, salvo deroghe particolari, considerate nei regolamenti comunali di igiene, che i comuni potranno concedere ad istanza degli interessati, su conforme parere del competente comitato regionale contro l'inquinamento atmosferico. In ogni caso, dovrà essere rispettata la norma che i camini possano sboccare ad altezza non inferiore a quella del filo superiore dell'apertura più alta, diminuita di 1 metro per ogni metro di distanza orizzontale eccedente i 10 m.
Per la porzione di camino sporgente dal tetto o dalla copertura dell'edificio non può essere imposta un'altezza di costruzione superiore a metri cinque.
I camini devono essere costituiti con strutture e materiali impermeabili ai gas, resistenti ai fumi e al calore. Uguali requisiti devono essere posseduti da eventuali elementi prefabbricati impiegati nella costruzione dei camini, sia singolarmente che nell'insieme.
I camini devono risultare per tutto il loro sviluppo, ad eccezione del tronco terminale emergente dalla copertura degli edifici, sempre distaccati dalle murature circostanti e devono essere circondati da una controcanna continua formante intercapedine di caratteristiche tali da non permettere nel caso di tiraggio naturale cadute della temperatura dei fumi mediamente superiori ad un grado centigrado per ogni metro del loro percorso verticale. La intercapedine deve risultare aperta alla estremità superiore. Sono ammessi nell'intercapedine elementi distanziatori o di fissaggio necessari per la stabilità del camino.
Le pareti dell'intercapedine che danno verso ambienti abitati devono essere sufficientemente resistenti agli urti.
I tratti dei camini a tiraggio naturale che si sviluppano all'interno dei fabbricati possono, in aggiunta alla intercapedine, essere provvisti di adeguato rivestimento coibente, in modo tale che sia sempre rispettata la condizione che la caduta di temperatura risulti mediamente inferiore ad un grado centigrado per metro di sviluppo verticale.
Le sezioni dei camini aventi forma non circolare devono avere gli angoli arrotondati con raggio non inferiore a 2 cm. Le pareti interne dei camini devono risultare lisce per tutto il loro sviluppo.
Al fine di consentire con facilità rilevamenti e prelevamenti di campioni devono essere predisposti alla base del camino due fori allineati sull'asse del camino, uno del diametro di 50 mm ed uno del diametro di 80 mm, con relativa chiusura metallica, e, nel caso di impianti aventi potenzialità superiore a 500.000 kcal/h (580 kW), anche due identici fori alla sommità, distanti dalla bocca non meno di cinque volte il diametro medio della sezione del camino, con un minimo di 1,50 m, in posizione accessibile per le verifiche.
I fori da 80 mm devono trovarsi in un tratto rettilineo del camino e a distanza non inferiore a 5 volte la dimensione minima della sezione retta interna da qualunque cambiamento di direzione o di sezione. Qualora esistano impossibilità tecniche di praticare i fori alla base del camino alla distanza stabilita, questi possono essere praticati alla sommità del camino con distanza minima dalla bocca di 1,5 m in posizione accessibile per le verifiche.

Norme di riferimento:

UNI 10640 - Canne fumarie collettive ramificate per apparecchi di tipo B a tiraggio naturale - Progettazione e verifica;

UNI 10641 - Canne fumarie collettive e camini a tiraggio naturale per apparecchi a gas di tipo C con ventilatore nel circuito di combustione - Progettazione e verifica.
UNI- EN 13384-1 - Canne fumarie per apparecchiature a gas a condensazione.

1.263.3 Canali da fumo

I canali da fumo devono rispettare le prescrizioni del D.P.R. n. 1391/1970.
I canali da fumo degli impianti termici devono avere in ogni loro tratto un andamento sub-orizzontale ascendente con pendenza non inferiore al 5%. I canali da fumo al servizio di impianti di potenzialità uguale o superiore a 1.000.000 di kcal/h (1,16MW) possono avere pendenza non inferiore al 2 per cento.
La sezione dei canali da fumo deve essere, in ogni punto del loro percorso, sempre non superiore del 30% alla sezione del camino e non inferiore alla sezione del camino stesso.
Per quanto riguarda la forma, le variazioni ed i raccordi delle sezioni dei canali da fumo e le loro pareti interne devono essere osservate le medesime norme prescritte per i camini.
I canali da fumo devono essere costituiti con strutture e materiali aventi le medesime caratteristiche stabilite per i camini.
I canali da fumo devono avere per tutto il loro sviluppo un efficace e duraturo rivestimento coibente tale che la temperatura delle superfici esterne non sia in nessun punto mai superiore a 50 °C. È ammesso che il rivestimento coibente venga omesso in corrispondenza dei giunti di dilatazione e degli sportelli d'ispezione dei canali da fumo nonché dei raccordi metallici con gli apparecchi di cui fanno parte i focolari.
I raccordi fra i canali da fumo e gli apparecchi di cui fanno parte i focolari devono essere esclusivamente metallici, rimovibili con facilità e dovranno avere spessore non inferiore ad 1/100 del loro diametro medio, nel caso di materiali ferrosi comuni, e spessore adeguato, nel caso di altri metalli.
Sulle pareti dei canali da fumo devono essere predisposte aperture per facili ispezioni e pulizie ad intervalli non superiori a 10 m ed una ad ogni testata di tratto rettilineo. Le aperture dovranno essere munite di sportelli di chiusura a tenuta d'aria, formati con doppia parete metallica.
Nei canali da fumo dovrà essere inserito un registro qualora gli apparecchi di cui fanno parte i focolari non possiedano propri dispositivi per la regolazione del tiraggio.
Al fine di consentire con facilità rilevamenti e prelevamenti di campioni, devono essere predisposti sulle pareti dei canali da fumo due fori, uno del diametro di 50 mm ed uno del diametro di 80 mm, con relative chiusure metalliche, in vicinanza del raccordo con ciascun apparecchio di cui fa parte un focolare.
La posizione dei fori rispetto alla sezione ed alle curve o raccordi dei canali deve rispondere alle stesse prescrizioni date per i fori praticati sui camini.

1.263.4 Dispositivi accessori per camini e canali da fumo. Depuratori di fumo

Ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n. 1391/1970 è vietato l'uso di qualunque apparecchio od impianto di trattamento dei fumi funzionante secondo ciclo ad umido che comporti lo scarico, anche parziale delle sostanze derivanti dal processo adottato, nelle fognature pubbliche o nei corsi di acqua.
Gli eventuali dispositivi di trattamento possono essere inseriti in qualunque punto del percorso dei fumi purché l'ubicazione ne consenta la facile accessibilità da parte del personale addetto alla conduzione degli impianti ed a quello preposto alla loro sorveglianza.
Gli eventuali dispositivi di trattamento, per quanto concerne le altezze di sbocco, le distanze, le strutture, i materiali e le pareti interne, devono rispondere alle medesime norme stabilite per i camini.
Il materiale che si raccoglie nei dispositivi suddetti deve essere periodicamente tolto e trasportato in luoghi di scarico di riconosciuta idoneità oppure consegnato ai servizi di nettezza urbana, separatamente ad altri rifiuti e racchiuso in sacchi impermeabili.
Tutte le operazioni di manutenzione e di pulizia devono potersi effettuare in modo tale da evitare qualsiasi accidentale dispersione del materiale raccolto.

I depuratori di fumo devono essere di tipo a secco (meccanici o centrifughi a ciclone) in relazione alla velocità dei fumi e della granulometria delle particelle e nel rispetto delle prescrizioni progettuali esecutive.
Acqua calda per usi igienici e sanitari
Negli impianti termici di nuova installazione, nonché in quelli sottoposti a ristrutturazione, la produzione centralizzata dell'energia termica necessaria alla climatizzazione invernale degli ambienti ed alla produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari per una pluralità di utenze, il comma 6 dell'art. 5 del D.P.R. n. 412/1993 stabilisce che deve essere effettuata con generatori di calore separati, fatte salve eventuali situazioni per le quali si possa dimostrare che l'adozione di un unico generatore di calore non determini maggiori consumi di energia o comporti impedimenti di natura tecnica o economica.
Gli elementi tecnico-economici che giustificano la scelta di un unico generatore vanno riportati nella relazione tecnica di cui all'art. 28 della legge n. 10/1991.

Norme di riferimento:
UNI 7550 - Requisiti delle acque per generatori di vapore e relativi impianti di trattamento;

UNI 8065 - Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile.

1.264 *Sistemi di espansione*

Nel circuito dell'impianto deve essere previsto un sistema per tenere conto dell'aumento di volume dell'acqua per effetto del riscaldamento: tale sistema è costituito dal vaso di espansione che può essere chiuso o aperto.

1.264.1 Vaso di espansione aperto

Il vaso di espansione aperto deve essere costituito da un recipiente adeguato, in ferro zincato, fibrocemento, dotato di coperchio collocato nella parte più alta dell'impianto ed allacciato alla rete di distribuzione mediante:
- tubo di sfogo per mantenere la pressione atmosferica all'interno del vaso;
- tubo di sicurezza, in funzione della potenza nominale della caldaia e della sua lunghezza virtuale, per trasferire al vaso gli aumenti progressivi di volume del fluido entro il circuito. La lunghezza virtuale del tubo di sicurezza è data dallo sviluppo del tubo fino alla sezione di scarico del tubo di sfogo, aumentata della lunghezza equivalente del tubo per tenere conto delle perdite di carico concentrate. Il tubo di sicurezza deve avere diametro interno minimo di 18 mm. Il tubo di sicurezza dee partire dalla caldaia e scaricare sopra il vaso di espansione;
- tubo di raccordo installato nella parte superiore del vaso, eventualmente dotato di saracinesca per le operazioni di manutenzione però da mantenere aperta durante il funzionamento dell'impianto;
- tubo di troppo-pieno per scaricare il volume di acqua in eccesso dovuto a varie cause. Il condotto deve essere collocato in posizione visibile;
- tubo di alimentazione automatica per ripristinare il volume del fluido perso per evaporazione o attraverso il troppo-pieno.

Il vaso di espansione aperto deve essere dotato di alimentazione automatica con valvola a galleggiante per garantire circa 100 mm di acqua all'interno del serbatoio, quando il sistema è freddo. Il volume utile d'espansione, alla temperatura massima di regime, deve posizionarsi a circa 50 mm dal tubo di troppo-pieno.
Il vaso di espansione n deve essere collocato direttamente sulla distribuzione di mandata o di ritorno, ovvero secondo le indicazione impartite dalla Direzione dei lavori. I vasi di espansione installati all'esterno devono essere opportunamente protetti dal gelo.

Tabella 76.2 – Diametri minimi del tubo di sicurezza in funzione della lunghezza virtuale

Lunghezza virtuale (m)	Diametro interno (mm)
50	18
40-60	25
60-80	32
80-100	40

1.264.2 Vaso di espansione chiuso

Il vaso di espansione chiuso è costituito da un recipiente chiuso di cui una parte del volume interno è occupata dall'acqua e l'altra dall'aria; possono essere:
- a membrana, in questo caso i volumi di gas e d'acqua sono separati da una membrana;
- senza membrana autopressurizzato, in questo caso i volumi di aria e d'acqua non sono separati da membrana;

Il vaso di espansione chiuso può essere collocato il qualsiasi parte dell'impianto.

1.265 *Unità terminali a convenzione naturale*

1.265.1 Radiatori

I radiatori (ghisa, acciaio, alluminio) conformi alle prescrizioni contrattuali devono essere installati a distanza non inferiore a 5 cm dalla parete e a 10-12 cm da pavimenti o davanzali di finestre, al fine di consentire una buona circolazione dell'aria e la facile pulizia e manutenzione..
La porzione di parete alle spalle del radiatore deve essere realizzata con idoneo strato di materiale isolante.

Norme di riferimento:
UNI 8464 - Valvole per radiatori. Prescrizioni e prove;
UNI EN 442-1 - Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti;
UNI EN 442-2 - Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione;
UNI EN 442-3 - Radiatori e convettori .Valutazione della conformità;
UNI EN 215-1 - Valvole termostatiche per radiatori. Requisiti e metodi di prova;
UNI HD 1215-2 - Valvole termostatiche per radiatori. Dimensioni e dettagli degli attacchi.

1.265.2 Piastre radianti

Le piastre radianti sono costituite da piastre metalliche saldate fra di loro in modo da costituire una serie di condotti entro i quali circola il fluido scaldante. Il riscaldamento dell'aria avviene per convenzione naturale.
Per l'installazione valgono le stesse considerazioni dei radiatori.

1.265.3 Tubi alettati

I tubi alettati entro cui circola il fluido scaldante possono essere collocati a vista o entro appositi contenitori protettivi in lamiera opportunamente sagomata.

Norme di riferimento: **UNI EN 442-1**, **UNI EN 442-2**,**UNI EN 442-3**.

1.265.4 Termoconvettori

I termoconvettori sono dei corpi scaldati composti da tubi alettati all'interno dei quali circola il fluido scaldante. L'aria fredda attraverso delle apertura entra dal basso e fuoriesce dall'alto per effetto del movimento ascensionale dovuto alla differenza di temperatura dell'aria stessa.

Norme di riferimento: **UNI EN 442-1**, **UNI EN 442-2**,**UNI EN 442-3**.

1.265.5 Pannelli radianti

I pannelli radianti sono costituiti da una serpentina di tubo (acciaio, rame, materiali plastici) entro cui circola il fluido scaldante.
I pannelli radianti debbono essere collocati in:
- a parete;
- a pavimenti, inseriti nel sottofondo o in apposita intercapedine.
- a soffitto, collocati nell'intradosso del solaio.

In tutti i casi debbono essere collocati in posizione orizzontale per evitare la formazione di sacche di gas che possano ostacolare la circolazione del fluido scaldante.
Nei pannelli radianti a pavimento bisogna:
- prevedere giunti e fughi nelle pavimentazioni per consentire le prevedibili dilatazioni termiche senza danni;
- ricoprire i tubi con caldana di spessore sufficiente.

Il massetto entro cui sono alloggiati i tubi del fluido scaldante deve essere privo di bolle d'aria tra malta e tubazione. Le pavimentazioni debbono essere del tipo a bassa resistenza termica per non limitare l'efficacia dei pannelli radianti.
Sopra o sotto lo strato di alloggiamento dei tubi deve essere posto uno strato di isolante termico per evitare la propagazione del calore verso altri ambienti con diversa destinazione o a svantaggio rispetto a quelli interessati.
Il direttore dei lavori potrà impartire altre indicazioni in merito all'installazione dei pannelli radianti qualora non espressamente indicato nel progetto esecutivo.
Normativa di riferimento UNI-EN 1264

1.266 *Verifiche e prove*

1.266.1 Verifiche preliminari e prove

Gli impianti di riscaldamento devono essere collaudati con verifiche e prove preliminari da effettuarsi in contraddittorio con l'impresa appaltatrice prima dell'ultimazione delle opere murarie, al fine di potere meglio intervenire nei casi di non corretto funzionamento o di risultato negativo delle prove.
Un primo controllo è quello di constatare che i materiali forniti o impiegati per la costruzione dell'impianto corrispondano alle prescrizioni contrattuali.
Successivamente si procederà alle prove vere e proprie per la verifica dell'impianto secondo la norma **UNI 5634**, e precisamente:
1) prova idraulica di circolazione dell'acqua fredda, preferibilmente da effettuarsi per tratti durante l'esecuzione dell'impianto ed in ogni caso ad impianto ultimato;
2) prova preliminare di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti e/o raffreddanti;
3) prova di dilatazione termica del contenuto dell'acqua nell'impianto. La prova viene effettuata stabilendo prima il valore della temperatura di prova tenendo del tipo di impianto, elementi scaldanti. Per gli impianti a vapore si stabilisce invece il valore della pressione;
4) prova di dilatazione termica dei materiali metallici dell'impianto. La prova ha come obiettivo quello di valutare la dilatazione soprattutto delle tubazioni per verificare la presenza di eventuali perdite nei giunti o di deformazioni permanenti con danni eventualmente di tipo estetico per le pareti degli ambienti.
Per gli impianti ad acqua calda la verifica viene effettuata portando a 90 °C la temperatura dell'acqua nelle caldaie e mantenendola per il tempo necessario per l'accurata ispezione di tutto il complesso delle conduttore e dei corpi scaldanti.
L'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore massimo di 90 °C.
Si ritiene positivo il risultato della prova, solo quando in tutti indistintamente i corpi scaldanti l'acqua arrivi alla temperatura stabilita, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti e quando il vaso di espansione contenga a sufficienza tutta la variazione di volume dell'acqua dell'impianto.
L'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore massimo della pressione nella caldaia. Si ritiene positivo il risultato della prova solo quando il vapore arrivi ai corpi scaldanti alla

temperatura corrispondente alla pressione prevista e quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti.

1.266.2 Tempi di collaudo

Il collaudo definitivo degli impianti di riscaldamento o condizionamento invernale dovrà essere eseguito durante la prima stagione invernale successiva all'ultimazione per lavori.
In genere, per gli impianti di condizionamento il collaudo sarà effettuato durante un periodo di un anno a decorrere dalla data di ultimazione dei lavori per tutti i periodi stagionali nei quali è previsto che l'impianto debba funzionare.
È fondamentale che l'impianto sia stato messo in funzione per almeno due mesi prima del collaudo.

1.266.3 Caratteristiche dei locali

Prima delle operazioni di collaudo definitivo tutti gli ambienti debbono rispettare le condizioni normali di abitabilità pertanto debbono essere dotati di infissi esterni ed interni, con le caratteristiche costruttive di progetto, e durante le prove dovranno essere perfettamente chiusi.

1.266.4 Valore della temperatura esterna. Misurazioni

Per la validità delle operazioni di collaudo è necessario che il valore della temperatura esterna media (t'_e) non risulti troppo discordante da quella prevista negli elaborati progettuali.
Il valore della temperatura esterna media deve essere misurato, alle ore 6 del mattino del giorno o dei singoli giorni del collaudo, a nord e a 200 cm dal muro dell'edificio con termometro schermato e posizionato in modo tale da non essere influenzato da condizioni esterne.
Per temperatura esterna media t'_e si intende il valore dell'ordinata media del diagramma di registrazione giornaliera della temperatura; in pratica si impiega il valore di t'_e è ottenuto come media aritmetica delle letture: massima, minima, temperature misurata alle ore 8,00 ed alle ore 19,00. Il direttore dei lavori potrà prevedere la misurazione della temperatura alle ore 6,00 del mattino del giorno della prova.

1.266.5 Valore della temperatura interna. Misurazioni. Sfasamento tra le misurazioni delle temperature esterna ed interna.

Il valore della temperatura interna t_i deve essere misurato nella parte centrale dell'ambiente e ad un'altezza di 150 cm dal pavimento, lo strumento non deve essere influenzato da fonti di calore o effetti radianti. Per gli ambienti di grandi dimensioni la misura della temperatura in °C viene effettuata in più punti e sempre ad altezza di 150 cm dal pavimento, assumendo il valore dato dalla media aritmetica delle misure eseguite:
In caso di uso di termometri registratori il valore della temperatura media sarà dato dall'ordinata media del grafico di registrazione giornaliera della temperatura.
Sui valori della temperatura interna media sono ammesse tolleranze da –1 a + 2 °C rispetto alle temperature di contratto. in particolare per i locali che siano soggetti alla irradiazione solare o ad altre eventuali addizioni o sottrazioni di calore si potranno ammettere tolleranze maggiori fino a due gradi in più od in meno.
Nel caso di molti ambienti si prenderanno in considerazione soltanto i più importanti e imprenscindibili.
È importante, durante le operazioni di verifica, che gli ambienti siano riscaldati uniformemente.
La temperatura dei locali deve essere misurata dopo che è trascorsa almeno un'ora dalla chiusura delle finestre e, in caso, di pannelli radianti collocati nel soffitto o su di esso o nella parte alta delle pareti, almeno un'ora e mezzo dopo la chiusura
E' da tener presente che in una qualunque ora del giorno per la parte d'impianto a funzionamento continuo si potranno tenere aperte le finestre per 15 minuti.
Fa eccezione il riscaldamento degli ambienti con aerotermi.
Per la valutazione dello sfasamento tra il periodo di rilievo delle temperature esterna ed interna e la durata del rilievo della temperatura esterna può farsi riferimento all'appendice B della norma **UNI 5364**.

Tabella 76.3. - Durata del rilievo della temperatura esterna

Caratteristiche della parete esterna	Tipo/spessore totale della parete esterna (m)	Capacità termica media		Durata del rilievo della temperatura esterna (ore)	Intervallo tra la fine del rilievo della temperatura esterna e l'inizio del rilievo della temperatura interna (ore)
		kcal/(°Cm^2)	kJ/K· m^2)		
vetro	semplice	1,8	7,5	3	0
vetro	doppio	2,5	10	6	0
laterizio	0,05÷0,15	35	146	12	3
laterizio	0,16÷0,25	70	293	24	6
laterizio	0,26÷0,35	105	440	24	12
laterizio	0,36÷0,45	140	586	24	24
laterizio	0,46÷0,55	175	733	24	48
laterizio con camera d'aria	0,25÷0,35	35	146	24	4

laterizio con camera d'aria	0,36÷0,45	55	230	24	6

Per pareti aventi caratteristiche costruttive diverse si dovrà calcolare la capacita calorifica medi ed in base al confronto con i valori della suddetta tabella si avrà la durata del rilievo e lo sfasamento tra la fine del rilievo della temperatura esterna e l'inizio del rilievo della temperatura interna.

1.266.6 Temperatura media di mandata e di ritorno dell'acqua

La temperatura di mandata dell'acqua è quella riferita alla temperatura dell'acqua di andata misurata in corrispondenza del tubo di uscita dal generatore o collettore di uscita in caso di caldaie in parallelo.
La temperatura di ritorno e la temperatura misurata in corrispondenza del tubo di ritorno o collettore di ritorno in caso di caldaie in parallelo.
Le suddette temperature, solitamente riferite a valori medi sulla base di diverse letture effettuate nel corso della giornata, devono essere misurate con appositi termometri schermati e posizionati in modo tale da non risultare influenzati da condizioni esterne.

1.267 *Verifica del generatore di calore*

1.267.1 Controllo del grado di fumosità. Limiti delle emissioni

L'art. 13 del D.P.R. 22 dicembre 1970, n. 1391, D.P.R. 412/1993 e Dlgs 311/2006 fissano per i fumi che gli impianti termici scaricano nell'atmosfera le caratteristiche e composizioni comprese entro i limiti appresso specificati.
Il limite massimo ammissibile delle particelle solide contenute nei fumi emessi dagli impianti termici è espresso dalla seguente relazione:

$$q = 0,25 (1 + A)$$

nella quale *q* rappresenta il quantitativo di particelle espresse in g/m³ di emissioni ed A un aumento percentuale consentito per impianti di potenzialità uguale o superiore a 1.000.000 di kcal/h (1,16MW), in funzione della potenzialità dell'impianto e delle altezze di sbocco superiori a m 30, come indicato nel diagramma riportato nella appendice n. 3.
È ammessa l'interpolazione lineare per potenzialità intermedie a quelle tabulate.
Il contenuto di 0,25 g di sostanze solide per m^3 di emissioni si assume pari all'indice n. 1 della scala Ringelmann ed all'indice n. 8 della scala Bacharach.
L'indice dei fumi emessi dagli impianti termici non deve in nessun caso essere superiore al n. 2 della scala Ringelmann, con la sola eccezione delle circostanze appresso specificate.
E' consentito che l'indice dei fumi emessi dagli impianti termici che bruciano combustibili liquidi assuma i seguenti valori per periodi complessivi non superiori a 5 minuti primi durante ogni ora di funzionamento:
- camini alti fino a 50 m n. 2 della scala Ringelmann
- camini alti oltre 50 m n. 3 della scala Ringelmann.

Le durate dei periodi complessivi sopraddetti possono essere raddoppiate per gli impianti termici che bruciano combustibili solidi.
Il limite massimo ammissibile per la concentrazione dei composti dello zolfo, espressi come anidride solforosa, contenuti nei fumi emessi dagli impianti termici nei cui focolari vengono bruciati combustibili liquidi aventi viscosità superiori a 5 gradi Engler e contenuti in zolfo non superiori al 4 per cento in peso, non deve risultare superiore allo 0,20 per cento in volume, in nessuna fase del funzionamento. La misura della concentrazione deve essere effettuata alla base dei camini.
L'accertamento del contenuto di particelle solide e di composti dello zolfo nei fumi emessi dagli impianti termici di nuova installazione, trasformati od ampliati, deve essere effettuato in sede di collaudo secondo le modalità specificate nella appendice n. 4 del citato D.P.R. n. 1391/1970.
Qualora il rilevamento visivo dell'indice dei fumi emessi da un impianto termico già installato, effettuato dal personale del competente comando provinciale dei vigili del fuoco o dal personale degli uffici tecnici comunali, incaricati dal comando medesimo, periodicamente o su indicazioni dell'autorità sanitaria o degli organi di controllo previsti dalla legge, metta in evidenza valori superiori a quelli consentiti dal regolamento, per due volte, si deve procedere all'accertamento del contenuto di particelle solide nei fumi con metodo ponderale secondo le modalità specificate in appendice.
Nel caso in cui i risultati degli accertamenti basati sui metodi descritti nelle appendici diano valori superiori a quelli consentiti dal regolamento, il comando provinciale dei vigili del fuoco trasmette all'ufficio del medico provinciale il verbale redatto a conclusione della ispezione effettuata, per l'applicazione delle sanzioni previste dalla legge. Copia del medesimo verbale deve essere notificata al responsabile dell'impianto.

1.267.2 Temperatura dei fumi

La temperatura dei fumi emessi dagli impianti termici misurata allo sbocco nell'atmosfera, deve essere in ogni circostanza, esclusi solo i periodi di avviamento, superiore a 90°C. Detta temperatura può anche essere misurata alla base del camino previa determinazione della diminuzione della temperatura dei fumi nel loro percorso dalla base alla bocca del camino.

Al fine di consentire con facilità rilevamenti e prelevamenti di campioni, per gli impianti aventi potenzialità inferiore a 500.000 kcal/h (580 kW), devono essere predisposti alla base del camino due fori allineati sull'asse del camino, uno del diametro di 50 mm ed uno del diametro di 80 mm, con relativa chiusura metallica, e, nel caso di impianti aventi potenzialità superiore a 500.000 kcal/h (580 kW), anche due identici fori alla sommità, distanti dalla bocca non meno di cinque volte il diametro medio della sezione del camino, con un minimo di 1,50 m, in posizione accessibile per le verifiche (art. 6, comma 24, D.P.R. 1391/1970).
I fori da 80 mm devono trovarsi in un tratto rettilineo del camino e a distanza non inferiore a 5 volte la dimensione minima della sezione retta interna da qualunque cambiamento di direzione o di sezione. Qualora esistano impossibilità tecniche di praticare i fori alla base del camino alla distanza stabilita, questi possono essere praticati alla sommità del camino con distanza minima dalla bocca di 1,5 m in posizione accessibile per le verifiche (art. 6, comma 25, D.P.R. n. 1391/1970).
Le norme tecniche, all'art. 11, comma 1, lettere *a*) e *b*) del D.P.R. n. 1391/1970, prescrivono i seguenti strumenti indicatori:
a) un termometro indicatore della temperatura dei fumi deve essere installato stabilmente alla base di ciascun camino. Le indicazioni del termometro, nel caso di focolari, aventi potenzialità superiore ad un 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW), devono essere registrate con apparecchio a funzionamento continuo.
b) due apparecchi misuratori delle pressioni relative (riferite a quella atmosferica) che regnano rispettivamente nella camera di combustione ed alla base del camino, per ciascun focolare di potenzialità superiore ad un 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW).

1.267.3 Rendimento della combustione

La direzione dei lavori con la messa in esercizio dell'impianto dovrà verificare il rendimento del generatore di calore e la valutazione della perdita del calore sensibile per kg di combustibile, conformemente ai limiti previsti dal DLgs 311/2006.

1.268 *Requisisti della prestazione energetica degli edifici*

1) Fabbisogno di energia primaria: è la quantità di energia primaria globalmente richiesta, nel corso di un anno, per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto, in regime di attivazione continuo, così come indicato dal D.Lgs 311/2006.

Valori limite per il fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale per metro quadrato di superficie utile dell'edificio espresso in kWh/m^2 anno
Tabella 1.3 applicabile da 1 gennaio 2010

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≥0,2								**z**	**46,8**	
≥0,9								**88**	**116**	

I valori limite riportati in tabella 1 sono espressi in funzione della zona climatica, così come individuata all'articolo 2 del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, e del rapporto di forma dell'edificio S/V, dove:
a) S, espressa in metri quadrati, è la superficie che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento) il volume riscaldato V;
b) V è il volume lordo, espresso in metri cubi, delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.
Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0,2 - 0,9 e, analogamente, per gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella si procede mediante interpolazione lineare.

2) Trasmittanza termica delle strutture verticali opache verticali: flusso di calore che passa attraverso una parete per m^2 di superficie della parete e per grado K di differenza tra la temperatura interna ad un locale e la temperatura esterna o del locale contiguo

Tabella 76.5. - Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture verticali opache espressa in W/m^2 K

Zona climatica		Dall'1 gennaio 2010 U (W/m^{2}K)
A		
B		
C		
D		
E		**0,34**
F		

3) Trasmittanza termica delle strutture orizzontali opache : flusso di calore che passa attraverso una parete per m^2 di superficie della parete e per grado K di differenza tra la temperatura interna ad un locale e la temperatura esterna o del locale contiguo

Tabella 76.6. - Valori limite della trasmittanza termica U delle coperture espressa in W/m²K

Zona climatica		Dall'1 gennaio 2010 U (W/m²K)
A		
B		
C		
D		
E		**0,30**
F		

Tabella 76.6. - Valori limite della trasmittanza termica U dei pavimenti verso l'esterrno o locali non riscaldati espressa in W/m²K

Zona climatica		Dall'1 gennaio 2010 U (W/m²K)
A		
B		
C		
D		
E		**0,33**
F		

4) Trasmittanza termica delle chiusure trasparenti: flusso di calore che passa attraverso una parete per m^2 di superficie della parete e per grado K di differenza tra la temperatura interna ad un locale e la temperatura esterna o del locale contiguo

Tabella 76.7. - Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi espressa in W/m²K

Zona climatica		Dall'1 gennaio 2010 U (W/m²K)
A		
B		
C		
D		
E		**2,2**
F		

Tabella 76.8. - Valori limite della trasmittanza centrale termica U dei vetri espressa in W/m² K

Zona climatica		Dall'1 gennaio 2009 U (W/m²K)
A		
B		
C		
D		
E		**1,7**
F		

1.269 *Certificazione energetica dell'edificio*

L'appaltatore nei casi previsti dall'art. 6 del D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 dovrà rilasciare l'attestato di certificazione energetica, redatto secondo i criteri e le metodologie previste dall'art. 4, comma 1, e in particolare dell'allegato B dello stesso decreto, di seguito riportato:
a) clima esterno e interno;
b) caratteristiche termiche dell'edificio;
c) impianto di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria;
d) impianto di condizionamento dell'aria e di ventilazione;
e) impianto di illuminazione;
f) posizione ed orientamento degli edifici;
g) sistemi solari passivi e protezione solare;
h) ventilazione naturale;
i) utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, di sistemi di cogenerazione e di riscaldamento e condizionamento a distanza.
Qualora non fossero stati emanati i relativi regolamenti per la redazione del certificato, potrà essere prodotta comunque la qualificazione energetica dell'intervento stesso.

Art. 116. Impianti di climatizzazione

1.270 *Riferimenti legislativi e normativi*

In conformità alla legge 5 marzo 1990, n. 46, gli impianti di climatizzazione devono rispondere alle regole di buona tecnica; il riferimento alle norme UNI e CEI sono considerate norme di buona tecnica:

Legge 5 marzo 1990, n. 46 - Norme per la sicurezza degli impianti;

Legge 9 gennaio 1991, n. 10 - Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;

D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10;

D.M. 28 aprile 2005 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi;

UNI 7357 - Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici;

UNI 8477-1 - Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia raggiante ricevuta;

UNI 8852 - Impianti di climatizzazione invernali per gli edifici adibiti ad attivita' industriale ed artigianale. Regole per l' ordinazione, l' offerta ed il collaudo;

UNI 10339 - Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;

UNI 10345 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Trasmittanza termica dei componenti edilizi finestrati. Metodo di calcolo;

UNI 10346 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Scambi di energia termica tra terreno ed edificio. Metodo di calcolo;

UNI 10347 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante. Metodo di calcolo;

UNI 10348 - Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo;

UNI 10355 - Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo;

UNI 10376 - Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici;

UNI 10379 - Riscaldamento degli edifici. Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato. Metodo di calcolo e verifica;

UNI 10381-1 - Impianti aeraulici. Condotte. Classificazione, progettazione, dimensionamento e posa in opera;

UNI 10381-2 - Impianti aeraulici. Componenti di condotte. Classificazione, dimensioni e caratteristiche costruttive.

1.271 *Requisiti dell'impianto di climatizzazione*

L'impianto di climatizzazione, conformemente al progetto esecutivo, deve assicurare negli ambienti specifici:
– una determinata temperatura;
– una determinata umidità relativa;
– un determinato rinnovo dell'aria.

L'aria immessa, sia essa esterna di rinnovo o ricircolata, è di regola filtrata.

La climatizzazione può essere:
– soltanto invernale, nel qual caso la temperatura ambiente è soggetta alle limitazioni previste dalle vigenti disposizioni in materia di contenimento dei consumi energetici;
– soltanto estiva;
– estiva e invernale.

Qualunque sia il sistema di climatizzazione, deve essere assicurata la possibilità di una regolazione locale, almeno della temperatura e per i locali principali.

Qualora l'impianto serva una pluralità di unità immobiliari, ciascuna di tali unità deve essere servita separatamente ai fini della possibilità della contabilizzazione dell'energia utilizzata.

Per quanto concerne le prescrizioni in vigore e le normative da osservare si fa espresso riferimento alle prescrizioni valide per gli impianti di riscaldamento.

1.272 *Sistemi di climatizzazione*

1.272.1 Classificazione

La climatizzazione viene classificata secondo uno dei criteri seguenti:

1) Mediante impianti «a tutt'aria», in cui l'aria, convenientemente trattata centralmente, viene immessa nei singoli locali con caratteristiche termo-igrometriche tali da assicurare le condizioni previste;

2) Mediante impianti in cui l'aria viene trattata localmente nella, o nelle, batterie di apparecchi singoli; tali batterie, se riscaldanti, sono alimentate con acqua calda o con vapore, se raffreddanti, sono alimentate con acqua refrigerata, oppure si prevede l'evaporazione di un fluido frigorigeno entro le batterie in questione;

3) Nei cosiddetti «ventilconvettori» l'aria ambiente viene fatta circolare mediante un elettroventilatore, nei cosiddetti «induttori» l'aria ambiente viene richiamata attraverso le batterie per l'effetto induttivo creato dall'uscita da appositi ugelli (eiettori) di aria, cosiddetta «primaria», immessa nell'apparecchio ad alta velocità.

Il rinnovo dell'aria negli impianti con ventilconvettori, avviene:
– o per ventilazione naturale dell'ambiente e quindi in misura incontrollabile;
– o per richiamo diretto dall'esterno, da parte di ciascun apparecchio, attraverso un'apposita apertura praticata nella parete;
– o con l'immissione mediante una rete di canalizzazioni, di aria cosiddetta «primaria» trattata centralmente.
Negli impianti con induttori il rinnovo avviene mediante l'aria ad alta velocità trattata centralmente che dà luogo all'effetto induttivo e che, in parte o totalmente è aria esterna.
Negli impianti con aria primaria questa, di regola, soddisfa essenzialmente le esigenze igrometriche, mentre gli apparecchi locali operano di regola sul solo calore sensibile.

1.272.2 Gestione

L'impianto di climatizzazione può essere dal punto di vista gestionale:
– autonomo, quando serve un'unica unità immobiliare;
– centrale, quando serve una pluralità di unità immobiliari di un edificio, o di un gruppo di edifici.
Gli «impianti» ed i «condizionatori autonomi» destinati alla climatizzazione di singoli locali devono rispondere alle norme CEI ed UNI loro applicabili.

1.273 *Componenti degli impianti climatizzazione*

Tutti i componenti destinati al riscaldamento dei locali debbono avere attestato di conformità .
I componenti degli impianti di condizionamento dovranno comunque essere conformi alle norme UNI, mentre gli apparecchi di sicurezza e di protezione dovranno essere provvisti di certificato di conformità come indicato per gli impianti di riscaldamento. Inoltre i componenti degli impianti in questione:
– debbono essere accessibili ed agibili per la manutenzione e suscettibili di essere agevolmente introdotti e rimossi nei locali di loro pertinenza, ai fini della loro revisione, o della eventuale sostituzione;
– debbono essere in grado di non provocare danni alle persone, o alle cose, se usati correttamente ed assoggettati alla manutenzione prescritta.
La rumorosità dei componenti, in corso di esercizio, deve essere contenuta, eventualmente con l'ausilio di idonei apprestamenti, entro limiti tali da non molestare: né gli utilizzatori, né i terzi.
Di tutti i dispositivi di sicurezza, di protezione e di controllo, debbono essere rese chiaramente individuabili le cause di intervento onde renderne possibile l'eliminazione.

1.274 *Gruppi frigoriferi*

I gruppi frigoriferi possono essere del tipo:
– che forniscono all'evaporatore acqua refrigerata da far circolare nelle batterie di raffreddamento dell'aria;
– che prevedono l'espansione nelle batterie di raffreddamento del fluido frigorigeno (batterie ad espansione diretta).
I gruppi frigoriferi possono essere:
– azionati meccanicamente (di regola mediante motori elettrici) e si tratta di compressori alternativi, di compressori a vite, di compressori centrifughi, oppure possono utilizzare energia termica, sotto forma di vapore o acqua surriscaldata, e si tratta dei cosiddetti gruppi frigoriferi;
– ad assorbimento (di regola al bromuro di litio) nei quali la potenza meccanica assorbita è trascurabile rispetto alla potenza frigorifera prodotta.
In ogni caso la potenza frigorifica resa deve corrispondere alla potenza massima richiesta dall'impianto e la potenza meccanica o termica assorbita deve essere compatibile con quella sicuramente disponibile.
Salvo il caso di piccole potenze (5 kW) la potenza frigorifica deve essere parzializzabile così da far fronte alla variabilità del carico.
Oltre alle valvole di sicurezza, applicate al condensatore e all'evaporatore, prescritte per tutti gli apparecchi a pressione di capacità superiore a 25 litri *(*e pertanto provviste di certificato di conformità) ogni refrigeratore deve essere provvisto di idonei apparecchi per il controllo del funzionamento (manometri sull'alta e sulla bassa pressione, manometro per la misura della pressione dell'olio, termometri sulla mandata e sul ritorno dell'acqua refrigerata, nonché sull'ingresso e sull'uscita del fluido di raffreddamento) ed altresì di apparecchiature di protezione atte ad arrestare il gruppo in caso di:
– pressione temperatura troppo alta (pressostato di massima);
– pressione temperatura troppo bassa (pressostato di minima);
– pressione troppo bassa dell'olio lubrificante (pressostato sul circuito dell'olio);
– temperatura troppo bassa dell'aria refrigerata (termostato antigelo);
– arresto nella circolazione del fluido raffreddante.
Nei gruppi «ad assorbimento» a bromuro di litio l'apparecchiatura deve essere idonea ad intervenire in tutti i casi in cui può verificarsi la cristallizzazione della soluzione.

1.275 *Raffreddamento del gruppo frigorifero*

Qualunque sia il tipo del gruppo frigorifero è indispensabile l'impiego di un fluido per il raffreddamento del «condensatore» nei gruppi azionati meccanicamente, del «condensatore» e «dell'assorbitore» nei gruppi di assorbimento.
Si deve impiegare a tale scopo acqua fredda, proveniente dall'acquedotto, od altre fonti, oppure acqua raffreddata per evaporazione nelle cosiddette «torri di raffreddamento».
Nel caso di gruppi frigoriferi azionati meccanicamente il raffreddamento per evaporazione può avvenire all'interno dello stesso condensatore (condensatore evaporativo).
Occorre in ogni caso assicurarsi della portata disponibile e, se si tratta di acqua prelevata dall'acquedotto o da altre sorgenti, occorre poter contare su temperature determinate.
L'acqua proveniente da fonti esterne quali sorgenti, fiumi, laghi, mare, deve essere assoggettata ad accurata filtrazione e ad eventuali trattamenti onde evitare fenomeni di corrosione, incrostazioni e intasamenti.
È necessario in ogni caso:
– prevedere un adeguato spurgo dell'acqua in circolazione onde evitare eccessiva concentrazione di sali disciolti;
– prevedere la protezione invernale dal gelo delle torri (vuotamento del bacino o riscaldamento dell'acqua in esso contenuta).
Il raffreddamento del condensatore può essere attuato mediante circolazione di aria esterna (condensatore ad aria), nel qual caso occorre assicurarsi che l'aria esterna possa affluire nella misura necessaria e che l'aria espulsa possa defluire senza mescolarsi con la prima e senza arrecare danni in conseguenza del notevole contenuto di vapore acqueo.
Deve avvenire l'arresto automatico del gruppo frigorifero ogni qualvolta venisse meno la circolazione del fluido raffreddante.

1.276 *Circolazione dei fluidi*

1.276.1 Pompe di circolazione

L'acqua di raffreddamento, nei gruppi frigoriferi raffreddati ad acqua, deve circolare in quanto condotta sotto pressione oppure per opera di pompe; sempre per opera di pompe nel caso di condensatori evaporativi e torri di raffreddamento.
L'acqua refrigerata deve circolare unicamente per opera di pompe. Tenendo conto della temperatura dell'acqua, della caduta di temperatura (circa 5 °*C*) e dell'attraversamento, rispettivamente, del condensatore e dell'evaporatore, la potenza assorbita dovrebbe essere contenuta in 1/150 della potenza frigorifera resa per le pompe di raffreddamento ed in 1/100 per le pompe dell'acqua refrigerata.
Per quanto concerne caratteristiche ed accessori delle pompe si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento.
Per quanto concerne le pompe impiegate per il refrigerante e per la soluzione, nei gruppi ad assorbimento, si devono usare pompe ermetiche speciali che fanno parte integrante del gruppo.

1.276.2 Ventilatori

Negli impianti ad induzione il ventilatore centrale deve fornire aria a pressione sufficientemente elevata per vincere la resistenza nei condotti, percorsi ad alta velocità, e per determinare l'effetto induttivo uscendo dagli appositi eiettori.
La potenza assorbita varia ovviamente secondo la portata e prevalenza necessarie; in impianti a tutt'aria la potenza assorbita dovrebbe essere contenuta in un valore dell'ordine di 1/50 della potenza frigorifera.

1.277 *Distribuzioni dei fluidi termovettori*

1.277.1 Tubazioni

Per quanto concerne il riscaldamento si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento, per quanto concerne la climatizzazione estiva la rete di tubazioni deve comprendere:
a) le tubazioni della centrale frigorifica;
b) la rete dell'acqua di raffreddamento nel caso in cui il gruppo frigorifero sia raffreddato ad acqua;
c) le tubazioni di allacciamento alle batterie dei gruppi condizionatori; e, nel caso di apparecchi locali:
d) la rete di distribuzione dell'acqua refrigerata che comprende:
– la rete orizzontale principale;
– le colonne montanti;
– eventuali reti orizzontali;
– gli allacciamenti ai singoli apparecchi locali;
e) la rete di scarico di eventuali condensazioni;
f) la rete di sfogo dell'aria.
Di regola la temperatura dell'acqua refrigerata che alimenta le batterie raffreddanti dei gruppi condizionatori è più bassa di quella dell'acqua che alimenta gli apparecchi locali, qualora alla deumidificazione dei locali serviti da tali apparecchi si provveda con aria primaria; in tal caso vi sono reti separate, a temperatura diversa.
Le reti di distribuzione possono essere:
– a 4 tubi (di cui due per il riscaldamento e due per il raffreddamento);
– oppure a due tubi, alimentati, alternativamente, con acqua calda e con acqua refrigerata, secondo le stagioni.

Ferme restando le prescrizioni per gli impianti di riscaldamento, le tubazioni di acqua fredda per il raffreddamento del gruppo frigorifero e le tubazioni di acqua refrigerata debbono essere coibentate affinché l'acqua giunga agli apparecchi alla temperatura prevista e non si verifichino fenomeni di condensazione; va inoltre applicata una valida barriera al vapore, senza soluzione di continuità, onde evitare che la condensazione si verifichi sulla superficie dei tubi con conseguenti danneggiamenti ai tubi stessi ed alla coibentazione.
Tubazioni particolari sono quelle impiegate per il collegamento alle batterie ad espansione diretta in cui circola il fluido frigorigeno liquido, fornite di regola dai produttori degli apparecchi già precaricate, debbono essere: a perfetta tenuta, coibentate e sufficientemente elastiche affinché le vibrazioni del gruppo non ne causino la rottura.

1.277.2 Canalizzazioni

Salvo il caso in cui si impieghino apparecchi locali a ventilazione (ventilconvettori) senza apporto di aria primaria le reti di canali devono permettere:
1) negli impianti a tutt'aria:
la distribuzione dell'aria trattata;
la ripresa dell'aria da ricircolare e/o espellere.
Le canalizzazioni di distribuzione possono essere costituite:
a) da un unico canale;
b) da due canali con terminali per la miscelazione;
c) da due canali separati.
2) Negli impianti con apparecchi locali a ventilazione
la distribuzione di aria primaria.
3) Negli impianti con apparecchi locali ad induzione:
alta velocità per l'immissione dell'aria primaria destinata altresì a determinare l'effetto induttivo.
Per ciò che concerne le caratteristiche delle canalizzazioni e delle bocche di immissione e di ripresa si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento.
I canali di distribuzione dell'aria debbono essere coibentati nei tratti percorsi in ambienti non climatizzati per evitare apporti o dispersioni di calore, i canali che condottano aria fredda debbono essere coibentati anche nei locali climatizzati e completati con barriera al vapore allo scopo di impedire fenomeni di condensazione che oltre tutto danneggiano i canali stessi e la coibentazione.
Di massima l'aria non deve essere immessa a temperatura minore di 13 °*C* o maggiore di 16 °C rispetto alla temperatura ambiente.

1.278 *Apparecchi per la climatizzazione*

1.278.1 Gruppi di trattamento dell'aria (condizionatori)

I gruppi di trattamento dell'aria sono gli apparecchi, allacciati alle reti di acqua calda e di acqua refrigerata, nei quali avviene il trattamento dell'aria: sia quella destinata alla climatizzazione dei locali, negli impianti a tutt'aria, sia quella cosiddetta primaria impiegata negli impianti con apparecchi locali.
Se destinato a servire più zone (gruppo multizone) il gruppo potrà attuare due diversi trattamenti dell'aria ed alimentare i vari circuiti di canali previa miscelazione all'ingresso mediante coppie di serrande.
Se destinato a servire un impianto «a doppio canale» la miscela dell'aria prelevata dai due canali avverrà mediante cassette miscelatrici terminali.
Dei filtri occorre stabilire il grado di filtrazione richiesto che può essere assai spinto nei cosiddetti filtri assoluti.
I filtri devono poter essere rimossi ed applicati con facilità e se ne deve prescrivere tassativamente la periodica pulizia, o sostituzione.
Le batterie debbono avere la potenza necessaria tenendo conto di un adeguato fattore di «sporcamento» e devono essere dotate di organi di intercettazione e di regolazione.
Il complesso di umidificazione può essere del tipo ad ugelli nebulizzatori alimentati direttamente da una condotta in pressione, oppure (umidificazione adiabatica) con acqua prelevata da una bacinella all'interno del gruppo e spinta con una pompa ad hoc. In tal caso deve essere reso agevole l'accesso agli ugelli ed alla bacinella per le indispensabili operazioni periodiche di pulizia.
Nel caso di impiego di vapore vivo, questo deve essere ottenuto da acqua esente da qualsiasi genere di additivi.
In corrispondenza ad eventuali serrande, automatiche, o manuali, deve essere chiaramente indicata la posizione di chiuso ed aperto.
A monte ed a valle di ogni trattamento (riscaldamento, umidificazione, raffreddamento, deumidificazione) si debbono installare termometri o prese termometriche ai fini di controllare lo svolgimento del ciclo previsto.

1.278.2 Unità terminali a convenzione forzata – Ventilconvettori

Le unità terminali a convenzione forzata possono essere costituiti da una batteria unica alimentata alternativamente da acqua calda e acqua refrigerata secondo le stagioni, oppure da due batterie: l'una alimentata con acqua calda e l'altra con acqua refrigerata.

Il ventilatore deve poter essere fatto funzionare a più velocità così che nel funzionamento normale la rumorosità sia assolutamente trascurabile.
La regolazione può essere del tipo «tutto o niente» (col semplice arresto o messa in moto del ventilatore), oppure può operare sulla temperatura dell'acqua.
In ogni caso l'apparecchio deve poter essere separato dall'impianto mediante organi di intercettazione a tenuta.
In caso di uso per raffrescamento il ventilconvettore dovrà essere dotato di opportuno tubo di plastica (con diametro interno di 30÷40 mm) per lo smaltimento della condensa per gravità.

Norme di riferimento:
UNI 7940-1 - Ventilconvettori. Condizioni di prova e caratteristiche;
UNI 7940-2 - Ventilconvettori. Metodi di prova;
UNI ENV 1397 - Scambiatori di calore. Ventilconvettori acqua-aria. Procedimenti di prova per la determinazione delle prestazioni.

1.278.3 Induttori

Negli induttori l'aria viene spinta attraverso ugelli eiettori ed occorre pertanto che la pressione necessaria sia limitata (5-10 mm cosiddetta aria) onde evitare una rumorosità eccessiva.
Delle batterie secondarie alimentate ad acqua calda e refrigerata occorre prevedere la separazione dall'impianto mediante organi di intercettazione a tenuta.

1.278.4 Espansione dell'acqua dell'impianto

Nel caso di acqua refrigerata deve essere previsto un vaso di espansione per prevenire i danni della sia pure limitata dilatazione del contenuto passando dalla temperatura minima ad una temperatura maggiore, che può essere quella dell'ambiente.

1.278.5 Regolazioni automatiche. Tolleranze massime

Le regolazioni automatiche debbono essere in grado di assicurare i valori convenuti entro le tolleranze massime previste. Si considerano accettabili tolleranze:
– di 1 °*C*, soltanto in più, nel riscaldamento;
– di 2 °*C*, soltanto in meno, nel raffreddamento;
– del 20% in più o in meno per quanto concerne l'umidità relativa,
(*a meno che non sia stato previsto diversamente nel progetto esecutivo*).
Ove occorra le regolazione deve poter essere attuata manualmente con organi adeguati, accessibili ed agibili.

1.278.6 Alimentazione e scarico dell'impianto

A servizio delle batterie di raffreddamento ovunque installate (nei gruppi centrali o negli apparecchi locali) deve essere prevista una rete di scarico del condensato.
Negli apparecchi locali con aria primaria la temperatura dell'acqua destinata a far fronte a carichi di solo calore sensibile è abbastanza elevata (circa 12 °*C*)e l'aria primaria mantiene un tasso di umidità relativa abbastanza basso, tuttavia la rete di scarico si rende parimenti necessaria in quanto, soprattutto all'avviamento, si presentano nei locali condizioni atte a dar luogo a fenomeni di condensazione sulle batterie.

1.278.7 Verifiche del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di climatizzazione al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera.
Il direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione dell'opera in conformità al piano di manutenzione previsto dal Regolamento n. 554/1999.

Art. 117. IMPIANTO ANTINCENDIO AD ACQUA

1.279 Impianto di spegnimento incendi ad idranti

L'impianto di spegnimento ad acqua con idranti UNI 45 sarà alimentato da un sistema di pressurizzazione e pompaggio che preleverà l'acqua da una vasca di accumulo antincendio.

La rete di distribuzione alle utenze dovrà essere in tubo di acciaio zincato a caldo con giunzioni filettate e con pezzi di raccordo in ghisa metalliche, bordati filettati e zincati a caldo.

La lunghezza della tubazione flessibile della manichetta deve essere tale da assicurare l'intervento, a getto pieno, nelle zone di compartimentazione servite.

L'impianto sarà dimensionato per garantire una portata minima di 300 l/min per ogni idrante soprassuolo e il funzionamento contemporaneo di quattro idranti.

In prossimità degli ingressi principali in posizione segnalata e facilmente accessibile dai mezzi di soccorso dei vigili del fuoco, saranno installati attacchi motopompa VV.F.

1.280 CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE E DEI MATERIALI

Tubi in acciaio e relativi raccordi

I tubi d'acciaio senza saldatura e saldati saranno della serie gas normale e dovranno rispondere a quanto stabilito nella tabella UNI 8863.

Tubi saranno fabbricati con acciaio avente carico di rottura compreso tra 33 Kg/mm e 50 Kg/mm.

La zincatura dei tubi sarà eseguita a caldo e dovrà avere le caratteristiche descritte nelle tabelle UNI 5741-45 e rispondere alle prove di accettazione indicate nelle stesse tabelle.

tubi saldati e non saldati, a qualunque serie essi appartengono, debbono essere provati tutti in fabbrica alla prova idraulica di pressione a 50 atm., stabilita nelle UNI. I tubi saldati debbono essere idonei alle seguenti prove tecnologiche:

Prova di curvatura per tubi d'acciaio aventi diametro nominale minore od uguale a mm.50.La prova consiste nel curvare uno spezzone di tubo non riempito mediante una macchina curvatrice di tubi intorno ad una forma a gola torica il cui raggio di fondo corrisponde al raggio di curvatura prescritto.I tubi saldati longitudinalmente saranno curvati con la saldatura a 90° dal piano di curvatura. La prova di curvatura sui tubi grezzi sarà considerata esatta quando questi potranno essere curvati a freddo senza che si manifestano incrinature dell'acciaio, fino all'angolo di 180° intorno ad una gola torica avente raggio di fondo gola uguale a sei il diametro esterno del tubo; la prova di curvatura sui tubi zincati sarà considerata positiva quando questi potranno essere curvati a freddo, senza che si manifestano incrinature dell'acciaio, fino all'angolo di 90° intorno ad una gola torica avente un raggio uguale ad otto volte il diametro esterno del tubo.

Prova di schiacciamento per tubi d'acciaio aventi diametro nominale maggiore di 50 mm. .La prova consiste nello schiacciare tra due piastre parallele uno spezzone di tubo di lunghezza non superiore a 38 mm., limitato a due sezioni piane perpendicolari al suo asse, e con la saldatura a 90° dal piano passante per le generatrici premute dalle piastre. La prova sarà considerata positiva quando la saldatura non avrà subito frattura finché la distanza tra le due piastre avrà raggiunto il 75% del diametro esterno che il tubo aveva prima dell'inizio della prova e quando non si sarà verificata incrinatura o rottura in altre parti del tubo finché la distanza delle due parti avrà raggiunto il 60% del primitivo diametro esterno.

L'Appaltante si riserva di prelevare sui materiali approvvigionati in cantiere campioni da sottoporre, a spese dell'Assuntore, a prova di trazione, di curvatura, di schiacciamento e di controllo della zincatura in laboratorio di prove ufficiali, nel numero necessario per accertare se le caratteristiche dei materiali rispondono a quelle prescritte.

L'Impresa s'impegna ad allontanare immediatamente dal cantiere le partite di materiale che, a seguito degli accertamenti suddetti, saranno ritenute non conformi alle prescrizioni. Per i tubi saldati, l'Assuntore dovrà dichiarare per iscritto, a richiesta dell'Amministrazione, il nome del fabbricante dei tubi forniti in cantiere. Tale documento ha lo scopo di consentire all'Appaltante di accertare il procedimento di saldatura seguito nei tubi approvvigionati e se lo stabilimento d'origine è provvisto di pressa idraulica adatta alla prova sistematica dell'intera produzione di tubi a

pressione. I raccordi per i tubi non saldati e saldati saranno in ghisa malleabile e forniti grezzi o zincati per immersione in bagno di zinco fuso a seconda che debbano essere applicati a tubi grezzi o zincati. Potranno essere in acciaio i manicotti forniti con tubi ad estremità filettate. Le grandezze dimensionali di ciascun raccordo dovranno rispondere a quelle indicate nella tabella corrispondente al raccordo stesso, designato secondo la numerazione definitiva dell'UNI.

Tubi di polietilene ad alta densità

I tipi, le dimensioni, le caratteristiche e le modo di prova dei tubi di politene (o polietilene) dovranno corrispondere, oltre a quanto in quest'articolo stabilito, alle norme di unificazione UNI 7054 – 7611 – 7612 – 7613 – 7614 – 7615 – 7616 – 8451 – 8452 – 8453.

La corrispondenza alle norme di unificazione UNI, dovrà essere attestata dalla presenza dell'apposito contrassegno.

Il taglio delle estremità dei tubi dovrà risultare perpendicolare all'asse e rifinito in modo da consentire il montaggio ed assicurare la tenuta del giunto previsto.

Sopra ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio.

Giunzioni.

Le giunzioni dei tubi per scarichi dovranno essere realizzate infilando l'estremità liscia di una barra nel bicchiere della successiva, previa pulitura, sgrassatura ed asciugatura delle parti stesse, ed impiegando sigillanti.

Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo le modo indicate dalla ditta fabbricante il prodotto impiegato.

Eseguite le giunzioni la tubazione non dovrà essere messa in esercizio prima di 48 ore.

Le giunzioni dei tubi per fluidi in pressione potranno essere in alternativa:

saldatura di resta;
saldatura per elettrofusione;
saldatura a bicchiere limitatamente ai diametri non maggiori di 125 mm.;
a collegamento scorrevole o a flangia compatibilmente con le esigenze di resistenza e tenuta.

Il tipo di giunto dovrà essere approvato dal Direttore dei Lavori.

Le giunzioni dei tubi in polietilene con tubi di piombo di pari diametro dovranno essere realizzate infilando l'estremità liscia del tubo di piombo, opportunamente allargata, nell'estremità del tubo di polietilene preventivamente riscaldata, e lasciando poi raffreddare.

Il tubo di piombo dovrà penetrare in quello di polietilene per almeno 0,7 diametri.

Per l'unione dei tubi di diverso diametro dovranno essere impiegate opportune riduzioni.

Le giunzioni dei tubi di polietilene con tubi di amianto, cemento, ceramici o cementizi, muniti di bicchiere e l'estremità del tubo da unire dovranno essere puliti, sgrassati e asciutti.

La prova di tenuta dei giunti alla pressione interna dovrà essere eseguita inserendo il giunto tra due spezzoni di tubo.

Il giunto dovrà resistere per la durata di almeno un'ora senza perdite, trasudamenti, deformazioni, crinature ed altro guasto ad una pressione pari a due volte quella nominale di esercizio.

Se di tipo scorrevole il giunto dovrà assicurare la tenuta anche per lenti scorrimenti assiali delle testate dei tubi, per un'escursione relativa non superiore complessivamente a 10 mm.

I giunti che consentano deviazioni angolari dovranno assicurare la tenuta anche con la massima deviazione ammessa dal fabbricante.

E' vietata la formazione in cantiere dei bicchieri su tubi di polietilene.

E' vietata la curvatura in cantiere dei tubi di polietilene dovendosi adottare i necessari pezzi speciali.

Collocazione in opera di tubazioni di polietilene interrate.

Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed accuratamente livellato in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti onde il tubo possa appoggiarvisi in tutta la sua lunghezza.

Le tubazioni dovranno essere ancorate con idonei collari di conglomerato cementizio magro posti a distanza non superiore a tre metri l'uno dall'altro.

La lunghezza dello scavo dovrà essere sufficiente a permettere una sistemazione corretta del fondo ed il collegamento della tubazione.

La larghezza del fondo del cavo dovrà essere almeno uguale al diametro del tubo aumentato di 20 cm. da ciascuna parte.

Prima della posa in opera del tubo sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente, quale sabbia, pozzolana o terra sciolta preventivamente vagliata, di spessore non inferiore a 15 cm., sul quale sarà posto il tubo che dovrà essere rinfiancato per almeno 15cm., per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm. misurato sulla generatrice superiore. Su detto ricoprimento dovrà poi essere sistemato il materiale di risulta dello scavo per strati o no superiori a 30 cm. di altezza, costipati e bagnati se necessario. Il ricoprimento totale del tubo a partire dalla generatrice non dovrà essere inferiore a:

120 cm. sotto superficie di traffico fino a 20 tonnellate;
80 cm. sotto superficie libera da traffico , o con traffico fino a 12 tonnellate.

Per valori di profondità inferiori, il ricoprimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente.

Protezioni termiche

I rivestimenti isolanti vengono adoperati per due distinti scopi:
impedire la condensazione del vapore acqueo dell'aria su tubazioni ed apparecchiature percorse da acqua fredda:
ridurre le dispersioni di calore nelle tubazioni percorse da acqua calda.

Per tutte le tubazioni percorse da acqua fredda e calda dovrà essere utilizzato un rivestimento isolante a base di gomme sintetiche espanse, aventi spessore minimo pari a ½".

Per i soli tratti di percorso in vista gli isolanti saranno protetti con lamierino di alluminio o con guaina in PVC secondo quanto verrà disposto dalla Direzione Lavori.

Serbatoi pressurizzati

I serbatoi pressurizzati debbono essere costruiti secondo le norme vigenti e sotto il controllo degli enti competenti per legge. Saranno generalmente di forma cilindrica, costruiti in lamiera di acciaio UNI 6669 saldata all'arco elettrico zincata esternamente ed internamente a bagno caldo, con determinazione della massa dello strato di zincatura secondo UNI 5741; gli spessori saranno giustificati da calcoli e comunque mai inferiori a mm. 4.
Soluzioni costruttive diverse (inox, vetroresina, etc.) potranno essere proposte in alternativa.
I serbatoi saranno inoltre dotati di rivestimento coibente esterno di spessore adeguato ad evitare il prodursi di fenomeni di condensa superficiale e devono essere installati in modo da essere ispezionabili da tutti i lati, rialzati dal pavimento di almeno cm. 60 e provvisti di tutti gli accessori d'uso e cioè:
passo d'uomo di diametro minimo 0,5 m.;
scarico di fondo, costituito da tubo di acciaio zincato di diametro almeno pari alla tubazione di adduzione, per un rapido svuotamento del serbatoio, munito di valvola di chiusura e tappo, di sicurezza;
attacco per l'alimentazione, costituito da tubo di acciaio zincato del diametro adeguato alla portata di alimentazione, munito di valvola di intercettazione manuale;
comando elettrico di sicurezza che, in mancanza di acqua nel serbatoio non consenta la entrata in funzione delle elettropompe dei sistemi di pressurizzazione;
attacco di prelievo acqua per gli impianti costituito da tubo in acciaio zincato munito di valvola di intercettazione;
attacchi per l'applicazione dell'indicatore di livello, costituito da tubi di acciaio zincato, filettati, del diametro di ¾";
valvola per ingresso (o uscita) aria corredata di dispositivo per impedire l'introduzione di polvere o di corpi estranei.

Sistemi di pressurizzazione con autoclave

I serbatoi facenti parte del sistema (autoclave) debbono essere costruiti secondo le norme vigenti e sotto il controllo degli Enti competenti per legge. Saranno generalmente di forma cilindrica, costruiti in lamiera di acciaio UNI 6669 saldati all'arco elettrico, zincati esternamente ed internamente a bagno caldo, con determinazione della massa dello strato di zincatura secondo UNI 5741.

I serbatoi saranno inoltre dotati di rivestimento coibente esterno di spessore adeguato ad evitare il prodursi di fenomeni di condensa superficiale e devono essere installati in modo da essere ispezionabili da tutti i lati, rialzati dal pavimento di almeno cm. 60 e provvisti di tutti gli accessori d'uso e cioè:

passo d'uomo di diametro minimo 0,5m.;
scarico di fondo, costituito da tubo di acciaio zincato di diametro almeno pari alla tubazione di adduzione, per un rapido svuotamento del serbatoio, munito di valvola di chiusura e di tappo di sicurezza;
attacco per l'alimentazione, costituito da tubo di acciaio zincato del diametro adeguato alla portata di alimentazione, munito di valvola di intercettazione manuale;
attacco di prelievo acqua per gli impianti costituito da tubo di acciaio zincato munito di valvola di intercettazione;
attacchi per l'applicazione dell'indicatore di livello, costituito da tubo di acciaio zincato, filettati, del diametro di ¾".

Ogni autoclave deve essere munito inoltre dei seguenti organi di controllo e di sicurezza:

pressostati (di lavoro e di sicurezza);
manometri con attacchi regolamentari di prova;
indicatore di livello;
valvola di sicurezza;
livellostato.

Centrali di pressurizzazione automatiche antincendio
Saranno del tipo modulo pompe.
Il modulo pompe sarà totalmente montato e regolato in fabbrica e costituito da:

basamento in profilati di acciaio saldati elettricamente protetto con vernice antiruggine;
n°2 pompe centrifughe multicellulari con accoppiato motore elettrico a mezzo di giunto rigido.
n°1 motopompa centrifuga normalizzata con motore endotermico con alimentazione a gasolio e batteria a 12 Vcc;
Accessori: valvole di ritegno e saracinesche di intercettazione alla mandata e controflangia all'aspirazione
collettore di mandata in tubo di acciaio zincato a bagno in forte spessore completo di attacchi alla rete, al modulo di pressurizzazione ed alle pompe;

Collettori

I collettori dovranno essere realizzati in acciaio, di forma cilindrica con le superfici di base bombate; il diametro di base dovrà essere non inferiore a 1,5 volte il diametro della massima diramazione che si diparte dal collettore stesso; l'isolamento termico dovrà essere dello stesso tipo di quello usato per le diramazioni, le quali avranno attacchi di tipo flangiato; esso sarà protetto, all'esterno con lamiera di alluminio.

Tutte le tubazioni che fanno capo al collettore dovranno essere munite di saracinesche di intercettazione e di targhette indicatrici; saranno inoltre montati sul collettore un manometro a quadrante, ed un rubinetto di scarico.

1.281 *Organi di intercettazione*

Gli organi di intercettazione disposti sulle macchine, sugli apparati, sui collettori e sulle tubazioni in genere dovranno del tipo a flusso libero e a sfera.

Per diametri fino a 2" gli organi di intercettazione potranno essere del tipo completamente in bronzo con attacchi a vite e manicotto.

Il valore minimo ammesso per la pressione nominale è PN 16.

Gli organi di intercettazione potranno essere sottoposti a prova di tenuta per il corpo (consistenti nell'assoggettarlo ad una pressione pari a 2,5 volte quella di esercizio) e per l'otturatore (consistenza nel sottoporre alla pressione di esercizio la parte a monte dell'otturatore): in tutti e due i casi per ventiquattro ore non si dovranno notare perdite.

1.282 *Pompe sommerse*

Saranno adattate per immersione completa nel liquido da sollevare.

Il motore elettrico sarà del tipo a tenuta perfettamente stagna con avvolgimenti trattati con doppia impregnazione e immersi in bagno di olio isolante.

La carcassa motore e il corpo pompa saranno in ghisa; la girante in bronzo, l'albero in acciaio inossidabile.

Le tenute sull'albero saranno di tipo meccanico senza necessità di manutenzione.

Per ogni pompa prescelta dovrà essere presentato il diagramma delle caratteristiche di portata e prevalenza.

Corpo dei rubinetti esterni

Il corpo della rubinetteria dovrà essere in ottone OP UNI 4991 S 60 Pb 2 UNI 5035 se ricavato per fonderia, oppure OT 60 UNI (ottone Huntz) se ricavato dalla lavorazione di barre per stampaggio o per asportazione di truciolo.

La massa non dovrà presentare difetti di fusione o di lavorazione, né soffiatura.

E' vietato l'impiego di pezzi ottenuti per pressofusione, i pezzi ottenuti per stampaggio dovranno essere normalizzati mediante opportuno trattamento termico così da eliminare le caratteristiche meccaniche.

Gli elementi stampati dovranno, ad una prova di schiacciamento alla pressa, non presentare incrinature o fessurazioni.

Le parti del corpo dei rubinetti che rimangono in vista dovranno essere cromate secondo quanto successivamente prescritto.

Corpo dei rubinetti da incasso

Il corpo delle rubinetterie da incasso potrà anche essere in bronzo B Zn5 di cui alla norma UNI 7013.

Per quanto riguarda le modalità di lavorazione e i difetti non tollerati si applica quanto precisato al precedente punto.

Sul corpo dei rubinetti dovrà essere montato un idoneo cappuccio che consenta all'installatore di incassare il rubinetto alla giusta profondità, e protegga il rubinetto stesso durante l'esecuzione dei successivi lavori murari.

Gli accessori e le manette delle rubinetterie da incasso, che dovranno presentare le caratteristiche di cromatura come prescritto al successivo punto, dovranno essere separati dai corpi, e contenuti in confezioni che proteggono tali parti nell'intervallo di tempo o tra il collocamento in opera dei corpi e il definitivo montaggio delle parti cromate.

Manette ed altre parti in vista

Se non diversamente disposto, la manetta e le altre parti in vista saranno in ottone; vale per quei pezzi quanto già precisato per i corpi dei rubinetti esterni sia per il materiale che per le lavorazioni.

La cromatura, il cui spessore non sarà inferiore a 0,3 micron in ogni punto, dovrà presentarsi, se non diversamente disposto, lucida.

La cromatura dovrà essere preceduta da nichelatura di spessore medio non inferiore a 7 micron.

La cromatura dovrà superare senza distacco particolare la prova di cui alla norma di unificazione UNI 4530 – Corrosione in nebbia salino-acetica.

Vitone di tenuta

Il vitone di tenuta dovrà essere ricavato, per stampaggio o asportazione di truciolo, da barra di ottone OT 60 UNI 4891.

Si applicheranno le disposizioni contenute precedentemente per quanto riguarda le lavorazioni e le prove.

Il vitone dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- la chiocciola che determina il movimento nel senso della chiusura e della apertura dovrà essere fuori dal contatto dell'acqua e lavorare permanentemente in bagno lubrificante;
- il pistoncino dovrà scorrere su apposite scanalature o su prismi almeno a dei facce in modo da non presentare vibrazioni od oscillazioni sensibili;
- la tenuta del vitone dovrà essere garantita da un anello calibrato in gomma o materiale sintetico: non è ammesso il sistema di tenuta a premistoppa;
- tutte le parti del vitone dovranno essere intercambiabili;
- la guarnizione dovrà essere montata in modo da poter essere facilmente sostituita in fase di manutenzione anche se, eventualmente, insieme al suo supporto.

1.283 *Apparecchiature*

Complessi antincendio UNI 45

Comprendenti:

- cassetta in lamiera d'acciaio, verniciata a fuoco, con portello in alluminio trattato, inalterabile, con serratura universale in bronzo, vetro frontale;
- tipo da esterno e da interno;
- rubinetto idrante in ottone UNI 45;
- coppia di raccordi UNI 45 e manicotti in gomma coprilegatura;
- tubazione flessibile in fibra sintetica poliestere, lunghezza 20 m, Ø 45 mm, conforme alla norma UNI 9487;
- lancia idrica in rame, regolabile, con intercettazione del getto;
- targa regolamentare.

Idranti esterni a colonna

- costruzione conforme alla Norma UNI 9485;
- tipo a colonna fuori terra con dispositivo di rottura prestabilito in caso di urto accidentale della parte esterna della colonna;
- carenatura di protezione su richiesta;
- valvola di sezionamento incorporata;
- valvola automatica di scarico;
- due bocche di erogazione UNI 70, attacchi UNI 810 con tappi UNI 7421 dotati di catenella;
- attacco di base DN 100, flangiato PN 16 UNI 2237;
- colonna a corpo idrante in ghisa G20 UNI-ISO 185, per temperature maggiori di –10 °C;
- verniciatura esterna;
- marcatura secondo UNI 9485.

Cassette portamanichetta

Comprendenti:

- cassetta in lamiera di acciaio, verniciata a fuoco, con portello in alluminio trattato, inalterabile, con serratura universale in bronzo, vetro frontale, tipo da esterno a parete e da esterno con piantana;
- tubazione flessibile in nylon, lunghezza 25 m, Ø 70 mm, completa di raccordi, conforme alla norma UNI 9487;

- lancia idrica in rame, con intercettazione del getto, UNI 70.

Attacchi per autopompa dei VVF.

Comprendenti:

- cassetta in lamiera d'acciaio, verniciata a fuoco, tipo pesante da esterno, con serratura e vetro frontale;
- gruppo per attacco autopompa VV.F., flangiato, con attacchi 2 x UNI 70, completo di rubinetti idrante, saracinesca, valvola di ritegno, valvola di sicurezza, scarico, tappe, incluse controflange, targa regolamentare di identificazione.

Accessori dell'impianto antincendio

- pressostato di comando per ogni pompa;
- pressostato pompa in moto, per ogni pompa;
- pressostato di sicurezza;
- indicatori o trasmettitori di pressione di linea.
- quadro di regolazione e collegamenti agli strumenti in campo;
- tubo di prova, per ogni pompa principale, corredato di valvole e misuratore di portata comune;
- tubo di sfioro di sicurezza, per ogni pompa principale,con diaframma tarato;
- sistema di sicurezza sulle valvole consistente in blocco in posizione aperta con cinghia e lucchetto di sicurezza o piombino.

Prescrizioni di posa

Modalità di installazione secondo quanto previsto, nell'ordine, in:

- prescrizioni di legge e dei VV.F. in materia di prevenzione incendi;
- norma UNI 9490;
- lastratura elettrica riscaldante sulle diverse parti di impianto in tutti i casi nei quali sussiste il pericolo di gelo.

1.284 *Modalità di collaudo*

Prima del collaudo la Ditta deve rilasciare un certificato di installazione dell'impianto come da UNI 9490.

Le prove e le verifiche di collaudo devono essere eseguite in conformità alla norma UNI sopracitata a cura della Ditta che raccoglierà ordinatamente tutti i risultati con i relativi riferimenti nei disegni esecutivi definitivi.

Il collaudatore controllerà la conformità funzionale con il progetto e ripeterà, a discrezione, le prove più significative in contraddittorio con la Ditta.

Il collaudatore eseguirà, anche in corso d'opera, e/o in sede di collaudo provvisorio, la verifica quantitativa e qualitativa delle installazioni per accertarne, in linea di principio, le conformità con le caratteristiche fondamentali indicate nel capitolato.

In generale le prove consisteranno in:

- prova a pressione come da specifica tubazioni;
- prova di circolazione ed erogazione;
- verifica funzionale e prestazionale del sistema di sopraelevazione della pressione;
- verifica funzionale della strumentazione.

1.285 *Documentazione da fornire*

Oltre agli oneri generali si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare alle apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- certificato di installazione come da Norma UNI 9490;
- disegni di insieme e di dettaglio delle installazioni;

- schemi di circuiti di comando e regolazione;
- manuali di montaggio esercizio e manutenzione.

Art. 118. Impianti elettrici

1.286 *Qualità dei materiali*

I materiali e gli apparecchi relativi agli impianti elettrici devono essere rispondenti alle prescrizioni progettuali; devono avere le caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio

Dovranno essere rispondenti alle norme CEI, UNI e alle tabelle di unificazione UNEL vigenti in materia ove queste, per detti materiali e apparecchi risultassero pubblicate e corrispondere alle specifiche prescrizioni progettuali.

La rispondenza dei materiali e degli apparecchi dovrà essere attestata, ove previsto, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o di contrassegno equipollente (ENEC-03).

1.286.1 Norme di riferimento

I materiali elettrici devono essere conformi alle leggi e regolamenti vigenti, in particolare:

- **D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547** - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- **Legge 1° marzo 1968, n. 186** - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- **Legge 18 ottobre 1977, n. 791** - Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- **D.M. 10 aprile 1984** - Disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radiodisturbi provocati dagli apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti muniti di starter;
- **Legge 9 gennaio 1989, n. 13** - Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle Barriere Architettoniche negli edifici privati;
- **Legge 17 aprile 1989, n. 150** - Attuazione della direttiva 82/130/CEE e norme transitorie concernenti la costruzione e la vendita di materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva;
- **D.M. 14 giugno 1989, n. 236** - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;
- **Legge 5 marzo 1990, n. 46** - Norme per la sicurezza degli impianti;
- **D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447** - Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti;
- **D.M. 22 febbraio 1992** - Modello di dichiarazione di conformità;
- **D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246** - Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;
- **D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626** - Attuazione della direttiva 93/68/CEE, in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- **D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162** - Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio;
- **D.M. 10 marzo 2005** - Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio;
- **D.M. 15 marzo 2005** - Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo;
- **D.M. 28 aprile 2005** - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi.

1.287 *Oneri specifici per l'appaltatore*

L'appaltatore ha l'obbligo di fornire depliant e ove possibile campioni di almeno tre marche di ogni componente dell'impianto per consentire la scelta al direttore dei lavori.

Per i corpi illuminanti l'appaltatore dovrà fornire appositi campioni, da conservare in appositi locali. I materiali non accettati dovranno essere sostituiti ed allontanati dal cantiere.

L'appaltatore dovrà curare gli impianti elettrici fino alla conclusione del collaudo tecnico-amministrativo, prevenendo eventuali danneggiamenti durante l'esecuzione dei lavori.

Le eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali esecutive dovranno essere segnalate tempestivamente al direttore dei lavori.

L'appaltatore dovrà fornire al direttore dei lavori tutta la documentazione integrativa per l'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

1.288 *Modalità di esecuzione degli impianti*

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali e la corretta tecnica da personale adeguato alla tipologia degli impianti, addestrato e dotato delle necessarie attrezzature.

In generale l'appaltatore dovrà seguire le indicazioni scritte del direttore dei lavori in caso di problemi di interpretazione degli elaborati progettuali esecutivi.
Gli impianti elettrici devono essere realizzati in conformità alla legge n. 186 del 1° marzo 1968.
In particolare, ai fini della prevenzione degli incendi, gli impianti elettrici:
- non devono costituire causa primaria di incendio o di esplosione;
- non devono fornire alimento o via privilegiata di propagazione degli incendi. Il comportamento al fuoco della membratura deve essere compatibile con la specifica destinazione d'uso dei singoli locali;
- devono essere suddivisi in modo che un eventuale guasto non provochi la messa fuori servizio dell'intero sistema (utenza);
- devono disporre di apparecchi di manovra ubicati in posizioni "protette" e devono riportare chiare indicazioni dei circuiti cui si riferiscono.
La rispondenza alle vigenti norme di sicurezza deve essere attestata con la procedura di cui alla legge n. 46 del 5 marzo 1990 e successivi regolamenti di applicazione.
Al termine dell'esecuzione degli impianti l'appaltatore dovrà rilasciare l'apposito certificato di conformità dell'impianto come previsto dalla legge n. 46/1990.

1.289 *Cavi e conduttori*

1.289.1 Definizioni

Si premettono le seguenti definizioni:
– cavo: si indicano tutti i tipi di cavo con o senza rivestimento protettivo;
– condutture: si indicano i prodotti costituiti da uno o più cavi e dagli elementi che ne assicurano il contenimento, il sostegno, il fissaggio e la protezione meccanica.
In relazione al tipo di funzione nella rete di alimentazione, le condutture in partenza dal quadro generale B.T. nella rete di distribuzione, si possono suddividere nelle seguenti categorie:
– di distribuzione attraverso montante: a sviluppo prevalentemente verticale;
– di distribuzione attraverso dorsali: a sviluppo prevalentemente orizzontale;
– di distribuzione diretta agli utilizzatori.

1.289.2 Posa in opera delle condutture

La posa in opera della conduttura può essere in:
– tubo: costituita da cavi contenuti in un tubo protettivo il quale può essere incassato, o in vista o interrato;
– canale costituita da cavi contenuti entro un contenitore prefabbricato con coperchio;
– vista: nella quale i cavi sono fissati a parete o soffitto per mezzo di opportuni elementi (es.: graffette o collari);
– condotto: costituita da cavi contenuti entro cavità lisce o continue ottenute costruzione delle strutture murarie o entro manufatti di tipo edile prefabbricati o gettati in opera;
– cunicolo: costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio non praticabile con chiusura mobile;
– su passerelle: costituita da cavi contenuti entro un sistema continuo di elementi di sostegno senza coperchio;
– galleria: costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio praticabile.

1.289.3 Prescrizioni relative alle condutture

– la distribuzione deve essere eseguita con i tipi di cavi indicati nei disegni progettuali;
– la posa di cavi direttamente sotto intonaco non è ammessa;
– i cavi installati entro tubi devono poter essere generalmente sfilati e re-infilati;
− i cavi installati dentro canali, condotti, cunicoli, passerelle, gallerie devono poter essere facilmente posati e rimossi;
− i cavi posati in vista devono essere, ove necessario e nel rispetto delle norme, protetti da danneggiamenti meccanici.
– per tutti i tipi di condutture devono essere osservate le seguenti prescrizioni:
- il percorso deve essere ispezionabile (nel caso di montanti ciò deve essere possibile almeno ad ogni piano);
- le condutture relative ai circuiti di energia e dei circuiti ausiliari devono essere separati da quelli dei circuiti telefonici;
- negli ambienti ordinari il diametro interno dei tubi utilizzati per la posa dei conduttori, deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10 mm;
- negli ambienti speciali tale diametro interno deve essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm;
- il coefficiente di riempimento deve essere pari al massimo a 0,5 per gli scomparti destinati ai cavi per energia;
− i coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8);
– il conduttore di neutro non deve essere comune a più circuiti;
− il conduttore che svolge la doppia funzione di protezione e neutro (PEN) deve avere la colorazione giallo-verde e fascette terminali blu chiaro, oppure colorazione blu chiaro e fascette terminali giallo-verde;
− le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve poter essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema;
– i colori distintivi dei conduttori o dei cavi unipolari e multipolari sono prescritti dalla tabella **CEI-UNEL 00722**;

− per l'individuazione dei cavi unipolari sotto guaina mediante simboli si applicano, ove necessario, le Norme **CEI 16-1**;
– i colori distintivi dei conduttori di fase, se possibile, devono essere:
− per i circuiti a corrente alternata nero, marrone, grigio;
− per i circuiti a corrente continua rosso (polo positivo), bianco (polo negativo);
− i cavi di tipo A "Cavi con guaina per tensioni nominali uguali o superiori a Uo/U 0,6/1 KV" sono adatti per tutti i tipi di condutture precedentemente indicate;
− i cavi di tipo B "Cavi senza guaina per tensione nominale Uo/U 450/750V" sono adatti solo per condutture in tubo, in canaletta, canale o condotto non interrato;
– nel caso di condutture interrate, i cavi devono essere adatti a detto tipo di impiego;
- per circuito di segnalamento e comando, si possono usare cavi con tensione nominale ≤ 300/500V;
− nel dimensionamento dei cavi dei montanti e sulle dorsali, è opportuno tenere conto di maggiorazioni conseguenti ad utilizzi futuri;
I cavi di alimentazione delle utenze in ambienti speciali (per esempio: centrale di riscaldamento, illuminazione esterna, elevatori, cucine, ecc.) devono essere del tipo con guaina;
È consigliabile l'uso dei cavi di tipo non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi anche nelle situazioni installative nelle quali le relative norme impianti non li prevedono come obbligatori. (tipo LSOK).
In funzione dei diversi riferimenti alla norma **CEI 20-22** occorre verificare la quantità di cavi raggruppabili in fasci.

1.289.4 Prescrizioni relative a condutture di impianti particolari

I cavi di alimentazione dei circuiti di sicurezza devono essere indipendenti da altri circuiti.
I cavi dei circuiti a SELV devono essere installati conformemente a quanto indicato negli art. 411.1.3.2 e 528.1.1 della **CEI 64-8**.
I cavi dei circuiti FELV possono essere installati unitamente ai cavi di energia.
I cavi di circuiti separati derivati o meno dal trasformatore di isolamento devono essere indipendenti da altri circuiti.

1.289.5 Norme di riferimento

I cavi e le condutture per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori devono essere conformi alle seguenti norme:
– **CEI 11-17** - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
– **CEI 20-40** - Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
– **CEI 64-8** - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
– **CEI 16-1** - Individuazione dei conduttori isolati;
− **CEI 20-22/2** - Prove d'incendio su cavi elettrici;
− **CEI 20-22/3** - Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio. Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio;
– **CEI-UNEL 00722** - Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U0/U non superiori a 0.6/1 kV;
– **CEI-UNEL 35024/1** - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplasticoper tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
– **CEI-UNEL 35024/1 Ec** - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
– **CEI-UNEL 35024/2** - Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
– **CEI-UNEL 35026** - Cavi di energia per tensione nominale U sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Posa in aria ed interrata.

1.289.6 Sezioni minime dei conduttori

Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione; in ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

a) conduttori di fase:
– 1,5 mm² (rame) per impianti di energia;

b) conduttori per impianti di segnalazione:
– 0,5 mm² (rame);

c) conduttore di neutro:

Il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase:
− nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori;
− nei circuiti trifase quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm²
Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm², può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:
− la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro.
− la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm².

d) conduttori di protezione:
Le sezioni del conduttore di protezione devono essere di:
……..
……..
Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:
– 2,5 mm² (rame) se protetto meccanicamente;
– 4,0 mm² (rame) se non protetto meccanicamente.
Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali): la sezione non deve essere inferiore a 6 mm².

e) conduttore di terra:
− protetto contro la corrosione ma non meccanicamente, non inferiore a 16 mm² in rame o ferro zincato:
– non protetto contro la corrosione, non inferiore a 25 mm² (rame) oppure 50 mm² (ferro);
− protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori della tabella **CEI-UNEL 3502**. Se dall'applicazione di questa tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

f) conduttore PEN (solo nel sistema TN):
– non inferiore a 10 mm² (rame);

g) conduttori equipotenziali principali:
− non inferiore a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm² (rame);
– non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm² (rame).

h) conduttori equipotenziali supplementari:
− fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione minore; fra massa e massa estranea sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione;
− fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a:
− 2,5 mm² (rame) se protetto meccanicamente;
− 4 mm² (rame) se non protetto meccanicamente.
Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa e fra massa e massa estranea.

1.290 *Tubazioni di protezione dei cavi*
Tutte le tubazioni di protezione dei cavi dovranno essere di tipo flessibile in PVC nella serie pesante antischiacciamento, di tipo e caratteristiche contemplate nelle vigenti norme UNEL e CEI.
L'installazione o posa in opera delle tubazioni di protezione potrà essere del tipo:
- a vista;
- incassati nelle muratura o nel massetto;
- annegati nelle strutture in calcestruzzo per le costruzioni prefabbricate;
- interrati (**CEI EN 50086-2-4**).
I tubi di protezione da collocare nelle pareti sotto intonaco potranno essere in PVC flessibile leggero (**CEI 23-14**) o flessibile pesante (**CEI 23-14**). Le tubazioni sottotraccia dovranno essere collocate in maniera tale che il tubo venga a trovarsi totalmente incassato ad almeno 2 cm dalla parete finita. I tubi prima della ricopertura con malta cementizia dovranno essere saldamente fissati sul fondo della scanalatura e collocati in maniera che non siano totalmente accostati in modo da realizzare un interstizio da riempire con la malta cementizia.
I tubi di protezione annegare nel massetto delle pavimentazioni potranno essere in PVC flessibile pesante (**CEI 23-14**) o in PVC rigido pesante (**CEI 23-8**).
I tubi di protezione da collocare in vista potranno essere in: PVC rigido pesante (**CEI 23-8**), PVC rigido flettato (**CEI 23-25** e **CEI 23-26**), guaine (**CEI 23-25**).
I tubi di protezione interrati potranno essere in PVC rigido pesante, PVC flessibile pesante, cavidotti e guaine.
Negli ambienti speciali i tubi di protezione potranno essere in acciaio (**CEI 23-28**) e in acciaio zincato (**UNI 3824-74**).
Le tubazioni di protezione secondo le caratteristiche alla piegatura potranno essere:

- rigidi (**CEI EN 50086-2-1**);
- pieghevoli (**CEI EN 50086-2-2**);
- pieghevoli/autorinvenenti (**CEI EN 50086-2-2**);
- flessibili (**CEI EN 50086-2-3**).

Il grado di protezione dovrà essere di IP XX (con un minimo IP3X).

1.290.1 Norme di riferimento

Le tubazioni di protezione dovranno rispettare le seguenti norme:
- **CEI EN 50086-1** - Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Prescrizioni generali;
- **CEI EN 50086-2-1** - Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;
- **CEI EN 50086-2-2** - Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;
- **CEI EN 50086-2-3** - Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori;
- **CEI EN 50086-2-4** - Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati;
- **CEI EN 60529** - Gradi di protezione degli involucri.

1.291 *Quadri elettrici*

1.291.1 Generalità

I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distribuzione elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia durante l'esercizio ordinario, sia nella manutenzione delle sue singole parti.
Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, protezione e controllo dei circuiti di un determinato locale, zona, reparto, piano, ecc.
In generale i quadri elettrici vengono realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchiature con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.
La costruzione di un quadro elettrico consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione e deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.
Si raccomanda, per quanto è possibile, che i portelli dei quadri elettrici di piano o zona di uno stesso edificio siano apribili con unica chiave.
Riferimenti normativi:
- **CEI EN 60439-1**;
- **CEI EN 60439-3**;
- **CE EN 60529**;
- **CEI 23-49**;
- **CEI 23-51**;
- **CEI 64-8**.

1.291.2 Tipologie di quadri elettrici

In generale i quadri elettrici sono identificati per tipologia di utilizzo e in funzione di questo possono avere caratteristiche diverse che interessano la forma, le dimensioni, il materiale utilizzato per le strutture e gli involucri e i sistemi di accesso alle parti attive e agli organi di comando delle apparecchiature installate.

1.291.2.1 Quadro generale

Il quadro generale è il quadro che deve essere collocato all'inizio dell'impianto elettrico e precisamente a valle del punto di consegna dell'energia.
I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali dedicati accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole potenze e per i quali si utilizzano gli involucri (isolante, metallico o composto), è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole parti attive interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti e gli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.
Nel caso in cui sia necessario proteggere una conduttura dal punto di consegna dell'ente distributore al quadro generale si dovrà prevedere l'installazione a monte di un quadro realizzato in materiale isolante provvisto di un dispositivo di protezione.

1.291.2.2 Quadri secondari di distribuzione

I quadri secondari di distribuzione sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'area del complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta, e provvedono ad alimentare i quadri di zona, piano, reparto, centrali tecnologiche ecc.
Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle descritte per il quadro generale.

1.291.2.3 Quadri di reparto, di zona o di piano
Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.
Per la realizzazione di questi quadri devono essere utilizzati gli involucri: isolante, metallico o composto. L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti, e l'accesso gli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.

1.291.2.4 Quadri locali tecnologici
I quadri locali tecnologici devono essere installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, comando e controllo dei circuiti utilizzatori previsti all'interno delle centrali tecnologiche, compresi eventuali quadri speciali di comando, controllo e regolazione dei macchinari installati al loro interno.
Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali presenti all'interno delle singole centrali.
Negli ambienti in cui è impedito l'accesso alle persone non autorizzate, non è necessario, anche se consigliabile, disporre di portelli con chiusura a chiave per l'accesso ai comandi.

1.291.2.5 Quadri speciali (es. sale operatorie, centrale di condizionamento, centrale termica ecc.)
Per quadri speciali si intendono quelli previsti in determinati ambienti, atti a contenere apparecchiature di sezionamento, comando, controllo, segnalazione, regolazione di circuiti finalizzati ad un utilizzo particolare e determinato, come ad esempio per l'alimentazione degli apparecchi elettromedicali di una sala operatoria, o per la gestione di apparecchiature necessarie alla produzione, distribuzione e controllo della climatizzazione di un complesso edilizio (riscaldamento e condizionamento).
Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali previste nei singoli ambienti di installazione ed essere provvisti di portelli con chiusura a chiave se non installati in ambienti accessibili solo a personale addestrato.

1.291.3 Grado di protezione degli involucri
Il grado di protezione (IP 20, IP 40, IP 44, IP 55) degli involucri dei quadri elettrici è da scegliersi in funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro deve essere sottoposto. Detta classificazione è regolata dalla norma **CEI EN 60529** (**CEI 70-1**) che identifica nella prima cifra la protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei e nella seconda la protezione contro l'ingresso di liquidi.
Il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

1.291.4 Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione
I cavi e le sbarre in entrata e uscita dal quadro possono attestarsi direttamente sui morsetti degli interruttori. E' comunque preferibile nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del quadro stesso di apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione.
Le morsettiere possono essere del tipo a elementi componibili o in struttura in monoblocco.

1.291.5 Caratteristiche degli armadi e dei contenitori per quadri elettrici
I quadri elettrici di distribuzione debbono essere conformi alla norme: **CEI EN 60439-1**, **CEI EN 60439-3**, **CEI 23-51**.
Possono essere costituiti da un contenitore in materiale: isolante, metallico o composto.
I quadri debbono rispettare le seguenti dimensioni minime:
a) quadri di distribuzione di piano
dimensioni: larghezza …… cm; altezza…….. cm; profondità …. cm.
b) quadri per ambienti speciali
dimensioni: larghezza …… cm; altezza…….. cm; profondità …. cm.
Il portello deve essere del tipo …… (non trasparente, trasparente) con apertura …….. (a mezzo chiave). Le eventuali maniglie dovranno essere in materiale isolante.
Sui pannelli frontali dovranno essere riportate tutte le scritte necessarie ad individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc.
I contenitori in lamiera di acciaio debbono avere lo spessore non inferiore a 1,2 mm, saldata ed accuratamente verniciata a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento preventivo antiruggine. Per consentire l'ingresso dei cavi, il contenitore sarà dotato, sui lati inferiore e superiore, di aperture chiuse con coperchio fissato con viti, o di fori pretranciati.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra. Il collegamento di quelle mobili o asportabili sarà eseguito con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm², muniti alle estremità di capicorda a compressione di tipo ad occhiello.
Le canalette dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti, o con dado, o rivetti. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive.

1.291.6 Targhe

Ogni quadro elettrico deve essere munito di apposita targa nella quale sia riportato almeno il nome o il marchio di fabbrica del costruttore e un identificatore (numero o tipo) che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni indispensabili.
I quadri elettrici impiegati dall'appaltatore i devono avere la marcatura CE.

1.291.7 Identificazioni

Ogni quadro elettrico deve essere munito di proprio schema elettrico nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti, i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, le caratteristiche previste dalle relative Norme.
Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di targhetta indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

1.291.8 Predisposizione per ampliamenti futuri

Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da consentire l'installazione di un numero di eventuali apparecchi futuri pari ad almeno il 20% di quelli previsto o installato.

1.292 *Cassette di derivazione*

Le cassette di derivazione devono essere di dimensioni idonee all'impiego, potranno essere in materiale isolante o metallico. La tipologia deve essere idonea ad essere installata a parete o ad incasso (pareti piene o a sandwich o con intercapedine), con caratteristiche che consentano la planarità il parallelismo.
Tutte le cassette di derivazione da parete, dovranno essere in PVC pesante con grado di protezione di almeno IP 40 con nervature e fori pre-tranciati per l'inserzione delle tubazioni, completi di coperchi con idoneo fissaggio ricoprenti abbondantemente il giunto-muratura.
Le dimensioni delle cassette di derivazione da parete sono: larghezza …… cm; altezza…….. cm; profondità …. cm.
Le dimensioni delle cassette di derivazione da incasso sono: larghezza …… cm; altezza…….. cm; profondità …. cm.
Le cassette devono essere in grado di potere contenere i morsetti di giunzione e di derivazione previsti dalle norme vigenti.
Le cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere dotate di opportuni separatori.

1.293 *Giunzioni*

Le giunzioni e le derivazioni da effettuare esclusivamente all'interno dei quadri elettrici e delle cassette di derivazione, devono rispettare le seguenti norme:
– **CEI EN 60947-7-1**;
– **CEI EN 60998-1**;
– **CEI EN 60998-2-2**;
– **CEI EN 60998-2-3**;
– **CEI EN 60998-2-4**.
I morsetti componibili su guida devono rispettare le norme **EN 50022** e **EN 50035**.
I morsetti di derivazione volanti possono essere: a vite; senza vite; a cappuccio; a perforazione di isolante.

1.294 *Supporto, frutto e placca*

Tutti i supporti portafrutti dovranno essere in resina e dovranno presentare caratteristiche meccaniche tali da resistere alle sollecitazioni dell'uso normale. Dovranno permettere il fissaggio rapido dei frutti senza vite e facile rimozione con attrezzo. Il supporto dovrà permettere il fissaggio delle placche a pressione con o senza viti. Il supporto dovrà consentire eventuali compensazioni con i rivestimenti della parete.
I supporti dovranno prevedere l'alloggiamento da due a più moduli.
I frutti devono avere le seguenti caratteristiche:
- comando: devono disporre di sistemi luminosi o indicazioni fluorescenti per soddisfare le esigenze del **D.P.R. n. 503/1996** e **D.M. n. 236/1989**) e le norme **CEI 23-9**: o **CEI EN 60669-1**;
- interruttori uni e bipolari, deviatori, invertitori, con corrente nominale non inferiori a 10A;
- pulsanti, pulsanti a tirante con correnti nominali non inferiori a 2A (**CEI EN 60669-2-1**) (IR) infrarosso passivo;
- controllo: (**CEI EN 60669-2-1**), regolatori di intensità luminosa;
- prese di corrente: (**CEI 23-16** o **CEI 23-50**): 2P+T, 10A – Tipo P11; 2P+T , 16A – Tipo P17, P17/11, P30;
- protezione contro le sovracorrenti: (**CEI EN 60898**), interruttori automatici magnetotermici con caratteristica C da 6A, 10A, 16A e potere di interruzione non inferire a 1500A;

- segnalazioni ottiche e acustiche: spie luminose, suonerie e ronzatori;
- prese di segnale: per trasmissione dati Rj45; TV (**CEI EN 50083-4**) terreste, satellitare; telefoniche (**CEI EN 60603-7**).

Gli apparecchi complementari devono avere le seguenti caratteristiche:
- comando: …….
- prese di corrente: …… .
- prese per trasmissione dati: ……..
- allarmi: ……..
- ricezione: …….
- controllo: ……..……
- interruttori differenziali: ……..……..

1.294.1 Impianto di terra

L'impianto di terra deve essere composto dai seguenti elementi:
– dei dispersori;
– dei conduttori di terra;
– del collettore o nodo principale di terra;
– dei conduttori di protezione;
– dei conduttori equipotenziali.

L'impianto di messa a terra deve essere opportunamente coordinato con dispositivi di protezione (in pratica nel sistema TT sempre con interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto elettrico, atti ad interrompere tempestivamente l'alimerntazione elettrica del circuito gusato in caso di eccessiva tensione di contatto .

L' impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a valutarne il grado d'efficienza.

1.294.1.1 Impianti a tensione nominale ≤ 1000 V c.a.

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la norma **CEI 64-8**, tenendo conto delle raccomandazioni della "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario" (**CEI 64-12**).

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico.

All' impianto devono essere collegate tutte le masse e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti: centro stella dei trasformatori, impianto contro i fulmini, ecc.).

L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi dei lavori e con le dovute caratteristiche. Infatti, alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione degli elementi di fatto (ferri delle strutture in cemento armato, tubazioni metalliche ecc.).

1.294.1.2 Impianti a tensione nominale > 1000 V c.a.

Per quanto riguarda questi impianti la norma di riferimento è la **CEI 11-1**.

1.294.1.3 Elementi dell'impianto di terra

1.294.1.3.1 Dispersore

Il dispersore è il componente dell'impianto che serve per disperdere le correnti verso terra ed è generalmente costituito da elementi metallici quali: tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre aventi dimensioni e caratteristiche in riferimento alla norma **CEI 64-8**.

È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Nel caso di utilizzo di dispersori intenzionali, affinchè il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione ed alla profondità del dispersore da installarsi preferibilmente all'esterno del perimetro dell'edificio.

Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori e fra il dispersore ed il conduttore di terra devono essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena o con robusti morsetti o manicotti purché assicurino un contatto equivalente.

Le giunzioni devono essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi.

1.294.1.3.2 Conduttore di terra

Il conduttore di terra è il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra, oppure i dispersori tra loro; generalmente è costituito da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati come dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata o isolata dal terreno.

Deve essere affidabile nel tempo, resistente e adatto all'impiego.
Possono essere impiegati:
- corde, piattine;
- elementi strutturali metallici inamovibili.

Le sezioni minime del conduttore di terra sono riassunte nella seguente tabella.

Caratteristiche di posa del conduttore	Sezione minima (mm²)
Protetto contro la corrosione (es. con una guaina) ma non meccanicamente	16 (rame) 16 (ferro zincato)
Non protetto contro la corrosione	25 (rame) 50 (ferro zincato)

1.294.1.3.3 Collettore (o nodo) principale di terra

In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.
A tale collettore devono essere collegati:
- il conduttore di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- l'eventuale conduttore di messa a terra di un punto del sistema (in genere il neutro);
- le masse dell'impianto MT.

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

1.294.1.3.4 Conduttori di protezione

Il conduttore di protezione parte del collettore di terra, collega in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra); o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. E' vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm². Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.
La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dalle norme **CEI 64-8**.

Tabella 78.1. - Sezione minima del conduttore di protezione (CEI 64-8)

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio mm²	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm²	Conduttore di protezione. non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm²
minore o uguale a 16 uguale a 35	16	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sez. specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sez. specificata dalle rispettive norme

1.294.1.3.5 Conduttori di equipotenziale

Il conduttore equipotenziale ha lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee ovvero le parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma **CEI 64-8/5**).
L'appaltatore deve curare il coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione; è opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi d'interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della limitazione delle correnti vaganti, potenziali cause di fenomeni corrosivi. Si raccomanda infine la misurazione della resistività del terreno.

1.294.1.3.6 Pozzetti

Tutti i pozzetti dovranno essere in PVC muniti di chiusino in PVC pesante nervato.

1.294.1.4 Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi

Si premette che la norma **CEI 64-8**, alla Parte 7: Ambienti particolari, art. 701 (Locali contenenti bagni e docce), classifica l'ambiente bagno in quattro zone di pericolosità in ordine decrescente:

Zona 0 - È il volume della vasca o del piatto doccia: Entro tale volume non sono ammessi apparecchi elettrici, come scalda-acqua a immersione, illuminazioni sommerse o simili;

Zona 1 - È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: In tale volume sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V;
Zona 2 - È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: Sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (Classe II) ;
Zona 3 - È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia): Sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso, quando installati verticalmente, oppure IP5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:
- bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (BTS). Le parti attive del circuito BTS devono comunque essere protette contro i contatti diretti;
- trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;
- interruttore differenziale a alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Gli apparecchi istallati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP4).
Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; possono essere installati soltanto pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento.
Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (ad esempio, con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante.
Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

1.294.1.4.1 Collegamenti equipotenziali nei locali da bagno

Nelle zone 1-2-3 così come definite al punto precedente, onde evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno, deve mettersi in opera un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee, con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.
Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalla norma **CEI 64-8**; in particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione.
È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.
Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:
- 2,5 mm^2 (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mm^2 (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

Il collegamento equipotenziale non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in grès.

1.294.1.4.2 Altre prescrizioni per i locali da bagno

Per i locali da bagno devono tenersi distinti i due circuiti di illuminazione e prese.
La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o a un interruttore differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

Per le condutture elettriche possono essere usati cavi isolati in PVC tipo H07V (ex UR/3) in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento.
Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto che va dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatoletta passa-cordone.

1.294.1.4.3 Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per condizioni ambientali (umidità) cantine, garage, portici, giardini, ecc. o per particolari utilizzatori elettrici usati, le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la Zona 3 dei bagni così come definita al punto 78.2.3.4.

1.294.1.5 Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

1) coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente. Se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;

2) coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

1.295 *Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche*

1.295.1 Generalità

Le misure di protezione contro le scariche atmosferiche più idonee devono essere conformi alle prescrizioni della Norma **CEI 81-1**. Le norme **CEI 81-1** prevedono quattro livelli di protezione:

Livello di protezione	Efficienza
I	0.98
II	0.95
III	0.90
IV	0.80

1.295.2 Composizione dell'impianto

In generale l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche si compone dei seguenti elementi:
- impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base) costituito dagli elementi normali e naturali atti alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine (organo di captazione, calate, dispersore);
- impianto di protezione contro le fulminazioni indirette (impianto integrativo) costituito da tutti i dispositivi (quali connessioni metalliche, limitatori di tensione) atti a contrastare gli effetti (per esempio: tensione totale di terra, tensione di passo, tensione di contatto, tensione indotta, sovratensione sulle linee) associati al passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

1.295.3 Captatori

Il captatore può essere composto dalla combinazione dei seguenti elementi: aste, funi e maglie. Il posizionamento dei captatori secondo il metodo dell'angolo di protezione (indicato per gli edifici di forma regolare) o il metodo della sfera rotolante (indicato per gli edifici di forma complessa), deve essere conforme al punto 2.2.2. della norma **CEI 81-1** e in particolare dell'appendice B. La protezione delle superfici piane dovrà essere attuata con il metodo della maglia.
Il punto 2.2.3 della norma stabilisce che ai fini della protezione, possono essere utilizzati come captatori naturali le seguenti parti della struttura, secondo le prescrizioni dell'art. 2.1.3 della citata norma **CEI 81-1**:
- coperture metalliche dei tetti:
- componenti metallici costruttivi di tetti (capriate metalliche, ferri di armatura elettricamente continui, ecc.), al di sotto di una copertura non metallica, purché quest'ultima parte possa essere esclusa dalla struttura da proteggere;
- parti metalliche come gronde, ornamenti, ringhiere, ecc., la cui sezione trasversale non sia inferiore a quella specificata per i captatori normali;
- tubazioni e serbatoi metallici, costruiti in materiale di non meno di 2,5 mm di spessore, purché non si crei una situazione pericolosa o altrimenti inaccettabile qualora essi vengano perforati;
- tubazioni e serbatoi metallici.
Le lastre e le tubazioni metalliche devono possedere lo spessore minimo in funzione del materiale (Fe, Cu. Al) indicato nella tabella 4 della norma CEI 81-1.

1.295.4 Sistemi di protezione LPS

I sistemi di protezione contro i fulmini vengono definiti LPS (Lighting Protection of Structures) e si dividono in:
LPS esterno;
LPS interno.

a) LPS esterno
• l'impianto interno deve essenzialmente essere costituito da:
− collegamenti equipotenziali di tutti i corpi metallici esterni ed interni;
− collegamenti equipotenziali, tramite limitatori di tensione, di tutti gli impianti esterni ed interni;
– isolamenti o distanziamenti.
L'impianto esterno è principalmente costituito da captatori del tipo ad asta o a maglia. La loro funzione è quella di creare un volume protetto ovvero una zona che non può essere colpita da fulmini.
I captatori ad asta consistono nel posizionare una o più aste metalliche in uno o più punti, sulla sommità dell'edificio con ridotto sviluppo orizzontale.
I captatore a maglia consistono nel creare una gabbia metallica intorno all'edificio, tramite piattine o tondi in ferro o rame, per proteggerlo completamente. I percorsi devono essere preferibilmente rettilinei e i cambi di direzione devono avvenire senza spigoli o curve a piccolo raggio.

b) LPS interno
• l'impianto esterno deve essenzialmente essere costituito da:
– organi di captazione (normali o naturali);
– organi di discesa (calate) (normali o naturali);
– dispersore di tipo A o B (normali o naturali);
– collegamenti diretti o tramite SPD agli impianti esterni ed interni, ed ai corpi metallici esterni ed interni.

1.295.5 Verifiche

Dopo l'ultimazione, l'impianto di protezione contro i fulmini deve essere verificato per accertarne che:
- l'LPS sia conforme al progetto;
- tutti i componenti dell'LPS siano in buone condizioni;
- tutte le strutture aggiunte dopo siano comprese nella struttura protetta con ampliamenti dell'LPS.
L'impianto dove essere soggetto a manutenzione periodica come disposto dalla norma **CEI 81-1**.
L'appaltatore, al termine dei lavori, dovrà rilasciare la prescritta dichiarazione di conformità dell'impianto.

1.295.6 Norme di riferimento

La protezione contro le scariche atmosferiche è disciplinata dalle seguenti norme:
CEI 81-1 - Protezione di strutture contro i fulmini;
CEI 81-3 - Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico;
CEI 81-4 - Protezione delle strutture contro i fulmini.Valutazione del rischio dovuto al fulmine;
CEI 81-5 - Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC);
CEI 81-6 - Protezione delle strutture contro i fulmini - Linee di telecomunicazione;
CEI 81-7 - Prescrizioni relative alla resistibilità per le apparecchiature che hanno un terminale per telecomunicazioni;
CEI 81-8 - Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione.

1.296 *Protezione contro i contatti diretti e indiretti*

Le misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti devono rispettare la Norma **CEI 64-8**.
La protezione può essere attuata con i seguenti accorgimenti:
1) protezione mediante bassissima tensione di sicurezza e di protezione (sistemi Selv e Pelv);
2) protezione mediante bassissima tensione di protezione funzionale (sistemi Felv);
3) protezione totale
4) protezione parziale
5) protezione addizionale
6) protezione con impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente
7) protezione per separazione elettrica
8) protezione per mezzo di locali isolanti;
9) protezione per mezzo di locali resi equipotenziali non connessi a terra;
10) protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria senza propria cabina di trasformazione " Sistema TT";
11) protezione con interruzione automatica del circuito;
12) protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria con propria cabina di trasformazione " Sistema TN".

1.297 *Protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti e i corto circuiti*
La protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della norma **CEI 64-8**.
I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:
– all'inizio della conduttura;
– alla fine della conduttura;
– in un punto qualsiasi della conduttura.
Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni contro i sovraccarichi debbono essere installate all'inizio della conduttura.
La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della conduttura.
Sono ammessi 3,00 m di distanza dall'origine della conduttura purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente alle due condizioni seguenti (con esclusione degli impianti nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio, o con pericolo di esplosione):
− venga realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito;
− venga realizzato in modo che anche in caso di corto circuito sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di danno per le persone.
E' possibile non prevedere la protezione contro i corto circuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli, per esempio per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri.
In tali casi bisogna verificare che sia minimo il pericolo di corto circuito e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

Art. 119. Verifiche dell'impianto elettrico

1.298 *Generaltà*
Le verifiche dell'impianto elettrico devono essere eseguite dal direttore dei lavori secondo le indicazioni del capitolo 61 della norma **CEI 64-8**:
- art. 611. Esame a vista;
- art. 612. Prove.
In linea generale le operazioni di verifica di un impianto elettrico possono così articolarsi:
1) esame a vista
3) rilievi strumentali;
4) calcoli di controllo.
Le verifiche debbono essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti e/o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie dell'impianto elettrico.

1.299 *Esame a vista*
L'esame a vista (norma **CEI 64-8**), eseguito con l'impianto fuori tensione, ha lo scopo di accertare la corretta esecuzione dell'impianto prima della prova. L'esame a vista dell'impianto elettrico è condotto sulla base del progetto ed ha lo scopo di verificare che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme vigenti; l'esame può essere eseguito sia durante la realizzazione dell'impianto o alle fine dei lavori.
L'esame vista dell'impianto elettrico comprende i seguenti controlli relativi a:
- analisi del progetto;
- verifica qualitativa dei componenti dell'impianto;
- verifica quantitativa dei componenti dell'impianto;
- controllo della sfilabilità dei cavi e delle dimensioni dei tubi e dei condotti;
- verifica dell'idoneità delle connessioni dei conduttori;
- verifica dei tracciati per le condutture incassate;
- verifica dei gradi di protezione degli involucri;
- controllo preliminare dei collegamenti a terra;
- controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici;
- controllo dell'idoneità e della funzionalità dei quadri elettrici;
- controllo dell'idoneità, funzionalità e sicurezza degli impianti ausiliari;
- controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi;
- verifica per gli apparecchi per il comando e l'arresto di emergenza;
- presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando.

1.299.1 Verifica qualitativa e quantitativa

La verifica qualitativa e quantitativa dei componenti dell'impianto elettrico ha lo scopo di verificare :
- la rispondenza qualitativa dei materiali ed apparecchiature impiegate siano rispondenti alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto ed ai dati di progetto, accertando la consistenza quantitativa e il funzionamento;
- la conformità delle indicazioni riportate negli schemi e nei piani d'installazione: individuando l'ubicazione dei principali componenti, la conformità delle linee di distribuzione agli schemi, la conformità dei punti di utilizzazione ai piani d'installazione, l'univocità d'indicazione tra schemi e segnaletica applicata in loco;
- la compatibilità con l'ambiente: accertando che tutti i componenti elettrici siano stati scelti e collocati tenendo conto delle specifiche caratteristiche dell'ambiente e siano tali da non provocare effetti nocivi sugli altri elementi esistenti nell'ambiente;
- accessibilità che deve essere: agevole per tutti i componenti con pannelli di comando, misura, segnalazione manovra; possibile, eventualmente con facili operazioni di rimozione di ostacoli, per i componenti suscettibili di controlli periodici o di interventi manutentivi (scatole, cassette, pozzetti di giunzione o connessione, ecc.).

L'accertamento della garanzia di conformità è data dal marchio IMQ (Marchio Italiano di Qualità) o altri marchi equivalenti, in caso contrario l'impresa deve fornire apposita certificazione.

1.299.2 Verifica della sfilabilità dei cavi e controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti

La verifica della sfilabilità dei cavi consiste nell'estrarre un cavo dal tratto di tubo protettivo, incassato o a vista, compreso tra due cassette o scatole successive e nell'osservare se questa operazione abbia danneggiato il cavo stesso.
L'analisi in sintesi deve riguardare:

Oggetto	Accertamenti
a) sfilabilità	- estrazione di uno o più cavi dai condotti - mantenimento della calibratura interna
b) dimensione dei tubi	- diametro interno maggiore o uguale a 10 mm
c) rispondenza normativa dei tubi	- verifica della rispondenza alle prescrizioni di progetto

La verifica deve essere effettuata preferibilmente sui tratti di tubo non rettilinei e deve essere estesa a tratti di tubo per una lunghezza compresa tra l'1% e il 5% della totale lunghezza dei tubi degli impianti utilizzatori presi in esame; in caso di esito non favorevole, fermo restando l'obbligo per l'installatore di modificare gli impianti, la prova dovrà essere ripetuta su di un numero di impianti utilizzatori doppio rispetto al primo campione scelto; qualora anche la seconda prova fornisse esito sfavorevole la verifica della sfilabilità dovrà essere ripetuta su tutti gli impianti utilizzatori.
Il controllo deve verificare che i tubi abbiano diametro interno maggiore di 10 mm e che in generale sia almeno uguale a 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio di cavi contenuti entro i tubi. Per le condutture costituite da canalette la superficie interna della sezione retta degli alloggiamenti dei cavi elettrici deve essere almeno uguale al doppio della superficie della sezione retta dei cavi contenuti.
I tubi protettivi flessibili di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare sotto traccia devono essere conformi alla norma **CEI 23-14 V1**.
I tubi protettivi rigidi ed accessori di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare in vista devono essere conformi alla norma **UNEL 37118/72** e **37117-72**.

Tabella 79.1. Dimensioni dei tubi protettivi flessibili e rigidi in PVC

Grandezza	Tubi flessibili in PVC		Tubi rigidi in PVC	
	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)
16	16	10,7	16	13,0
20	20	14,1	20	16,9
25	25	18,3	25	21,4
32	32	24,3	32	27,8
40	40	31,2	40	35,4
50	50	39,6	50	44,3
63	63	50,6	63	56,5

1.299.3 Verifica dei tracciati per le condutture incassate

La verifica dei tracciati per le condutture incassate deve riguardare:

Oggetto	Accertamenti
a) tubi incassati sotto intonaco:	- linearità (orizzontale o verticale) dei percorsi
b) prese a parete	- altezza non inferiore a 17,5 dal pavimento.

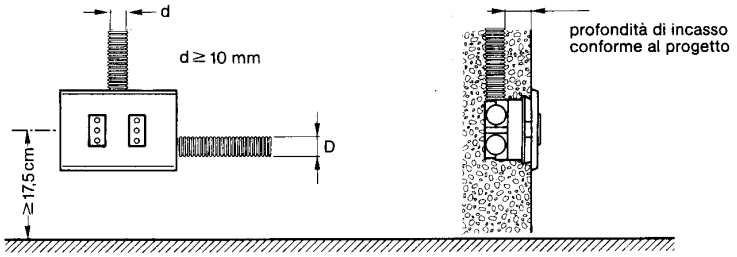

Fig. 79.1. – *Criteri di installazione degli impianti incassati e similari*

1.299.4 Verifica dei gradi di protezione degli involucri (protezioni contro i contatti diretti)

La verifica dei gradi di protezione degli involucri ha lo scopo di verificare che tutti i materiali, gli apparecchi e le macchine installati in ambienti speciali (acqua e/o polvere) abbiano grado di protezione adeguato ai fini della sicurezza, della funzionalità e della durata e/o conforme alle prescrizioni del progetto o del capitolato; per la verifica si farà riferimento alla norme **CEI-64.8**. e **CEI 70-1**. Il grado di protezione è indicato con le lettere IP (*International Protection*) seguite da due cifre indicanti la prima il grado di protezione delle persone contro il contatto con gli elementi in tensione e la penetrazione dannosa dell'acqua, es. IP 55. Quando una delle due cifre è sostituita da una X (es. IP4X o IPX4), significa che il materiale garantisce soltanto un tipo di protezione. Lo 0 indica nessun grado di protezione., es IP20, indica l'assenza di protezione dalla penetrazione dell'acqua.
Sono esclusi dall'esame i componenti installati nei locali bagno e doccia e quelli pertinenti ad impianti AD-FT per locali caldaia e simili.
I componenti con grado di protezione inferiore a IP 20 non possono essere installati in ambienti interni ordinari accessibili a personale non addestrato. La norma CEI 70-1 stabilisce inoltre che i gradi di protezione superiori soddisfano i requisiti dei gradi protezione inferiori.
Devono essere oggetto di verifica:

Oggetto	Accertamenti
a) componenti installati in luoghi umidi (che presentano sul pavimento, sulle preti o sul soffitto tracce di stillicidio da condensa o da infiltrazione d'acqua).	grado di protezione ≥ IP 21
b) componenti installati in luoghi esposti alle intemperie ma non soggetti a spruzzi di pioggia battente con stravento > 60° dalla verticale.	grado di protezione ≥ IP 23
c) componenti soggetti a spruzzi, pioggia a stravento, intemperie.	grado di protezione ≥ IP 34
d) componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti occasionalmente polverosi.	grado di protezione ≥ IP 55
e) componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti permanentemente polverosi.	grado di protezione ≥ IP 66
f) componenti installati in ambienti con pericolo d'inondazione occasionale e temporanea o su terreno soggetto a pozzanghere.	grado di protezione ≥ IP 67
g) materiale installato in altri ambienti speciali con temperatura elevata, vibrazioni, muffe, atmosfere corrosive, ecc..	certificazione d'idoneità rilasciata da enti autorizzati o autocertificazione del costruttore - rispondenza alle indicazioni progettuali

1.299.5 Controllo dei collegamenti a terra

Le verifiche dell'impianto di terra sono descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norme **CEI 64-8** e **CEI 11-8**), per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. n. 547/1955 va effettuata la denuncia degli stessi alle Aziende Unità Sanitarie Locali (ASL) a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti e cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.
Si devono effettuare le seguenti verifiche:
- identificazione dei conduttori di terra e di protezione (PE) ed equipotenziali (EQ). Ha lo scopo di accertare che l'isolante e i collari siano colore giallo-verde. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonche' lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle giunzioni. Si deve inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
- misurazione del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario ed una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro; si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati ad una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto

stesso; quest'ultima nel caso di semplice dispersore a picchetto può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione e il dispersore ausiliario;
- collegamenti: Si deve controllare che tutte le masse (compresi gli apparecchi illuminanti), i poli di terra delle prese a spina e tutte le masse estranee presenti nell'area dell'impianto siano collegate al conduttore di protezione;
- continuità: Bisogna accertarsi della continuità del conduttore di protezione e l'assenza di dispositivi di sezionamento o di comando;
- tracciato e sezionabilità: I conduttori di protezione devono, in linea di massima, seguire il tracciato dei conduttori di fase e dipartirsi dalle scatole di derivazione per consentirne il sezionamento in caso di guasti;
- sezione del conduttore protezione-neutro (PEN): il controllo a vista dei componenti del dispersore deve essere effettuato in corso d'opera, in caso contrario è consigliabile eseguire dei sondaggi.

1.299.6 Controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici (bagno e doccia)

Il controllo ha lo scopo di accertare l'idoneità delle misure di sicurezza contro eventuali pericoli da contatti diretti e indiretti nei locali da bagno e doccia, considerati a maggiore rischio elettrico.
Nelle varie zone dei locali igienici possono essere installati le seguenti apparecchiature:
- ZONA 0 è vietata l'installazione di qualsiasi componente elettrico;
- ZONA 1 si possono installare soltanto scaldacqua (con marchio IMQ) ed altri utilizzatori fissi alimentati a bassissima tensione di sicurezza con tensione nominale non superiore a 25V e grado di protezione non inferiore a IP X4;
- ZONA 2 si possono installare, oltre agli utilizzatori possibili nella zona 1, anche apparecchi illuminanti fissi, di classe II e grado di protezione non inferiore a IP X4. Sono ammesse le sole condutture di alimentazione degli utilizzatori qui ubicati, che devono avere isolamento equivalente alla classe II in tubi non metallici ed essere incassate, salvo l'ultimo tratto in prossimità dell'utilizzatore che deve essere il più breve possibile. Nessuna limitazione invece prevista per le condutture incassate ad una profondità superiore a 5 cm. Nella zona non è ammessa l'installazione di apparecchi di comando, derivazione o protezione (interruttore, prese, scatole di derivazione, ecc.). Gli infissi metallici a contatto con i ferri d'armatura delle strutture in calcestruzzo armato debbono essere collegati al conduttore equipotenziale;
- ZONA 3 si può realizzare un impianto ordinario con condutture incassate in tubi non metallici aventi isolamento equivalente alla classe II. I componenti elettrici devono avere grado di protezione minimo IP X1.
Devono essere oggetto di verifica:

Oggetto	**Accertamenti**
a) collegamenti equipotenziali delle tubazioni	collegamento al morsetto di terra di: - tubazione acqua calda e fredda in ingresso e/o in uscita dal locale - tubazione gas in ingresso e/o in uscita dal locale - tubazione termosifoni in ingresso e/o in uscita dal locale - tubazione metallica di scarico - masse estranee
b) condutture equiponteziali e mezzi di connessione alle masse estranee	sezioni ≥ 2,5 mm² (4 mm² se non protette) collari e morsetti idonei al buon collegamento ispezionabilità delle connessioni
c) prese ed apparecchi di comando	- ubicazione fuori dalle zone 0-1-2 - esistenza di interruttore differenziale
d) apparecchi illuminanti	- di tipo a doppio isolamento con grado di protezione ≥ IP X4
e) altri apparecchi	- grado di protezione ≥ IP X1 - ubicazione fuori dalle zone 0-1-2
f) scaldacqua- elettrico	- la rispondenza a norme CEI con Marchio Italiano di Qualità - il collegamento breve con cavo munito di guaina se ubicato nella zona 1
g) condutture	- scatole di derivazione fuori dalle zone 0-1-2 - linee in tubo di materiale isolante se incassate a profondità ≤ 5 cm

1.299.7 Verifica delle condutture, cavi e connessioni

La verifica ha lo scopo di verificare che nell'esecuzione dell'impianto siano state rispettate le prescrizioni minime riguardo a;
- sezioni minime dei conduttori rispetto alle prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto delle norme CEI:
1, 5 mm^2: cavi unipolari isolati in PVC, posati in tubi o canalette ;
0,5 mm^2 : circuiti di comando, segnalazione e simili, ecc.;
- colori distintivi :
colore giallo-verde per i conduttori di protezione e di collegamento equipotenziali;
colore blu chiaro per il neutro
altri colori (marrone, nero, grigio) per i conduttori di fasi diverse;
- idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi utilizzatori. Devono essere verificati le dimensioni idonee dei morsetti rispetto al conduttore serrato, le scatole di derivazione e le modalità di connessione. Sono vietate le giunzioni fuori scatola o entro i tubi di protezione.

Tabella 79.2. - Caratteristiche fondamentali dei morsetti e sezioni dei conduttori serrabili (Norma CEI 23-21)

Grandezza del morsetto	Conduttori serrabili		Massima forza applicabile al conduttore in estrazione (N)
	Rigidi flessibili (mm^2)	Flessibili (mm^2)	
0	-	1	30
1	1,5	1,5	40
2	2,5	2,5	50
3	4	4	50
4	6	6	60
5	10	6	80
6	16	10	90
7	25	16	100
8	35	25	120

La verifica deve riguardare anche il grado di isolamento dei cavi rispetto alla tensione di esercizio.
Per le prese di corrente, incassate o sporgenti, deve essere verificata che la distanza dell'asse geometrico delle spine risulti orizzontale e distante almeno 17,5 cm dal pavimento.

1.299.8 Verifica dei dispositivi di sezionamento e di comando

La norma CEI 64-8 distingue quattro fondamentali funzioni dei dispositivi di sezionamento e di comando: sezionamento o interruzione per motivi elettrici, interruzione per motivi non elettrici, comando funzionale e comando di emergenza.
La verifica dei dispositivi di sezionamento lo scopo di accertare la presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando, al fine di consentire di agire in condizioni di sicurezza durante gli interventi di manutenzione elettrica ad altro sugli impianti e macchine.
In questa verifica dovranno essere controllati:
- l'interruttore generale, verificando la sua presenza all'inizio di ogni attività di impianto e la sua idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori divisionali, verificando il loro numero e la loro idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori di macchine installati in prossimità delle macchine pericolose per il pubblico e gli operatori (scale mobili, ascensori, nastri trasportatori, macchine utensili, impianti di lavaggio auto, ecc.).

La verifica dei dispositivi di comando per l'arresto di emergenza ha lo scopo di accertare la possibilità di potere agire sull'alimentazione elettrica per eliminare i pericoli dipendenti dal malfunzionamento di apparecchi, macchine o impianti.
In questa verifica dovranno essere controllati:
- gli interruttori d'emergenza a comando manuale, accertando la loro presenza a portata di mano nei pressi di macchine o apparecchi pericolosi;
- apparecchi d'emergenza telecomandati

Devono essere oggetto di verifica:
a) interruttori, prese, quadri, scatole di derivazione, apparecchi illuminanti;
b) condutture;
c) involucri protetti;
d) numero dei poli degli interruttori;
e) interruttore generale;
f) impianto di messa a terra.

1.299.9 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e della apposizione dei contrassegni di identificazione

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.
Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

1.299.10 Verifica del rispetto delle prescrizioni del D.M. n. 236/1989, in merito alla collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, nonché i campanelli, pulsanti di comando ed i citofoni, devono essere per tipo e posizione planimetrica ed altimetrica, tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote; devono, inoltre, essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, mediante l'impiego di piastre o pulsanti fluorescenti, ed essere protetti dal danneggiamento per urto.
Gli interruttori inoltre devono essere azionabili con leggere pressioni e preferibilmente del tipo a tasto largo rispetto a quelli normali, per facilitare i portatori di handicap e i soggetti anziani.

Le indicazioni contenute nel D.M. n. 236/1989, richiamato dal D.M. n. 503/1996, consigliano che i terminali degli impianti siano collocati ad un'altezza compresa tra 40 e 140 cm dal pavimento. In particolare si ha:

Elemento	Altezze previste dal D.M. n. 236/1989	Altezza consigliata
interruttori:	tra 60 cm e 140 cm	tra 75 cm e 140 cm
campanello e pulsante di comando	tra 40 e 140 cm	tra 60 cm e 140 cm
pulsanti bottoniere ascensori	tra 110 e 140 cm	pulsante più alto 120 cm
prese luce	tra 45 cm e 115 cm	tra 60 cm e 110 cm
citofono	tra 110 cm e 130 cm	120 cm
telefono	tra 100 cm e 140 cm	120 cm

I terminali degli impianti elettrici, in tutti gli ambienti, debbono essere collocati in posizione facilmente percettibile visivamente ed acusticamente.

1.300 *Prove di verifica e controlli*

Le prove consistono nell'effettuazione di misure o di altre operazioni per accertare l'efficienza dell'impianto elettrico. La misura deve essere accertata mediante idonea strumentazione.
Le prove possono riguardare:
- prova della continuità dei conduttori di protezione compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- misura della resistenza dell'isolamento dell'impianto elettrico;
- misura della resistenza d'isolamento dei pavimenti e delle pareti;
- verifica della separazione dei circuiti;
- verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- prova di polarità;
- prova di tensione applicata;
- prove di funzionamento alla tensione nominale;
- verifica della protezione contro gli effetti termici;
- verifica caduta di tensione.

1.300.1 Prova della continuità dei conduttori di protezione

La prova della continuità dei conduttori di protezione (norma **CEI 64-8**, art. 612.2) consiste nell'accertare la continuità dei conduttori di protezione (PE), del neutro con funzione anche di conduttore di protezione (PEN), dei collegamenti equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS) e sui conduttori terra (CT).

1.300.2 Prova di funzionamento alla tensione nominale

La prova di funzionamento alla tensione nominale (norma **CEI 64-8**, art. 612.9) ha lo scopo di verificare che le apparecchiature, i motori con i relativi ausiliari, i comandi ed i blocchi funzionino regolarmente senza difficoltà né anomalie, sia in fase di spunto che di funzionamento gravoso.
Devono essere sottoposti a misure di tensione in ingresso tutti i quadri generali, i quadri principali ed i quadri di zona e di reparto e tutte le macchine con potenza superiore a 10 kVA, gli impianti di illuminazione con lampada scarica sia a catodo caldo che a catodo freddo.

1.300.3 Prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva

La prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva (norma **CEI 64-8**, art. 612.9) ha lo scopo di accertare che i generatori e gli automatismi destinati a garantire l'alimentazione di apparecchi o parti d'impianto destinati alla sicurezza o alla riserva entrino tempestivamente in funzione fornendo valore di tensione, frequenza e forma d'onda conformi alle previsioni di progetto.
La prova è di carattere preliminare e ha lo scopo di verificare la correttezza dell'installazione dei collegamenti.
In particolare l'analisi deve riguardare:
- alimentatori non automatici, verificando i valori di tensione e forma d'onda secondo le previsioni di progetto;
- alimentatori automatici di continuità, verificando i valori di tensione di frequenza e forma d'onda progettuali anche nel periodo transitorio e di commutazione fra rete e alimentazione di sicurezza;
- alimentatori ad interruzione breve, verificando il raggiungimento dei valori nominali di tensione di frequenza e forma d'onda nei limiti e nei tempi stabiliti dal progetto o da specifiche norme tecniche;
- alimentatori ad interruzione lunga, verificando i valori di tensione, di frequenza e forma d'onda conformi al progetto assunti entro 15 secondi dall'alimentazione di rete.

La prova deve essere estesa a tutti i dispositivi di sicurezza e di riserva di sicurezza la cui messa in servizio deve essere provocata automaticamente per mancanza di tensione di rete escludendo i casi in cui occorre procedere a commutazione manuale.

1.300.4 Prova d'intervento degli interruttori differenziali

La prova d'intervento degli interruttori differenziali (norma **CEI 64-8**, art. 612.6.1 e 612.9) ha lo scopo di accertare il corretto funzionamento degli impianti protetti da interruttori automatici differenziali con l'impianto completo dei principali utilizzatori fissi.
La prova deve essere effettuata provando nel punto campionato una corrente controllata di dispersione pari a 0,5 $I_{\Delta n}$, il differenziale non deve intervenire. Aumentando la corrente di dispersione fino 1,1 $I_{\Delta n}$, il differenziale deve intervenire.

1.300.5 Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto

La misura della resistenza d'isolamento dell'impianto (norma **CEI 64-8**, art. 612.3) ha lo scopo di accertare che la resistenza d'isolamento di ciascun tronco di circuito compresa fra due interruttori sia adeguata ai valori prescritti dalle norme CEI.
La resistenza deve essere misurata ad impianto sezionato tra ogni coppia di conduttori attivi e tra ogni conduttore attivo e la terra.
Gli utilizzatori fissi devono essere sezionati o scollegati. Nei sistemi TN-C il conduttore PEN va considerato come facente parte dell'impianto di terra. Se l'impianto comprende dispositivi elettronici, si esegue solo la misura d'isolamento tra i conduttori attivi collegati insieme e la terra.

1.300.6 Misura della resistenza del dispersore

a) dispersore di piccola e media estensione nei sistemi TT:
La misura della resistenza del dispersore (norma **CEI 64-8**, art. 612.6.2.) ha lo scopo di accertare che il valore della resistenza di terra sia adeguato alle esigenze d'interruzione delle correnti di guasto a terra.
In particolare l'analisi deve riguardare:
- il dispersore principale scollegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che $R_T \leq 50/I_a$;
- il dispersore principale collegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che $R_T \leq 50/I_a$;

La resistenza del dispersore può essere misurata con strumenti che utilizzano il metodo voltamperometrico diretto o indiretto con tensione di alimentazione a vuoto di 125÷220 V elettricamente separata dalla rete con neutro a terra.
b) dispersore di grandi dimensioni:
La resistenza del dispersore può essere misurata con il metodo del dispersore ausiliario.

1.300.7 Misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto

La misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto (norma **CEI 64-8**, art. 612.6.3.) ha lo scopo di accertare che il valore dell'impedenza dell'anello di guasto sia adeguata alle esigenze d'interruzione della corrente di guasto a terra.

1.300.8 Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro

La misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro e valutazione (per eccesso) della corrente presunta di corto circuito (norma **CEI 64-8**) ha lo scopo di accertare che il potere d'interruzione degli apparecchi destinati alla protezione contro il corto circuito non sia sufficiente.
La resistenza di corto circuito va misurata all'ingresso dei quadri, a monte dell'interruttore generale tra fase e neutro con il metodo a prelievo controllato di corrente.

1.300.9 Misura della caduta di tensione

La misura della caduta di tensione (ΔV), allo studio della norma **CEI-64-8**, art. 612.11, ha lo scopo di accertare che le cadute di tensione con l'impianto percorso dalle correnti d'impiego siano contenute entro il 4% qualora non sia stato diversamente specificato nel presente capitolato speciale d'appalto.
Le misure vengono effettuate con voltmetri elettrodinamici o elettronici aventi classe di precisione non inferiore a 1 quando l'impianto è regolarmente in funzione in orario di punta oppure con simulazione di carico equivalente alle condizioni nominali. Tutte le tensioni devono essere misurate contemporaneamente.

1.300.10 Misura dei segnali in uscita alle prese TV

La misura dei segnali in uscita alle prese TV, ha lo scopo di accertare che i segnali disponibili siano contenuti entro i limiti e minimi e massimi stabiliti dalle norme CEI.
In particolare l'analisi deve riguardare:
- prese TV vicine all'amplificatore;
- prese TV lontane dall'amplificatore;
- prese TV adiacenti agli impianti centralizzati;
- ad ogni presa TV.

L'accertamento deve effettuarsi su tutte le bande di frequenza distribuite nei periodi di trasmissione del monoscopio in modo da controllare non solamente la presenza del colore e la quantità del segnale, ma anche l'eventuale presenza di riflessioni o distorsioni dell'immagine.

1.301 *Calcoli di controllo*

1.301.1 Controllo del coefficiente di stipamento

Il controllo del coefficiente di stipamento ha lo scopo di verificare la corretta posa in opera dei cavi, valutando se i parametri rispettano le prescrizioni della norma **CEI 64-8**.
L'analisi dovrà riguardare:
- condutture entro tubi incassati sotto intonaco: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condutture entro tubi a vista: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condotti circolari: il diametro interno del condotto deve essere almeno 1,8 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 15 mm;
- condutture in canalette, canali e passarelle a sezione non circolare: la superficie interna delle canalette e dei canali deve essere almeno il doppio della superficie retta occupata dal fascio di cavi.

I dati di calcolo vanno desunti dalle caratteristiche dimensionali nominali dei tubi e dei cavi elettrici.
Il cerchio e la sezione retta circoscritti ai fasci di cavi contenuti possono essere valutati sperimentalmente.

1.301.2 Controllo del coordinamento fra correnti d'impiego e portate dei conduttori

Il controllo ha lo scopo di verificare il corretto dimensionamento dei conduttori in relazione alle correnti d'impiego alle portate dei conduttori ed i dispositivi di protezione contro i sovraccarichi installati.
L'analisi dovrà riguardare:
- i circuiti terminali di allacciamento di un solo utilizzatore;
- i circuiti dorsali o principali;
- le portate dei conduttori;
- la protezione dei conduttori dal sovraccarico nei casi previsti dalla norma **CEI 64-8**.

1.301.3 Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi

Il controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi ha lo scopo di verificare che gli apparecchi installati siano idonei a funzionare ed a sopportare le sollecitazioni termiche e elettrodinamiche che si verificano nel loro punto d'installazione durante un corto circuito.

Art. 120. Impianti di illuminazione. Verifiche illuminotecniche

1.302 *Generalità*

Le operazioni delle verifiche dell'impianto illuminotecnico sono simili a quelle di un impianto elettrico e comprendono:
- esami a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

1.303 *Esami a vista*

L'esame a vista è condotto dal direttore dei lavori sulla base della documentazione di progetto, dovrà essere verificata la rispondenza degli apparecchi di illuminazione installati, completi di tutti gli accessori, siano rispondenti alle prescrizioni progettuali ed in particolare del capitolato speciale d'appalto.

1.304 *Impianti di illuminazione interna*

Gli impianti di illuminazione interna devono essere verificati eseguendo misure dirette alla determinazione:
- dell'illuminamento medio e dell'uniformità;
- della luminanza nel campo visivo;
- dell'abbagliamento prodotto dall'impianto,
- del contrasto del testo stampato con inchiostro nero su carta bianca.

1.304.1 Misura dell'illuminamento medio e dell'uniformità

1.304.1.1 Misura dell'illuminamento medio

La misura dell'illuminamento medio ha lo scopo di accertare che i livelli e l'uniformità di illuminamento siano conformi alle prescrizioni contrattuali.
In particolare l'analisi deve riguardare:
a) impianti di illuminazione generale:
illuminamento massimo in lux ≥ dati di progetto
lux max/lux min ≤ dati di progetto;
b) impianti di illuminazione concentrata :
illuminamento medio sul piano interessato ≥ dati di progetto;

c) impianti di illuminazioni esterna :
illuminamento minimo nell'area illuminata lux ≥ dati di progetto
lux max/lux min ≤ 4 (se il progetto non prevede condizioni più gravose).
La misura dell'illuminamento artificiale deve essere eseguita in assenza totale di luce naturale; durante il giorno è perciò essenziale oscurare gli infissi con elementi in vetro.
L'illuminamento deve essere misurato mediante un reticolo, costruito in funzione dell'indice del locale ed eseguendo la misura al centro di ogni maglia.
La misurazione deve essere eseguita mediante un luxmetro con precisione non inferiore a 5% posto in posizione orizzontale a 85-90 cm dal pavimento per attività da svolgere in piedi e all'altezza del compito visivo nel posto di lavoro, solitamente 75 cm. La cellula deve essere disposta perpendicolare alla direzione del flusso luminoso e la lettura deve essere effettuata a cellula ferma.

Tabella 80.1 - Valori di illuminamento raccomandati

Compito visivo	Ambiente	Illuminamento (Lux)
Visione generale	Scale, corridoi	70 - 100
Lavori manuali grossolani	Magazzini	100 - 200
Lettura, scrittura	Uffici	200 - 400
Studio e lavori impegnativi	Scuole	300 - 500
Disegno e lavori di precisione	Uffici tecnici, laboratori	oltre 500

1.304.2 Misura di luminanza nel campo visivo

La luminanza deve essere misurata con il luminanzometro fissato su supporto orientabile e regolabile in altezza, sulle superfici, l'angolo di apertura dello strumento è solitamente ≤ 1°. Lo strumento deve puntato nella direzione di osservazione dell'utente durante l'attività lavorativa, eseguendo le misure :
- del compito visivo;
- dello sfondo che contiene il compito visivo;
- delle zone periferiche circostanti al compito visivo;
- verticali più lontane poste di fronte all'osservatore.

1.304.3 Abbagliamento

Il grado di abbagliamento (o indice di abbagliamento) è un parametro di tipo convenzionale per la valutazione dell'effetto provocato all'osservatore.
L'abbagliamento può essere valutato mediante appositi diagrammi relativi ad ogni apparecchio che forniscono la luminanza limite di abbagliamento al variare dell'angolo visivo da 45° a 85°, riferito ad ogni classe di qualità in corrispondenza al livello di illuminamento previsto. Il controllo dell'abbagliamento deve essere eseguito sulla base della relazione geometrica tra l'apparecchio ed l'osservatore rivolto verso lo stesso.

Tabella 80.2. - Classi di qualità per la limitazione dell'abbagliamento

Tipo di compito o attività	Grado di abbagliamento	Classe di qualità
Compiti visivi molto difficoltosi	1,15	A
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive elevate	1,5	B
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive normali	1,85	C
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive modeste	2,2	D
Per interni dove le persone non sono confinate in una posizione di lavoro precisa, ma si spostano da un posto all'altro esplicando compiti che richiedono prestazioni visive modeste	2,5	E

(Fonte : Cataliotti V. – Morana G., *Impianti elettrici di illuminazione*, Dario Flaccovio, Palermo 1998)

1.304.4 Misura del contrasto

Un importante fattore da controllare, in fase di verifica dell'impianto, è la resa del contrasto che può definirsi la valutazione dell'aspetto di due zone del campo visive viste simultaneamente.

Tabella 80.3. - Classi di qualità per la resa del contrasto (CIE, Publication, n. 29.2, 1986)

Classi di qualità per la resa del contrasto	CRF.R	Aree di applicazione per la lettura e scrittura
I	≥ 1,00	Interni ove si usano prevalentemente materiali lucidi, per esempio: sale per composizione tipografica
II	≥ 0,85	Materiali lucidi usati saltuariamente, per esempio: uffici e scuole normali
III	≥ 0,70	Interni dove i materiali sono normalmente diffondenti, per esempio: scuole e certi tipi di uffici

1.305 *Impianti di illuminazione esterna*

La verifica degli impianti di illuminazione esterna è basato su misure relative alla determinazione:
- illuminamento medio;
- abbagliamento prodotto,

sulla carreggiata stradale
La misura della luminanza sulla carreggiata, secondo le raccomandazioni CIE, devono essere eseguito ai nodi un reticolo avente le seguenti prescrizioni:
- senso longitudinale, maglia con lato non superiore ad un 1/3 dell'interdistanza tra i centri luminosi;
- senso trasversale, , minimo due punti per ogni corsia di marcia.

La misura della luminanza è eseguita con un luminanzometro posto ad un'altezza di 150 cm dalla carreggiata e con inclinazione di 1° al di sotto dell'orizzontale; l'illuminamento è misurato con un luxmetro in questo caso dotato di cupola diffondente.

1.305.1 Misura dell'abbagliamento

La misura dell'abbagliamento consiste nella misura della luminanza velante dovuta ai proiettori L_{vi} e della luminanza velante dovuta alla luce L_{va}. I valori degli indici vanno raccolti in tabelle.
La misura di L_{vi} può essere eseguita mediante:
a) l'illuminamento E prodotto da tutte le sorgenti di luce misurato all'altezza dell'occhio in un piano perpendicolare alla direzione di osservazione considerata;
b) misura degli angoli compresi fra la direzione di osservazione e le direzioni di provenienza della luce emessa da tutti gli apparecchi illuminanti.
Le misurazioni devono essere eseguite a 150 cm dal suolo. La misura dei proiettori installati su un sostegno va effettuata schermando l'apparecchio luminoso da tutte le radiazioni luminose non appartenenti al sostegno in oggetto. In caso di proiettori disposti su file continue, si dividerà ogni fila in segmenti che sottendono angoli superiori a 5°, e per ciascuno di essi dovrà considerarsi una misura rivolta verso il suo centro. Durante le misure devono essere schermate le radiazioni luminose provenienti dai proiettori limitrofi.

1.305.2 Misura del colore della luce

La misura del colore della luce incidente l'area di gioco viene effettuata posizionando un colorimetro nei centri dei quattro quadranti in cui può suddividersi l'area di gioco, ad un'altezza di 150 cm dal suolo.

Art. 121. SISTEMA DI RIVELAZIONE INCENDI

Rivelazione fumi

Il sistema di rivelazione incendi previsto sarà essenzialmente costituito da una centrale di allarme ad indirizzamento individuale e da una serie di sensori posizionati nelle aree oggetto della ristrutturazione. La centrale di allarme incendi sarà installata nel locale alloggiante il quadro elettrico generale

Le linee di rivelazione saranno costituite da coppie di conduttori ritorti, in grado di assicurare un colloquio costante con la centrale anche in caso di interruzione grave e/o di corto-circuito in un punto del percorso.

Su ogni *loop* saranno collegati gli elementi in campo in numero tale da mantenere a disposizione per futuri ampliamenti, un congruo numero d'indirizzi logici liberi (almeno il 20%).

I rivelatori risulteranno distribuiti in maniera da coprire direttamente, ognuno, una superficie non superiore a 50 m² e comunque secondo le norme UNI applicabili.
Si è previsto generalmente l'uso di rivelatori di fumo di tipo ottico mentre in aree di intervento più specifiche quale l'atrio dell'edifico Espansione che si presenta con un unico volume a tutta altezza, si sono preferiti rivelatori di tipo lineare composti essenzialmente da un elemento attivo ed uno passivo che meglio si adeguano alle esigenze delle aree da proteggere.

I rivelatori ottici di fumo impiegati saranno dotati di un circuito di coincidenza ad impulsi luminosi multipli (basato sul principio dell'effetto Tyndall), compensato in temperatura. La risposta agli eventi sarà determinata dagli interventi delle singole unità sensibili; ogni rivelatore valuterà localmente la condizione di guasto o di allarme, secondo l'algoritmo preimpostato, relativo al sito di installazione e potrà di conseguenza segnalare alla centrale fino a quattro differenti livelli di pericolo o quattro differenti stati operativi.

La centrale di allarme incendi

La centrale sarà alimentata, dalla sezione normale/preferenziale del quadro elettrico generale a mezzo di conduttori antifiamma. Da essa si dirameranno le linee che collegano gli elementi in campo posti a protezione dell'edificio Tutte le linee si chiuderanno *a loop* sulla centrale di rivelazione. Il numero delle linee di segnalazione e di comando, suddivise per piano e zona di appartenenza, dovrà risultare ampliabile grazie all'architettura modulare ed alla riserva di spazio deliberatamente prevista.

Ogni modulo di linea funzionerà in maniera autonoma, in modo da non interferire - in caso di avaria o di manutenzione - con gli altri moduli di linea presenti. I moduli saranno connessi su di un *bus* di comunicazione interno alla centrale.

La centrale sarà ospitata in armadio a rack, con portelle, eventualmente a vetro, dotate di serratura. In esso troveranno posto anche le batterie di emergenza, della capacità necessaria a garantire il funzionamento della centrale per 24 ore in caso di mancanza totale di energia elettrica dalla rete.

Poiché rivelatori e pulsanti saranno del tipo ad "indirizzamento individuale", l'indirizzo di allarme (o luogo di incendio) rilevato dalla centralina sarà sempre esattamente identificato: in caso di allarme e/o di guasto, la centrale potrà immediatamente riconoscere la linea in allarme, il rivelatore da cui questo sia pervenuto ed il gruppo logico di appartenenza del sensore e/o elemento interattivo, comportandosi inoltre come un concentratore di dati.

Cavidotti e rete di collegamento

I cavi dei *Loop* di rivelazione si chiuderanno sulla centrale di allarme incendi utilizzando montanti verticali e collegamenti orizzontali. Le linee di rivelazione dedicate all'edificio Espansione ed alla centrale elettrica, come già anticipato, saranno posati all'interno di un cavidotto interrato dedicato. Per l'edificio Espansione si sono previste due montanti in cavedi separati.

Quando, a causa della non ispezionabilità dei controsoffitti o dell'interferenza con altri impianti, il percorso più logico non possa essere seguito, saranno utilizzati altri percorsi. In ogni caso dovrà essere garantita la manutenibilità

dell'impianto (in special modo per gli elementi in campo posti all'interno dei controsoffitti ed all'interno dei cavedii), senza dover rimuovere parti o sezioni di pannelli/controsoffitti installati in modo permanente, prevedendo elementi rimovibili che permettano l'accesso all'interno di volumi chiusi.

I cavi che realizzeranno le linee di rivelazione saranno cavi binati e ritorti, del tipo non propagante l'incendio ed a ridotta emissione di gas indicato con la sigla TR/R (soddisfacente le CEI 20-22 II, 20-37 I, conformi alle tabelle CEI-UNEL 36713, 36011, 36741), nella sezione di 2x0,6 mm² e comunque come indicato nelle normative e secondo le prescrizioni del costruttore; twistatura dieci spire per metro; isolamento G7; Guaina polivinilcloruro.

I cavi di alimentazione delle segnalazioni di allarme saranno invece (nelle sezioni più opportune) soddisfacenti le norme CEI 20-36, 20-22 III, 20-35, 20-37 I , 20-37 II, 20-37 III e 20-38 (resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio e la fiamma, caratterizzati da assenza di gas corrosivi e ridottissima emissione di gas tossici e fumi opachi in caso di incendio), con sezione 2x1,5 mm² per il tratto terminale.

Predisposizioni per il piano di sfollamento

Il sistema di rivelazione sarà integrato da pulsanti manuali di allarme incendio, del tipo a rottura di vetro, dislocati nelle vicinanze delle uscite di sicurezza e/o lungo le vie di fuga principali. I singoli pulsanti saranno associati alla zona nella quale si trovano attraverso un'indentificativo univoco e programmabile da centrale.
I pulsanti saranno elettricamente compatibili con i rivelatori, in modo da poter essere collocati insieme ad essi su di una stessa linea a due conduttori.

Appositi componenti di segnalazione dell'allarme verificatosi, saranno posti nelle aree sorvegliate allo scopo di rendere evidente la situazione di pericolo a tutti gli occupanti le zone interessate. Essi saranno principalmente del tipo ottico-acustico: pannelli di allarme a segnalazione luminosa "Allarme incendio" o "Evacuare il locale", dotati di *buzzer* ad alta intensità, da installare preferibilmente nei corridoi. Nelle aree dove si prefigura un elevato rumore di fondo, si utilizzeranno segnalatori del tipo acustico: sirene elettroniche con elevato livello sonoro di uscita, maggiore di 105 dB ad 1 m.

In accordo alle Norme Comportamentali per il Piano di Sfollamento che la Committente intenderà attuare, l'attivazione delle segnalazioni ottico-acustiche dovrà poter essere ottenuta in automatico con il rilevamento dello stato di uno o più sensori (rivelatori di fumo e/o pulsanti) che segnalano principi di incendio. In fase di programmazione della centrale verranno determinate le funzioni logiche che coniugheranno i livelli gerarchici dei dispositivi in allarme considerando ad esempio allarme grave, per cui viene richiesta l'attivazione automatica delle segnalazioni per l'esodo, lo stato d'incendio rilevato da più rivelatori o da un rivelatore ed un pulsante. Un apposito selettore a chiave permetterà il passaggio dal funzionamento in automatico in manuale. Nel funzionamento manuale, in assenza del segnale di reset che confermi la presa visione dell'evento da parte dell'operatore, la centrale attuerà, dopo tempi di attesa programmabili, le segnalazioni di allarme in maniera automatica.

Specifiche tecniche dei principali dispositivi

Nelle pagine seguenti sono riportate le caratteristiche tecniche delle principali apparecchiature da impiegare nella realizzazione degli impianti di rivelazione a servizio degli edifici.
In generale, si richiama l'attenzione dell'Impresa sulle condizioni e sulle specifiche tecniche di fornitura e di installazione contenute nelle normative attualmente vigenti, sia in materia di sicurezza del lavoro che di prevenzione dagli incendi, e, oltre quelle proprie degli impianti in esame, più specificatamente quelle esplicitate nelle seguenti leggi e regolamenti:

decreto legislativo 494/96 e modifiche successive;
decreto legislativo 626/94;
legge 46/90 e regolamento di attuazione;
norme UNI applicabili;
norme CEI di riferimento, in particolare modo quelle relative ad ambienti a maggior rischio;
prescrizioni del locale Comando provinciale dei Vigili del Fuoco.

I materiali ed i componenti da utilizzare dovranno essere nuovi e privi di difetti, e preventivamente campionati a cura della Direzione Lavori. Essi dovranno soddisfare totalmente i requisiti della normativa EN54 parte 2/4/5/7/8 e prEN 54-5 e inoltre essere in possesso delle certificazioni ed omologazioni rilasciate dal centro studi ed esperienze del Ministero dell'Interno (D.G. Protezione Civile e dei Servizi Antincendi) (norme UNI EN 54-7/9). Dovrà essere posta particolare cura nella richiusura di tracce, fori ed aperture di qualsiasi forma o dimensione eventualmente aperte per il

passaggio delle distribuzioni, assicurando la compartimentazione di quelle pareti per le quali sono richieste specifiche doti di resistenza e di stabilità. Tutte le masse metalliche (delle apparecchiature, delle canalizzazioni, etc.) dovranno risultare connesse all'impianto di terra, nel rispetto di quanto richiesto dalla legislazione vigente, e comunque a mezzo di conduttori in corda di rame con guaina esterna giallo/verde di sezione non inferiore ai 6 mm^2.

Centrale di allarme incendi

Caratteristiche generali

La centrale di allarme a microprocessore dovrà essere ad indirizzamento individuale e dovrà soddisfare totalmente i requisiti della normativa EN 54 parte 2. Essa dovrà verificare ed elaborare i segnali di uscita dei rivelatori in congiunzione con i dati predefiniti dall'utente finale, visualizzare le informazioni raccolte, eseguire operazioni predefinite di controllo e di segnalazione, ed infine rispondere ai comandi manuali immessi dall'operatore di sistema.

La centrale dovrà essere basata su di un concetto modulare, e quindi consentire l'espandibilità del sistema sino alla gestione di 500 punti di rivelazione indirizzabili.
Dovranno essere remotizzate su opportuno terminale di comando, tutte le funzioni di controllo e verifica degli stati che la centrale sarà in grado di elaborare. Lo scambio dati tra la centrale ed il terminale di comando dovrà essere realizzato mediante un *bus* di centrale, cablato in configurazione a "*loop*", dedicato. La disponibilità massima del sistema dovrà essere realizzata mediante la decentralizzazione dell'intelligenza, per cui le funzioni di rivelazione e di valutazione devono poter essere assegnate ai rivelatori, ovvero al livello più basso della struttura fisica della rete.

Il funzionamento in emergenza, in caso di un qualsiasi guasto al microprocessore, dovrà essere implementato totalmente come parte integrante della configurazione *hardware* necessaria alla costituzione della centrale inclusi i terminali.

La centrale dovrà essere in grado di gestire comunicazioni con terminali di comando remoti. Ogni terminale dovrà essere pre-programmabile, per poter operare sull'intero sistema di rivelazione o solo su certe sezioni.

La presentazione di un indirizzo di un dispositivo fisico dovrà essere visualizzato sui terminali di comando per mezzo della struttura logica, la quale dovrà fornire una completa descrizione geografica della posizione del dispositivo fisico. Il testo per tali descrizioni geografiche dovrà poter essere definito dall'utente. Al fine di guidare l'operatore nel corso delle varie procedure, le sequenze di comando del terminale dovranno essere totalmente guidate tramite *menu*.

Dalla centrale dovrà essere possibile sorvegliare, definire e regolare ogni parametro riguardante i rivelatori automatici, al fine di applicare caratteristiche di risposta ottimali che tengano conto delle condizioni ambientali di installazione/funzionamento.

Dovranno poter essere automaticamente attivati dei segnali ottici ed acustici che segnalino l'incompatibilità dei parametri scelti con le reali condizioni ambientali in cui i rivelatori si trovino a funzionare. La centrale dovrà allora essere in grado di visualizzare una segnalazione di errata applicazione, se i parametri dell'algoritmo del rivelatore non dovessero adattarsi alle condizioni dell'ambiente di installazione.

Tipo di comunicazione

La centrale dovrà contenere contemporaneamente moduli per linee interattive digitali e linee analogiche attive per l'interfacciamento con componenti di diversa natura.
Tutte le linee interattive e analogico-attive di rivelazione dovranno essere in grado di interfacciare fino ad un massimo di 100 dispositivi ciascuna, quali rivelatori automatici di fumo, di calore, ecc., o pulsanti d'allarme manuale, interattivi ed analogici, moduli d'ingresso e di comando. Per ottimizzare l'installazione della rete di collegamento, il *bus* di rivelazione dovrà consentire il collegamento dei dispositivi su diramazioni a T, permettendo di conservare nei tratti derivati le stesse funzionalità dell'anello principale.

Comunicazione sulla linea di rivelazione analogico attiva

La centrale dovrà essere in grado di elaborare segnali provenienti da apparecchiature analogico attive, come ad esempio rivelatori automatici di fumo, di calore, pulsanti di allarme, apparecchiature per il controllo di ingressi ecc., mediante una linea *loop* a due conduttori.
La capacità della singola linea dovrà consentire di collegare sino a 100 apparecchiature analogico attive.

La centrale dovrà essere in grado di elaborare sino a 24 moduli di linea con la possibilità di collegare sino ad un massimo di 4 linee analogico attive per ogni modulo.

L'indicazione di deriva, ottenibile automaticamente o su richiesta, deve permettere di avere l'indicazione di stato di un rivelatore automatico di fumo.

Deve essere possibile assegnare liberamente un indirizzo a tutte le apparecchiature che sono collegate in una linea di rivelazione analogico attiva. Ogni successivo ampliamento, ad esempio l'aggiunta di ulteriori apparecchiature tra quelle già installate o alla fine della linea di rivelazione non deve interferire con gli indirizzi o dati utente inizialmente assegnati alle apparecchiature esistenti.

La linea di rivelazione analogico attiva deve elaborare le seguenti condizioni di segnale verificato tra l'apparecchiatura di rivelazione e la centrale:

- aggiustamento del livello di sensibilità dei rivelatori;
- modifica delle caratteristiche di risposta dei rivelatori;
- valutazione multizona.

L'armadio rack

L'armadio di contenimento della centrale di allarme incendio sarà collocato nel locale controllo posto al piano primo; tale armadio ospiterà anche la centrale di rivelazione gas, le batterie per il funzionamento in emergenza.

L'armadio, composto da due moduli delle dimensioni approssimative di 1800(h) x 600(l) x 450(p), dovrà essere essenzialmente costituito da:

struttura portante in lamiera piegata spessore 20/10;
attacchi per messa a terra;
guarnizioni in gomma;
porta (eventualmente con vetro o plexiglass) con chiusura a chiave;
telaio rack 19" 36 unità;
morsettiere di attestazione cavi;
colore a scelta della D.L.

Norme di installazione contenitore rack 19"

L'installazione dovrà essere effettuata a mezzo di appositi tasselli di fissaggio, staffe, viti e/o supporti. Tutte le parti metalliche devono essere collegate opportunamente al collettore di terra. Le operazioni d'installazione dovranno essere eseguite: in accordo con le istruzioni del costruttore (procedure, posa, distanze, predisposizioni meccaniche ed elettriche, ecc.); con l'utilizzo di tutti gli accessori previsti dal costruttore necessari al montaggio ed allacciamento alla linea di alimentazione, per rendere l'opera finita e funzionante; evitando mutue influenze (calore, vibrazioni, campi di energia, ecc.) con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali; in posizioni tali da garantire la completa accessibilità per interventi di manutenzione e/o sostituzione. In conformità alle norme vigenti riguardanti l'installazione a regola d'arte.

Componenti analogici attivi ed analogici interattivi.

La tecnologia utilizzata per i componenti della rivelazione incendi sarà prevalentemente del tipo *analogica attiva ad indirizzamento individuale*. Dove esistono esigenze di introdurre particolari algoritmi per il controllo e la verifica dello stato dei componenti (rivelatori di tipo lineare, moduli di comando ed attuazione del sistema dell'impianto di spegnimento automatico a saturazione, ecc.), sarà necessario utilizzare tecnologica analogica interattiva e per questo verranno posati loop dedicati a questa tipologia di componenti.

Pulsanti di allarme manuale

I pulsanti di allarme a rottura di vetro dovranno essere controllati da microprocessore e dovranno essere attivabili senza la necessità di strumenti speciali, come ad esempio un martelletto. La finestra in vetro dovrà essere realizzata in modo tale da evitare di ferire chi procede all'azionamento. Dovrà essere possibile verificare il funzionamento del pulsante di allarme senza rompere il vetro della finestrella.

I pulsanti di allarme dovranno essere sorvegliati e dovranno segnalare ogni anomalia e/o condizione di guasto; inoltre, la rimozione forzata degli stessi dovrà generare una segnalazione alla centrale.

I pulsanti di allarme dovranno incorporare LED per la segnalazione ottica della loro attivazione.

I morsetti per l'attestazione della rete di collegamento delle linee (interattiva o analogico attiva) dovranno essere contenuti nella base del pulsante, mentre dovrà essere possibile montare la parte contenente l'elettronica separatamente e solo prima della messa in servizio, onde evitare ogni possibile danno dovuto ai lavori d'installazione.

I pulsanti di allarme dovranno risultare conformi agli standard pr EN54-11 e BS 5839-2.

Il pulsante di allarme dovrà essere collegabile insieme agli altri dispositivi, come i rivelatori, su di una linea di rivelazione interattiva e dovrà avere un colloquio di tipo digitale con la centrale, sulla base di un protocollo a rivelazione d'errore mediante trasmissione multipla di informazioni.

Il pulsante di allarme dovrà essere equipaggiato con un separatore/isolatore di linea, senza che, per questo, possa perdere la funzione di attivatore manuale. La funzione d'isolamento dovrà essere ripristinata su richiesta dalla centrale, quando la condizione di cortocircuito venga eliminata.

Norme di installazione pulsante allarme incendi

L'installazione dovrà essere effettuata in accordo a quanto previsto dalle leggi, decreti, regolamenti vigenti (Decreto legislativo 626/94). In relazione ai criteri progettuali, si dovrà installare il componente in posizione visibile ad una altezza dal pavimento compresa tra 1.4 m. e 1,6 m.. Le operazioni d'installazione dovranno essere eseguite: in accordo con le istruzioni del costruttore (procedure, posa, distanze, predisposizioni meccaniche ed elettriche, ecc.); con l'utilizzo degli opportuni accessori previsti per il montaggio nei diversi tipi di installazione (zoccolo di base, sistemi meccanici di fissaggio, ecc…); evitando mutue influenze (calore, vibrazione, campi di energia, ecc.) con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazione nominali; in posizioni tali da garantire la completa accessibilità per interventi di manutenzione e/o sostituzione; Con opportuni accessori per allacciamento a linea di rivelazione In conformità alle norme vigenti riguardanti l'installazione a regola d'arte.

Rivelatore di fumo analogico attivo.

Caratteristiche funzionali

Il rivelatore di fumo dovrà avere un comportamento di risposta uniforme a tutti i prodotti di combustione tipici di incendi a fiamma viva con presenza di fumo e di fuochi covanti. La camera del rivelatore dovrà consentire la rivelazione di ogni tipo di fumo visibile, fumo scuro incluso.

Il rivelatore di fumo dovrà essere conforme alle norme EN 54-7/9.

Il rivelatore dovrà essere controllato da un circuito integrato specifico per l'applicazione (ASIC) e dovrà essere in grado di trasmettere alla centrale 2 livelli di allarme. Dovrà essere possibile variare automaticamente dalla centrale la sensibilità di rivelazione in funzione degli stati di funzionamento con sorveglianza e senza sorveglianza (commutazione giorno/notte). Il rivelatore dovrà essere in grado di segnalare alla centrale la condizione di deriva (richiesta di manutenzione).

Il rivelatore dovrà essere in grado di isolare corto circuiti sulla linea bus di rivelazione al fine di non inficiare il corretto funzionamento degli altri rivelatori collegati sulla stessa linea.
Il rivelatore dovrà essere identificabile dalla centrale in modo individuale e per posizione geografica all'interno del sistema.

Il sistema non dovrà richiedere la predisposizione di alcuno switch per l'inserimento dell'indirizzo fisico della apparecchiatura. Ogni elemento dovrà poter essere collegato alla centrale locale tramite un circuito a due conduttori sorvegliato totalmente (collegamento in Classe B) o tramite un circuito ad anello (collegamento in Classe A).
Il collegamento si potrà effettuare mediante coppie di conduttori non schermati.

Il sistema dovrà consentire derivazioni di rete a T senza degrado nello scambio d'informazioni tra la centrale e le apparecchiature installate sul tratto di rete a T.

Dovranno essere disponibili opportune apparecchiature di prova che permettano un test funzionale completo dei rivelatori di fumo (compresa la verifica delle aperture d'ingresso del fumo) sino ad altezze di 7 metri da terra, senza l'uso di dispositivi che producano fumo od aerosol.

Il rivelatore di fumo sarà idoneo a funzionare in un campo di temperatura compreso tra –25°C e + 60°C. La costruzione elettrica dovrà avere un grado di protezione minimo IP44. Il rivelatore dovrà essere protetto contro le interferenze elettromagnetiche in accordo a IEC 801-3 per valori sino a 50 V/m e da 1MHz ad 1 GHz.

Rivelatore di calore

Il rivelatore di calore, ad indirizzamento individuale. Il principio di funzionamento dovrà essere basato sulla combinazione dei principi del tasso di crescita della temperatura e del superamento della temperatura massima. Tale caratteristica dovrà essere soddisfatta grazie a due termistori NTC indipendenti ed alla compensazione automatica attuata per l'adeguamento alle variazioni delle condizioni ambientali di installazione.

La risposta del rivelatore dovrà essere determinata da un insieme di algoritmi memorizzati nell'unità sensibile. Gli algoritmi dovranno essere impostabili dalla centrale secondo almeno 4 tipologie predefinite di rischio di incendio. Gli algoritmi di rivelazione dovranno essere progettati in modo tale da sopprimere le interferenze transitorie ed altri fenomeni spuri senza ridurre la capacità di rivelare incendi autentici.

A fronte di una situazione di allarme, il rivelatore dovrà poter segnalare alla centrale sino a 4 differenti livelli di pericolo, e dovrà eseguire un autodiagnosi ogni 15 minuti, inviando alla centrale sino a 4 differenti stati operativi funzionali. Il rivelatore dovrà essere in grado di inviare alla centrale informazioni addizionali sino a 3 bytes ed avere la possibilità di pilotare un indicatore remoto. Il rivelatore di calore dovrà riportare, su richiesta della centrale, il valore analogico della misura del sensore.

Tutti i circuiti elettronici dovranno risiedere nell'unità sensibile del rivelatore, in modo tale da non richiedere alcun circuito elettronico attivo nella base dello stesso. Il rivelatore dovrà disporre di un isolatore di linea, per isolare - come già descritto - un tratto della linea nel caso si verifichi un cortocircuito su di essa.

Il rivelatore dovrà essere collegato alla centrale tramite un circuito a *loop* (collegamento in Classe A), sorvegliato totalmente, a due conduttori twistati anche non schermati. Il sistema dovrà consentire derivazioni di rete a T senza degradi.

Tutte le parti, incluse quelle in plastica, dovranno essere chiaramente marchiate in conformità alle norme DIN 54840 / ISO / DIS 11469 o DIN 7728 / ISO 1043.

Camera di analisi per condotte di ripresa dell'aria

L'unità di rivelazione deve consentire l'impiego di rivelatori di fumo di tipo standard per la sorveglianza di flussi d'aria, all'interno degli impianti di condizionamento e di ventilazione, aventi velocità compresa tra 1 m/s e 20 m/s.

L'unità di rivelazione deve prelevare una piccola quantità d'aria dal condotto di condizionamento o di ventilazione senza l'impiego di pompe aspiranti. Il campionamento deve avvenire mediante una sonda speciale costituita da una singola tubazione di lunghezza definita e preforata in fabbrica.

Devono essere disponibili come accessori, sonde di diversa lunghezza adattabili alle diverse dimensioni delle condotte di aria da sorvegliare: sonda standard di 600 mm di lunghezza e sonde speciali di 1500 mm e 2800 mm.

Per la sorveglianza di condotte aventi diametro o larghezza uguale o maggiore di 1 metro deve essere disponibile un dispositivo di fissaggio delle due estremità della sonda di campionamento

Come accessorio per l'unità di rivelazione, deve essere disponibile un supporto di montaggio che consente l'installazione su condotte con superficie piatta e/o curva.

L'unità di rivelazione deve essere dotata di un indicatore meccanico del corretto flusso di aria attraverso la camera di rivelazione.

Il collegamento alla linea di rivelazione a due conduttori di tipo interattivo, analogico attivo o collettivo deve essere diretto e non deve richiedere alcuna interfaccia supplementare. L'unità di rivelazione deve consentire il collegamento di un indicatore ottico remoto di allarme senza alcun collegamento supplementare dalla centrale di controllo.

Norme di installazione rivelatori di incendio

L'installazione dovrà essere effettuata in accordo a quanto previsto dalle leggi, decreti, regolamenti vigenti (Decreto legislativo 626/94).

In relazione ai criteri progettuali, sarà possibile effettuare la scelta fra le seguenti tipologie installative: a soffitto; sottopavimento; in controsoffitto.

Le operazioni d'installazione dovranno essere eseguite: in accordo con le istruzioni del costruttore (procedure, posa, distanze, predisposizioni meccaniche ed elettriche, ecc.); con l'utilizzo degli opportuni accessori previsti per il montaggio nei diversi tipi di installazione (zoccolo di base, sistemi meccanici di fissaggio, ecc…); evitando mutue influenze (calore, vibrazione, campi di energia, ecc.) con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazione nominali; in posizioni tali da garantire la completa accessibilità per interventi di manutenzione e/o sostituzione; Con opportuni accessori per allacciamento a linea di rivelazione In conformità alle norme vigenti riguardanti l'installazione a regola d'arte.

Rivelatore di tipo lineare interattivo

Il principio di funzionamento del rivelatore si dovrà basare esclusivamente sull'assorbimento di radiazioni luminose e dovrà essere ugualmente sensibile a tutti i tipi di fumo visibile, in particolare a quelli prodotti dai fuochi standard TF1, TF2, TF3, TF4 e TF5 in accordo alla norma EN 54.

Il rivelatore dovrà essere in grado di compensare deboli cambiamenti di segnale causati dall'invecchiamento del coperchio, dei filtri o del riflettore, al fine di non alterare la sensibilità nel tempo.

Il rivelatore dovrà essere dotato di un indicatore di risposta ed avrà la possibilità di pilotare un indicatore remoto per poter segnalare le condizioni d'allarme e fornire le informazioni di servizio.

Inversioni di polarità o cablaggi non corretti non dovranno danneggiare il rivelatore.

Il rivelatore dovrà contenere il trasmettitore ed il ricevitore nello stesso contenitore. La riflessione del raggio di rivelazione dovrà avvenire mediante un opportuno riflettore installato alla estremità opposta del campo di rivelazione. Il riflettore non dovrà richiedere alcun cablaggio elettrico.

Il campo di applicazione dovrà essere compreso tra 5 e 100 metri, mediate l'impiego di opportuni accessori.

Il riflettore dovrà essere progettato in modo tale che eventuali vibrazioni e distorsioni sino a 20 gradi rispetto all'asse perpendicolare, non siano causa di deviazioni dal corretto funzionamento del rivelatore.

Il rivelatore dovrà essere montato in una base, che possa includere i terminali necessari al collegamento alla linea di rivelazione. La base dovrà consentire la rimozione del rivelatore senza scollegare la rete.

Dovranno essere disponibili opportune apparecchiature di prova che permettano la messa in marcia da parte di un solo operatore ed il test funzionale completo senza rimuovere il rivelatore dal luogo di installazione.

Il rivelatore lineare di fumo sarà idoneo a funzionare in un campo di temperatura compreso tra –25°C e + 60°C. La costruzione elettrica dovrà avere un grado di protezione minimo IP56.

Il rivelatore dovrà essere protetto contro le interferenze elettromagnetiche in accordo a IEC 801-3 per valori sino a 50 V/m e da 1MHz ad 1 GHz.

Modulo di comando analogico attivo

Caratteristiche funzionali

Il modulo di comando dovrà essere collegabile in un qualsiasi punto di una linea di rivelazione assieme agli altri dispositivi analogico-attivi. Il modulo fornisce un'interfaccia tra segnali di comando della centrale e dispositivi come porte e serrande tagliafuoco, impianti di ventilazione, barriere antifumo, ecc.

Dovrà essere dotato di contatto programmabile NA e/o NC avente una portata massima 30 Vca / cc/ 1A. Il modulo di comando dovrà poter essere comandato da un qualsiasi rivelatore collegato alla stessa centrale di rivelazione incendio.

Per l'attivazione dei relè delle uscite di comando non dovrà essere richiesta alcuna alimentazione addizionale. Il modulo di comando potrà essere collegato alla centrale mediante la normale rete analogico attiva.

Il modulo di comando dovrà essere equipaggiato con una funzione di separazione/isolamento di linea, il cui funzionamento non ostacoli le funzioni del dispositivo quando dovrà essere collegato ad una linea ad anello. Il modulo di comando dovrà disporre di un pulsante per l'indirizzamento durante la fase di messa in servizio.

Il modulo di comando dovrà essere equipaggiato con morsetti senza viti con dispositivo a prova di strappo per evitare la deformazione permanente dei morsetti ed un indebolimento della pressione di contatto.

Il contenitore con i morsetti per il cablaggio e le parti elettroniche dovrà essere disponibile separatamente onde poter eseguire il cablaggio prima dell'inserimento dell'elettronica e/o prima di fissare l'elettronica in ogni altro alloggiamento di dimensioni adatte.

Il modulo di comando sarà idoneo a funzionare in un campo di temperatura compreso tra –10°C e + 60°C. La costruzione elettrica dovrà avere un grado di protezione minimo IP56, con apposito contenitore. Il modulo di comando dovrà essere protetto contro le interferenze elettromagnetiche in accordo a IEC 801-3 per valori sino a 50 V/m e da 1MHz ad 1 GHz.

Moduli di comando interattivi

I moduli dovranno permettere il comando di dispositivi come porte tagliafuoco, impianti di aspirazione del fumo, barriere antifumo, serrande tagliafuoco contatti magnetici, ecc. Per il comando dei dispositivi, i moduli dovranno disporre di un relè a scambio, libero da potenziale, da 125Vcc 2Acc (max. 150W), oltre ad un ingresso di verifica (*feedback*) separato, totalmente sorvegliato, per consentire un segnale di conferma dell'attivazione eseguita (fine corsa, contatto *reed*, ecc.).

I moduli di comando dovranno essere a microprocessore, avranno un proprio indirizzo d'identificazione e potranno essere collegati in un qualsiasi punto di una linea di rivelazione, insieme agli altri dispositivi. L'attivazione dei moduli di comando sarà funzione delle associazioni *software* definite in fase di programmazione della centrale.

I moduli dovranno essere equipaggiati con un separatore/isolatore di linea, senza, per questo, perdere la funzione di controllo e di conferma. Dovranno, inoltre, ritornare al loro stato normale non appena venga eliminato il cortocircuito sulla linea di appartenenza.

I moduli di comando dovranno disporre di un pulsante incorporato per l'attivazione e per l'indirizzamento durante la fase di collaudo. La loro funzionalità dovrà essere indicata otticamente da un opportuno LED. Sia il LED che il pulsante dovranno essere accessibili solamente a contenitore aperto.

Le parti elettroniche e i morsetti per il cablaggio dovranno essere disponibili separatamente onde poter eseguire il cablaggio prima dell'inserimento dell'elettronica nel contenitore.

Moduli di indirizzamento

I moduli di indirizzamento dovranno consentire d'interfacciare alla linea di rivelazione (interattiva o analogico attiva) semplici contatti puliti o linee di rivelazione convenzionali/collettive; ad esempio esso servirà a connettere le sonde antiallagamento o la segnalazione di richiesta di intervento da parte del sistema di chiamata dei servizi igienici per portatori di handicap. I moduli d'ingresso dovranno essere in grado d'alimentare e di accettare in ingresso almeno 5 rivelatori, ciascuno dei quali non ecceda come richiesta di corrente i 100µA. I moduli d'ingresso dovranno ricevere l'alimentazione esclusivamente dalle linee di rivelazione.

I moduli d'indirizzamento per le linee interattive dovranno essere a microprocessore, avranno un proprio indirizzo d'identificazione e potranno essere collegati in un qualsiasi punto di una linea di rivelazione (interattiva o analogica attiva).

I moduli dovranno essere equipaggiati con un separatore/isolatore di linea, senza, per questo, perdere le funzioni di controllo e di conferma. Dovranno inoltre ritornare al loro stato normale non appena venga eliminato il cortocircuito sulla linea interattiva.

I moduli d'ingresso dovranno disporre di un pulsante incorporato per l'attivazione e per l'indirizzamento durante la fase di collaudo. La sua funzionalità dovrà essere indicata otticamente da un opportuno LED. Sia il LED che il pulsante dovranno essere accessibili solamente a contenitore aperto.

Le parti elettroniche e i morsetti per il cablaggio dovranno essere disponibili separatamente onde poter eseguire il cablaggio prima dell'inserimento dell'elettronica nel contenitore.

Modulo d'ingresso analogico attivo

Caratteristiche funzionali

Il modulo d'ingresso dovrà essere progettato in modo da poter essere collegato su una linea di rivelazione assieme agli altri elementi analogico attivi. Il modulo dovrà consentire di interfacciare alla linea analogico attiva semplici contatti puliti.

Dovrà essere possibile utilizzare contatti programmabili come normalmente aperti o normalmente chiusi. Il modulo d'ingresso dovrà ricevere l'alimentazione esclusivamente dalla linea analogico attiva di rivelazione.

Il modulo d'ingresso dovrà essere equipaggiato con una funzione di separazione/isolamento di linea, il cui funzionamento non ostacoli le funzioni del dispositivo quando collegato ad una linea ad anello. Il modulo d'ingresso dovrà disporre di un pulsante per l'indirizzamento durante la fase di messa in servizio. Dovrà essere possibile sostituire le parti elettroniche senza rimuovere la morsettiera per il cablaggio.

Il modulo d'ingresso dovrà essere equipaggiato con morsetti senza viti con dispositivo a prova di strappo.

Il modulo di ingresso sarà idoneo a funzionare in un campo di temperatura compreso tra –10°C e + 60°C. Il modulo d'ingresso dovrà avere un grado di protezione IP 56, con apposito contenitore, ed essere in grado di operare tanto in ambienti asciutti quanto umidi. Il modulo di ingresso dovrà essere protetto contro le interferenze elettromagnetiche in accordo a IEC 801-3 per valori sino a 50 V/m e da 1MHz ad 1 GHz.

Norme di installazione - modulo di ingresso/uscita/protezione per linea analogica

L'installazione dovrà essere effettuata in relazione ai criteri progettuali, essendo possibile effettuare la scelta fra le seguenti tipologie installative: a soffitto; sottopavimento; in controsoffitto. Dovranno essere utilizzati gli opportuni accessori previsti per il montaggio nei diversi tipi di installazione (base, sistemi meccanici di fissaggio, ecc.) e per allacciamento a linea di rivelazione in accordo con le istruzioni del costruttore. Nel caso di installazione a vista, sarà necessario mantenere lo stesso grado di protezione del dispositivo anche nelle attestazioni/raccordi tubo-scatola. Si dovranno evitare mutue influenze (calore, vibrazione, campi di energia, ecc.) con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazione nominali, scegliendo posizioni tali da garantire la completa accessibilità per interventi di manutenzione e/o sostituzione. In conformità alle norme vigenti riguardanti l'installazione a regola d'arte.

Sirena elettronica asservita al sistema di evacuazione

Una sirena elettronica multitono ad alta emissione, in materiale ABS di colore rosso o bianco (a scelta del D.L.) dovrà essere installata, nei locali tecnologici, e dove indicato sulle tavole di progetto. Le sirene saranno attivabili mediante i pannelli di evacuazione, e saranno generalmente associate ad uno dei compartimenti previsti.

Ogni sirena sarà a basso assorbimento di corrente; dovrà essere possibile selezionare tonalità diverse e controllare il volume di emissione del suono.

Ripetitore ottico lampeggiante asservito al sistema di evacuazione

Dove la presenza della sirena non sia sempre correttamente avvertibile, o dove, per necessità di lavoro, le persone presenti debbano avere una protezione acustica, saranno installati opportuni ripetitori ottici a luce lampeggiante per l'evidenziazione dello stato di pericolo e della necessità di evacuazione.

Ogni ripetitore dovrà essere costituito da un contenitore, da una calotta in metacrilato di colore rosso e da una lampada allo xeno.

Norme di installazione - avvisatori di allarme incendio

L'installazione dovrà essere effettuata in accordo a quanto previsto dalle leggi, decreti, regolamenti vigenti (Decreto legislativo 626/94). In relazione ai criteri progettuali, gli avvisatori di allarme verranno installati a parete, in posti che non presentino ostacoli all'invio del segnale ottico e/o acustico, con opportuni accessori previsti per il montaggio nei diversi tipi di installazione (zoccolo di base, sistemi meccanici di fissaggio, ecc.).

Le operazioni d'installazione dovranno essere eseguite: in accordo con le istruzioni del costruttore in modo da evitare mutue influenze (calore, vibrazione, campi di energia, ecc.) con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazione nominali ed in posizioni tali da garantire la completa accessibilità per interventi di manutenzione e/o sostituzione. Dovranno essere utilizzati opportuni accessori per

l'allacciamento alla linea di rivelazione e quella elettrica di alimentazione, in conformità alle norme vigenti riguardanti l'installazione a regola d'arte.

Linee e vie cavo.

Le linee di segnale che collegano i diversi dispositivi in campo, dovranno essere posate all'interno di canalette in PVC dedicate a doppio scomparto per i percorsi principali e comuni. Dalle dorsali principali raggiungeranno i singoli dispositivi in campo con percorsi all'interno di tubazioni di tipo rigido o flessibile a seconda del tipo d'installazione (all'interno di controsoffitti o all'interno di tracce a parete). Le linee di alimentazione elettrica seguiranno gli stessi percorsi ma all'interno di tubazioni differenti da quelle di segnale, fatta eccezione che per i percorsi principali dove verranno posate all'interno degli scomparti dedicati all'interno delle canalette predisposte per le linee di segnale.

Canalette

Per il fissaggio dei cavi di segnale provenienti dalla centrale (*Loop*) all'interno di cavedii o per altri transiti particolari ove è prevista l'installazione di cavi in numero elevato, è richiesto l'utilizzo delle canalette. La larghezza delle canalette sarà scelta in modulo di 10 cm, ed avrà l'aggancio dei cavi ogni metro. I cavi saranno assicurati alle canalette con appositi morsetti di fissaggio. Le canalette dovranno essere fissate alle strutture murarie con staffe disposte su un solo lato, per facilitare la installazione e rimozione dei cavi elettrici, ed a distanza non superiore al metro.
Le canalette saranno complete di tutti gli accessori necessari per l'installazione.

Norme di installazione delle canalette

L'installazione verrà effettuata a vista, con fissaggio a parete e/o soffitto a mezzo di tasselli ad espansione a struttura fissa. Con l'utilizzo di appositi accessori in accordo alle istruzioni del costruttore ed in posizioni tali da garantire la completa accessibilità per manutenzione e/o sostituzione. L'installazione sarà tale da evitare impedimenti od influenze con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario e dovrà garantire la completa ed agevole ispezionabilità con l'utilizzo di opportuni raccordi di giunzione e guarnizioni per ottenere il grado di protezione richiesto.

Tubazioni

Le tubazioni saranno realizzate con tubi in PVC. La norma EN 50086 sarà l'unico riferimento per tutti i tipi di tubi, dalla sua entrata in vigore.

Il diametro interno dei tubi dovrà essere almeno 1,3 volte il diametro dei cavi elettrici contenuti in essi. Il diametro minimo dei tubi da utilizzare sarà di 20 mm. Dovrà essere sempre garantita la sfilabilità dei cavi.

I tubi dovranno essere posati in traccia o in vista come indicato nei disegni allegati. I tubi posati in vista dovranno essere ancorati alle strutture di sostegno con appositi supporti in modo che i tubi restino rettilinei senza formare anse. I tubi saranno maggiormente utilizzati nei percorsi dei cavi di segnale ed elettrici a valle delle dorsali principali (in canaline), per il collegamento e l'alimentazione dei dispositivi in campo.

Tubazioni flessibili potranno essere utilizzate ma solo in casi limitati di particolari condizioni di posa dei cavi di segnale ed elettrici e per brevi tratti.

Norme di installazione del tubo in pvc flessibile autoestinguente

L'installazione dovrà essere effettuata in posizione tale da garantire la completa accessibilità per manutenzione e/o sostituzione ad evitare impedimenti od influenze con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario. Dovrà essere garantita la completa ed agevole sfilabilità dei conduttori sottotraccia o all'interno di strutture prefabbricate opportunamente ancorati.
In particolare per i tubi in PVC tipo rigido autoestinguente, il fissaggio a parete o a soffitto dovrà essere effettuato con opportune graffette o tasselli di ancoraggio posti ad interdistanze di 0.8m circa. L'installazione potrà essere del tipo: direttamente annegata nelle gettate di cemento (pavimento ecc.); in cunicoli predisposti; direttamente interrata (per tubi con resistenza allo schiacciamento >=750 Newton) opportunamente protetta o segnalata.

Scatole di derivazione/ispezione

Le scatole di derivazione dovranno essere di materiale termoplastico autoestinguente, resistente agli urti, all'umidità, ed alle sovratemperature. Il coperchio dovrà risultare facilmente apribile/chiudibile a mezzo di viti.

Le loro dimensioni dovranno risultare tali da garantire una ordinata disposizione dei conduttori e dei morsetti.

L'ingresso dei cavi elettrici e delle tubazioni nelle scatole dovrà avvenire solo attraverso fori predisposti. Salvo più severe disposizioni per i gradi di protezione (IP), per le scatole l'ingresso dei cavi e delle tubazioni dovrà solo avvenire attraverso passatubi di tipo a gradino, opportunamente sigillati.

Le cassette avranno grado di protezione non inferiore ad IP 44, e saranno dotate di morsetti componibili disposti su profilato DIN.

Le cassette di transito dovranno essere installate sulle tubazioni ogni due curve, ove necessario per assicurare la sfilabilità dei cavi, comunque ogni 10 m di tubazione rettilinea.

Norme di installazione delle cassette

L'installazione sarà del tipo a vista fissata a parete e/o soffitto a mezzo di tasselli ad espansione; a struttura fissa come canaline per distribuzione con appositi accessori in accordo alle istruzioni del costruttore.
Le installazioni saranno in posizioni tali da garantire la completa accessibilità per manutenzione e/o sostituzione ad evitare impedimenti od influenze con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali.
Dovrà essere garantita la completa ed agevole ispezionabilità con opportuni raccordi di giunzione e guarnizioni per ottenere il grado di protezione richiesto.

Barriere tagliafiamma

Quando una via cavo attraversa solai, pareti, etc. le aperture che restano dopo il passaggio devono sempre essere sigillate con materiali in grado di garantire complessivamente lo stesso grado di resistenza al fuoco della struttura attraversata. A tale scopo, dovranno sempre utilizzati materiali in classe "0".
Potranno essere usate barriere tagliafiamma tipo industriale, comunque corredate di certificati di omologazione CESI ed equivalenti.
Le condutture, quali tubi protettivi e canali, che penetrino in elementi costruttivi aventi una resistenza al fuoco specificata dovranno essere sigillati internamente. Questo capoverso non si applica quando i tubi protettivi siano rispondenti alle Norme CEI 23-25 ed abbiano un diametro interno massimo di 30 mm, a condizione che:

- il tubo protettivo possieda almeno un grado di protezione IP33 (CEI 70-1);
- se il tubo protettivo penetra in un ambiente chiuso, anche la sua estremità possieda il grado di protezione IP33.

Art. 122. IMPIANTO DI FONIA E TRASMISSIONE DATI

Cablaggio strutturato

Il sistema di cablaggio scelto per la condivisione delle risorse informatiche e la telefonia è di tipo strutturato e realizza, tramite l'adozione di prodotti standard sia industriali che normativi e di un opportuno disegno architetturale, reti d'interconnessione con portanti trasmissive ed attacchi d'utente uniformi, aperte a soluzioni informatiche e foniche di tipo multifunzionale e multifornitore, conformi ai principali standard internazionali di comunicazione e facilmente riconfigurabili, in tempi brevi e con costi estremamente limitati, a seguito di mutate esigenze di telecomunicazioni.

Lo standard di riferimento, è l'EIA/TIA 568 che stabilisce delle specifiche minime per il cablaggio degli edifici dai locali tecnici (armadi Rack) sino alla presa d'utente(postazione di lavoro).

Le opere previste nel presente progetto si limitano al cablaggio passivo per la realizzazione delle connessioni di una rete che sarà composta da:

prese utente composte da due connettori RJ45 per ogni posto di lavoro, in scatole portafrutti o torrette, quest'ultime condivise con l'impianto elettrico;
cavi 4cp UTP, categoria 5e dall'armadio di permutazione alle prese utente;
armadio di permutazione di piano (Rack 19" 44U) ;
tubazioni interrate predisposte per il collegamento dei centri stella dei due edifici, ipotizzato in fibra ottica;
tubi e canalette di collegamento.

Dal presente progetto restano esclusi gli apparati attivi, il collegamento in fibra ottica dei centri stella, la centrale telefonica, le linee primarie di fonia.

Reti di collegamento

Le reti di distribuzione interne e le relative vie cavo, nell'edificio Garbasso avranno origine dai Rack di semipiano, dove si attesteranno tutti i cavi della distribuzione dal lato campo. Nell'edificio Espansione i cavi si attesteranno su un unico armadio posto al secondo piano nel locale server.

In entrambe gli edifici, oggetto dei lavori, le dorsali principali saranno realizzate per mezzo di canale metalliche, di dimensioni tali da garantire successivi sviluppi del sistema, posizionate sopra il contro soffitto.

Apparecchiature a servizio del cablaggio strutturato

Connettori RJ45

Il connettore RJ 45 deve essere provvisto di sistema di connessione delle coppie in tecnica IDC (Insulation Displacement Contact), l'attestazione delle coppie dovrà rispettare lo standard EIA/TIA

Cavi di collegamento

I cavi di collegamento saranno di tipo UTP 4cp categoria 5e 24 AWG.
Il cavo di collegamento deve essere a tratta unica e senza interruzioni intermedie, tra il permutatore e la presa utente. La lunghezza massima dovrà essere di 90 metri. sarà posta particolare cura nella posa, che verrà eseguita rispettando adeguate distanze da linee elettriche e da altre sorgenti di disturbo.

Armadio Rack

L'armadio Rack sarà costituito da una struttura in lamiera d'acciaio passivata, pressopiegata ed elettrosaldata e sarà basato sulla tecnica Rack 19" (482,6 mm.) e corredato di due montanti laterali completamente preforati (doppia foratura) con passo multiplo di 1U (44,45 mm.). Questo permette un assemblaggio standard sia per quanto riguarda il fissaggio dei permutatori e degli apparati sia per quanto riguarda gli spazi occupati in altezza. Sarà corredato da :

feritoie sia alla base degli sportelli laterali, sia sul cappello, per consentire la ventilazione interna naturale o forzata;
ventole di areazione;
una cava centrale per il passaggio dei cavi sulla base e sul cappello, con chiusura tramite piastra di tamponamento;
possibilità di arretrare in profondità i montanti di supporto della struttura rack 19" (per ottimizzare il posizionamento degli apparati a struttura sporgente o per lasciare lo spazio necessario ai permutatori);
pannellature laterali cieche asportabili sinistro/destro/retro provviste di serratura;
una porta trasparente in perspex con incernieramento a chiavistello sulla parte frontale, per facilitarne la rimozione e meccanismo di chiusura multiplo a tre punti (centro/alto/basso) completo di maniglia e chiave ;
possibilità di montare dei ripiani per sostenere apparati sprovvisti delle alette di fissaggio in tecnica 19";
elementi meccanici costituenti l'armadio provvisti di accessori per la connessione costante al conduttore di protezione di terra;
striscia d'alimentazione con almeno 5 prese adatte per spine UNEL e interruttore bipolare magnetotermico, quale sezionatore unico di tutti gli apparati asserviti;
pannelli di permutazione da 19" completi di 24 porte RJ45 cat. 5e;

L'alimentazione elettrica per gli apparati attivi sarà derivata dal sistema di continuità assoluta, mediante partenza dedicata dal quadro elettrico locale.

Per le specifiche tecniche relative alle scatole portafrutti, canalette, e le tubazioni fare riferimento al disciplinare degli impianti elettrici.

Canalizzazioni

Canalizzazioni metalliche

Trattasi di sistemi portacavi ventilati o non, con obbligo di utilizzo in esercizio dei coperchi ed aventi grado di protezione minimo IP20. Riferimento per la certificazione IMQ è la norma CEI 23-31.

Ogni sistema sarà così classificato:

smontabilità coperchi: con attrezzo;
grado di protezione: IP20 per sistema forato, IP40 per sistema chiuso estendibile fino al grado IP44 con accessori;
tipo di posa: sospeso, con supporti di bloccaggio per l'installazione a parete con staffaggi al fine di evitare forature per protezioni IP40.

Ogni sistema, dove non altrimenti specificato, dovrà essere zincato con procedimento "Sendzimir" e lo strato protettivo depositato dovrà risultare pari a 30 micron, pari a 200÷ 275 qv/mq.
Le canalizzazioni garantiranno la continuità elettrica con l'utilizzo di accessori allo scopo dedicati.

Canalizzazioni in plastica

Conformi alle Norme CEI 23-32 e CEI 23-32 V1, per i sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete. Conformi alla Norma CEI 23-19 per i sistemi di canali in materiale plastico e loro accessori ad eventuale uso battiscopa.

I prodotti da fornire dovranno essere ammessi al regime del marchio dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ), previa attestazione di conformità alle prescrizioni delle suddette Norme.

Per ambienti a maggior rischio in caso di incendio si richiede, come grado minimo di protezione, quello IP4X in ogni caso. Tale richiesta è conforme alla nuova norma CEI 64-8 Parte 7 Sezione 751.

Tubi in materiale termoplastico a base di polivinile rigido autoestinguente

Tubazioni PVC serie pesante con marcatura IMQ-P ØXX ogni 50 cm., Colore grigio RAL 7035. Conformi alla Norma CEI 23-8 (III - 1973) e varianti UNEL 37118-72. Certificazione del Marchio Italiano di Qualità.

resistenza alla fiamma: autoestinguente in meno di 30 secondi;
resistenza allo schiacciamento: superiore a 750N su 5cm. a 20° C;
tenuta stagna del sistema IP40 o superiore.

Settore di impiego: nelle applicazioni a vista a parete e a soffitto. Sotto traccia all'interno delle pareti e sotto i pavimenti.
Resistenza di isolamento superiore a 100 Mohm per 500V di esercizio per 1 minuto.

Art. 123. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Terminologia

Impianto o sistema solare fotovoltaico (o impianto fotovoltaico)
Impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare, tramite l'effetto fotovoltaico; esso e' composto principalmente da un insieme di moduli fotovoltaici, uno o piu' gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata e altri componenti elettrici minori;
Impianto fotovoltaico non integrato
Impianto con moduli ubicati al suolo, ovvero con moduli collocati, con modalita' diverse dalle tipologie di cui agli allegati 2 e 3 del decreto ministeriale 19 febbraio 2007, sugli elementi di arredo urbano e viario, sulle superfici esterne degli involucri di edifici, di fabbricati e strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione;
Impianto fotovoltaico parzialmente integrato
Impianto i cui moduli sono posizionati, secondo le tipologie elencate in allegato 2 del decreto ministeriale 19 febbraio 2007, su elementi di arredo urbano e viario, superfici esterne degli involucri di edifici, fabbricati, strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione;
Impianto fotovoltaico con integrazione architettonica
Impianto fotovoltaico i cui moduli sono integrati, secondo le tipologie elencate in allegato 3 del decreto ministeriale 19 febbraio 2007, in elementi di arredo urbano e viario, superfici esterne degli involucri di edifici, fabbricati, strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione;
Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) dell'impianto fotovoltaico
Potenza elettrica dell'impianto, determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime, o di picco, o di targa) di ciascun modulo fotovoltaico facente parte del medesimo impianto, misurate alle condizioni nominali, come definite al punto successivo;
Condizioni nominali
Condizioni di prova dei moduli fotovoltaici nelle quali sono rilevate le prestazioni dei moduli stessi, secondo un protocollo definito dalle norme CEI EN 60904-1;
Energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico
Energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, ivi incluso l'eventuale trasformatore, prima che essa sia resa disponibile alle utenze elettriche del soggetto responsabile e/o immessa nella rete elettrica;
Punto di connessione
Punto della rete elettrica, di competenza del gestore di rete, nel quale l'impianto fotovoltaico viene collegato alla rete elettrica;
Data di entrata in esercizio di un impianto fotovoltaico
Prima data utile a decorrere dalla quale sono verificate tutte le seguenti condizioni:
l'impianto e' collegato in parallelo con il sistema elettrico;
risultano installati tutti i contatori necessari per la contabilizzazione dell'energia prodotta e scambiata o ceduta con la rete;
risultano attivi i relativi contratti di scambio o cessione dell'energia elettrica;
risultano assolti tutti gli eventuali obblighi relativi alla regolazione dell'accesso alle reti;
Soggetto responsabile
Soggetto responsabile dell'esercizio dell'impianto e che ha diritto, nel rispetto delle disposizioni del decreto ministeriale 19 febbraio 2007, a richiedere e ottenere le tariffe incentivanti;

Soggetto attuatore

Gestore dei servizi elettrici – GSE S.p.a., gia' Gestore della rete di trasmissione nazionale S.p.a., di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 11 maggio 2004;

Potenziamento

Intervento tecnologico eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno due anni, consistente in un incremento della potenza nominale dell'impianto, mediante aggiunta di moduli fotovoltaici la cui potenza nominale complessiva sia non inferiore a 1 kW, in modo da consentire una produzione aggiuntiva dell'impianto medesimo, come definita al punto successivo;

Produzione aggiuntiva di un impianto

Aumento, ottenuto a seguito di un potenziamento ed espresso in kWh, dell'energia elettrica prodotta annualmente rispetto alla produzione annua media prima dell'intervento, come definita al punto successivo; per i soli interventi di potenziamento su impianti non muniti del gruppo di misura dell'energia prodotta, la produzione aggiuntiva e' pari all'energia elettrica prodotta dall'impianto a seguito dell'intervento di potenziamento, moltiplicata per il rapporto tra l'incremento di potenza nominale dell'impianto, ottenuto a seguito dell'intervento di potenziamento, e la potenza nominale complessiva dell'impianto a seguito dell'intervento di potenziamento;

Produzione annua media di un impianto

Media aritmetica, espressa in kWh, dei valori dell'energia elettrica effettivamente prodotta negli ultimi due anni solari, al netto di eventuali periodi di fermata dell'impianto eccedenti le ordinarie esigenze manutentive;

Rifacimento totale

Intervento impiantistico-tecnologico eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno venti anni che comporta la sostituzione con componenti nuovi almeno di tutti i moduli fotovoltaici e del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata;

Piccola rete isolata

Rete elettrica cosi' come definita dall'art. 2, comma 17, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79, e successive modificazioni e integrazioni;

Servizio di scambio sul posto

Servizio di cui all'art. 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, come disciplinato dalla deliberazione dell'Autorita' per l'energia elettrica e il gas 10 febbraio 2006, n. 28/06, ed eventuali successivi aggiornamenti.

Valgono inoltre le definizioni riportate all'art. 2 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79, escluso il comma 15, nonche' le definizioni riportate all'art. 2 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.

Dati di progetto

Nella redazione del progetto sono stati tenuti in considerazione una serie di dati di ingresso, indicati di seguito, reperiti con la collaborazione del committente.

La tabella è stata redatta in conformità all'allegato B alla guida CEI 0-2 dove sono disponibili informazioni sul significato dei singoli dati; per quanto riguarda i dati di progetto relativi alle influenze esterne sono stati selezionati di volta in volta solo quelli che condizionano effettivamente il progetto, la scelta e l'installazione dei componenti elettrici.

1. Dati di progetto di carattere generale	
Dati necessari per lo sviluppo del progetto	**Valori stabiliti**

2. Dati di progetto relativi all'opera	
Dati necessari per lo sviluppo del progetto	**Valori stabiliti**

3. Dati di progetto relativi alle influenze esterne	
Dati necessari per lo sviluppo del progetto	**Valori stabiliti**
TEMPERATURA AMBIENTE Minima / massima all'interno degli edifici Minima / massima all'aperto Umidità relativa	 +5° C / +35° C -10° C /+40° C probabile formazione di condensa
ALTITUDINE maggiore o minore di 1000 m	 minore
PRESENZA DI CORPI SOLIDI ESTRANEI presenza di corpi solidi estranei presenza di polvere	 NO NO

PRESENZA DI LIQUIDI	
tipo di liquido	acqua piovana
stillicidio	SI
pioggia o acqua con inclinazione fino a 60°	SI
getti d'acqua	NO
potenti getti d'acqua da tutte le direzioni	NO
immersione temporanea	NO
immersione continua	NO
DATI RELATIVI ALL'IRRAGGIAMENTO SOLARE	
altitudine	
latitudine	
longitudine	
irraggiamento solare medio annuo orizzontale	
irraggiamento solare medio annuo piano inclinato al netto degli ombreggiamenti	
fenomeni di ombreggiamento	sono presenti rilievi in zona alba e tramonto
disponibilità di superfici per i moduli	
tipologia della superficie	copertura edificio lato sud
inclinazione superficie di esposizione (β)	
orientazione superficie di esposizione (γ)	
DATI RELATIVI AL VENTO	
nella direzione prevalente	tutte le direzioni
velocità media annuale	4,5 m/s
DATI RELATIVI AL CARICO DI NEVE	
carico statico di progetto	1 kPa (1 m di neve fresca)
EFFETTI SISMICI	grado di sismicità 9
CONDIZIONI AMBIENTALI SPECIALI	
presenza di sostanze che producono corrosione	NO
presenza di correnti continue vaganti	NO
vibrazioni	NO
altre condizioni (irraggiamento, muffe, insetti, campi elettromagnetici, radiazioni ionizzanti, ecc.)	irraggiamento solare

4. Dati di progetto relativi all'impianto elettrico	
Dati necessari per lo sviluppo del progetto	**Valori stabiliti**
TIPO DI INTERVENTO RICHIESTO	progettazione impianto fotovoltaico
DATI DELL'AUTOPRODUZIONE	
numero di generatori	n° 1
descrizione / sigla	Campo fotovoltaico 1
potenza nominale impianto	da definire
tipo generatore energia elettrica	pannelli fotovoltaici
tensione nominale al contatore di energia	400 V - trifase
stato del neutro	generatore in corrente continua (sistema IT) con inverter inserito in sistema con neutro a terra TT
condizioni operative	in parallelo con la rete pubblica
MISURAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA	vedasi il paragrafo 0 – "*Misurazione dell'energia elettrica*"

Norme tecniche di riferimento per gli impianti ed i componenti

Nella redazione del presente progetto sono state tenute come riferimento le disposizioni di legge e le norme tecniche del CEI e dell'UNI; le stesse dovranno essere rispettate anche per la realizzazione dell'impianto.

Sono evidenziate le disposizioni legislative che impongono vincoli particolari.

Si richiamano di seguito le principali norme o leggi che regolamentano la realizzazione di apparecchiature ed impianti elettrici applicabili al caso specifico:

DPR 27 aprile 1955, n. 547 - "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro".

DPR 7 gennaio 1956, n. 164 - "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni".

Legge 1 marzo 1968, n. 186 - "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici".

Legge 5 marzo 1990, n. 46 - "Norme per la sicurezza degli impianti".

DPR 6 dicembre 1991 n. 447 - "Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46 in materia di sicurezza degli impianti".

DLgs 19 settembre 1994, n. 626 - "Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul posto di lavoro"

DLgs. 26 ottobre 1995, n. 504 - "Testo unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali ed amministrative".

DLgs 12 novembre 1996, n. 615 - "Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata ed integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22 luglio 1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29 ottobre 1993".

DLgs 25 novembre 1996, n. 626 - "Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione."

DLgs 31 luglio 1997, n. 277 – "Modificazioni al decreto legislativo 25 novembre 1996, n. 626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione."

DLgs 16 marzo 1999, n. 79 - "Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica".

Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità".

DM 19 febbraio 2007 – "Criteri per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 ".

Deliberazione dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas 10 febbraio 2006 n. 28 – "Condizioni tecnico economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza nominale non superiore a 20 Kw, ai sensi dell'articolo 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387".

Deliberazione dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas 11 aprile 2007 n. 88 – "Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione".

Deliberazione dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas 11 aprile 2007 n. 89 – "Condizioni tecnico economiche per la connessione di impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi a tensione nominale minore o uguale ad 1 kV".

Deliberazione dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas 11 aprile 2007 n. 90 – "Attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici".

Guida CEI 0-2 – "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici".

Guida CEI 0-3 – "Legge 46/90. Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati".

Guida CEI 0-10 – "Guida alla manutenzione degli impianti elettrici".

Guida CEI ISPESL 0-11 – "Guida alla gestione delle misure per la verifica degli impianti elettrici ai fini della sicurezza".

Norma CEI 11-20 – "Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria".

Norma CEI 13-4 – "Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica".

Norma CEI 13-43 (EN 62053-21) – "Apparati per la misura de1l'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)".

Norma CEI 13-45 (EN 62053-23) – "Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3)".

Norma CEI 16-2 (EN 60445) – "Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione. Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità di conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico".

Norma CEI 17-13 (EN 60439) – "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)".

serie composta da:

Norma CEI 17-13/1 (EN 60439-1) – "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)".

Norma CEI 17-13/2 (EN 60439-2) – "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione). Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre".

Norma CEI 17-13/3 (EN 60439-3) – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD)".

Norma CEI 17-43 – "Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).

Guida CEI 17-70 – "Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione".

Norma CEI 20-19 – "Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V".

Norma CEI 20-20 – "Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V".

Norma CEI 20-65 – "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente".

Norma CEI 37-1 (EN 60099-1) – "Scaricatori. Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata".

Norma CEI 37-2 (EN 60099-4) – Scaricatori. Parte 4: Scaricatori ad ossido metallico senza spinterometri per reti elettriche a corrente alternata".

Norma CEI 64-8 – "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 in corrente continua".

Guida CEI 64-14 – "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori".

Norma CEI 70-1 (EN 60529) – "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)".

Norma CEI 77-2 (EN 60555-1) – "Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili. Parte 1: Definizioni".

Norma CEI 81-3 – "Valori medi, del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato".

Norma CEI 81-10/1 (EN 62035) – "Protezione contro i fulmini".

serie composta da:

Norma CEI 81-10/1 (EN 62305-1) – "Principi generali".

Norma CEI 81-10/2 (EN 62305-2) – "Valutazione del rischio".

Norma CEI 81-10/3 (EN 62305-3) – "Danno materiale alle strutture, e pericolo per le persone".

CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;

Norma CEI 82-1 (EN 60904-1) – "Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente – tensione".

Norma CEI 82-2 (EN 60904-2) – "Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per le celle fotovoltaiche di riferimento".

Norma CEI 83-3 (EN 60904-3) – "Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento".

Norma CEI 82-8 (EN 61215) – "Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualità del progetto e omologazione del tipo".

Norma CEI 82-9 (EN 61727) – "Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete".

Norma CEI 82-12 (EN 61646) – "Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo".

Norma CEI 82-15 (EN 61724) – "Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati".

Norma CEI 82-22 (EN 50380) – "Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici".

Norma CEI 82-24 (EN 62093) – "Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni 'ambientali naturali".

Norma CEI 82-25 – "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione".

Norma CEI 110-31 (EN 61000-3-2) – "Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso <= 16 A per fase)".

EN 50470-1 ed EN 50470-3 in corso di recepimento nazionale presso CEI.

Norma UNI 8477/1 – "Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell' energia raggiante ricevuta".

Norma UNI 10349 – "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici".

Norma IEC 60364-7-712 "Electrical installations of buildings – Part. 7-712: Requirements for special installations or locations solar photovoltaic (PV) power supply systems".

Vincoli da rispettare

Nella scelta dei componenti e nella realizzazione dell'impianto devono essere rispettati i requisiti tecnici minimi indicati nell'art. 4 del DM 19 Febbraio 2007.

L'impianto deve funzionare solo in parallelo con la rete pubblica. Per l'allacciamento con la rete, esercita nel caso specifico da Enel Distribuzione, è da rispettare quanto indicato nella specifica tecnica DK5940 "Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete BT di Enel Distribuzione" o altre specifiche che prima dell'entrata in servizio dell'impianto dovessero essere redatte in sostituzione a quella indicata.

La progettazione e realizzazione dell'impianto elettrico è effettuata in coordinamento con altre discipline coinvolte avendo cura del rispetto dei vincoli architettonici che insistono sulla struttura edilizia o su altri elementi destinati all'installazione dell'impianto.

Misurazione dell'energia elettrica

Per la contabilizzazione dell'energia elettrica sarà presente un contatore per la misura dell'energia prodotta.

Tutti i componenti delle apparecchiature di misura, inclusi i cablaggi e le morsettiere, saranno dotati di sistemi meccanici di sigillatura (piombatura o similari) che garantiscano da manomissioni o alterazione dei dati di misura.

Caratteristiche per classificazione e valutazione rischi

Al fine di poter definire correttamente le caratteristiche dell'impianto elettrico, sono state acquisite collocazioni, caratteristiche, classificazioni e valutazione dei rischi previste.

Dal punto di vista prettamente elettrico gli impianti in progetto rientrano nell'ambito applicativo delle Norma CEI 64-8 sesta edizione "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua".

Relativamente alla norma CEI EN 62035 riguardante la valutazione del rischio di fulminazione e provvedimenti da adottare, l'installazione dei moduli fotovoltaici non modifica la geometria e l'altezza della struttura; non viene modificato per tanto il rischio di fulminazione della struttura.

L'impianto elettrico fotovoltaico è completamente indipendente dall'impianto elettrico dell'edificio; esso è da classificarsi **ordinario**; per i componenti posti all'esterno, nella scelta dei componenti elettrici o degli involucri atti al loro contenimento dovranno essere utilizzati elementi con un grado di protezione minimo pari ad IP44 e sono da mettere in atto provvedimenti per evitare danneggiamenti meccanici.

Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche elettriche

Il dimensionamento dell'impianto elettrico è stato effettuato per la scelta dei componenti da installare in modo da assicurare la sicurezza delle persone e dei beni ed un funzionamento adatto all'uso previsto.

Nel dimensionamento sono stati tenuti in considerazione:

le condizioni ambientali;
le esigenze del committente;
il rispetto delle norme di legge applicabili;
il rispetto delle norme tecniche UNI e CEI applicabili.

Di seguito si indicano i criteri di scelta delle principali apparecchiature costituenti l'impianto fotovoltaico.

Per la determinazione delle caratteristiche e della quantità dei moduli è stata valutata la superficie di copertura utilizzabile per la posa dei pannelli fotovoltaici. Individuata quindi la tipologia e l'estensione del campo fotovoltaico si è dedotta la potenza nominale dell'impianto, la conseguente quantità di energia elettrica producibile è stata calcolata sulla base dei dati radiometrici, di cui alla citata norma UNI 10349 e assumendo come efficienza operativa media annuale dell'impianto il 73% dell'efficienza nominale del generatore fotovoltaico.

Il gruppo di conversione è stato individuato affinché idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili; i valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione sono compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

I moduli fotovoltaici saranno installati per rendere massime le prestazioni elettriche dell'impianto e quindi orientati verso sud.

La scelta dei rimanenti componenti elettrici è stata effettuata come indicato in sintesi di seguito.

La portata dei cavi nelle condutture in aria è stata determinata con l'uso della tabella CEI UNEL 35024/1 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – portate in regime permanente per posa in aria".

La verifica della caduta di tensione è stata condotta con l'utilizzo della tabella CEI UNEL 35023 "Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4 – Cadute di tensione".

Per la protezione contro le sovracorrenti (sovraccarichi e cortocircuiti) delle condutture, la protezione contro i contatti diretti ed indiretti sarà attuato quanto richiesto dalla Norma CEI 64-8 VI edizione.

Configurazione dell' impianto

L'impianto sarà realizzato con l'utilizzo di moduli fotovoltaici da 210 Wp suddivisi in stringhe da 12 moduli cadauna; le stringhe faranno capo, a due a due, a tre inverters monofase..

I moduli faranno capo ad un quadro protezioni di campo per ogni inverter; i singoli quadri conterranno i dispositivi di sezionamento e protezione con gli scaricatori di sovratensione.

In un quadro di parallelo BT verranno installati tre interruttore magnetotermico differenziale di protezione contro i contatti indiretti e un sezionatore generale tetrapolare; esternamente al quadro ma entro 1 m da esso troverà ubicazione il dispositivo di interfaccia con la relativa protezione in conformità alle richieste per la connessione alla rete pubblica.

Il tutto come risulta dagli schemi allegati.

COMPONENTI E CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Moduli fotovoltaici

Ogni modulo ha una potenza nominale di picco pari a 210 Wp ed è composto da 60 celle solari in silicio multicristallino da 156 x 156 mm ad alta efficienza.

L'array di celle solari è incapsulato tra due fogli di EVA (Etilen Vinil Acetato), a loro volta inseriti tra un vetro temprato anteriore, dello spessore di 4 mm, ed un foglio posteriore in PVF/PE/PVF, un particolare film multistrato con eccellenti proprietà elettriche, chimiche e meccaniche che assicura la protezione della parte posteriore del modulo da urti accidentali, come pure la perfetta adesione con l'EVA.

Il vetro utilizzato offre la protezione necessaria dagli agenti atmosferici e, grazie ad una particolare texturizzazione superficiale, ottimizza la raccolta della luce solare sulle celle.

La sigillatura del modulo avviene mediante pressatura sotto vuoto alla temperatura di 150°C secondo un processo che ne assicura la perfetta ermeticità garantendo le elevate prestazioni del prodotto nel corso degli anni.

La cornice è realizzata con un profilo in alluminio anodizzato che consente il facile montaggio del modulo sulle strutture di sostegno. Sul retro è presente la scatola di giunzione con grado di protezione IP65, completa di diodi di bypass, cavi, e connettori rapidi polarizzati, che offre garanzie di protezione sia alle connessioni elettriche sia al modulo per i danni da "hot-spot".

I cavi si trovano già montati sulla scatola di giunzione, dotati di connettori rapidi permettono un collegamento dei moduli sicuro, semplice e rapido.

I moduli sono certificati TÜV secondo la normativa internazionale IEC 61215, II edizione – "Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualità del progetto e omologazione del tipo".

Quadri elettrici

I quadri elettrici da realizzare, quadri protezioni di campo, quadro di parallelo e quadro scaricatori, contenenti le apparecchiature sopradescritte saranno realizzati in conformità alla Norma CEI 17-13/1 (EN 60439-1) - "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)" e conterranno apparecchiature rispondenti alle normative di prodotto applicabili.

Inverters

Come gruppi di conversione è stato individuato un inverter tipo FRONIUS IG40 della ditta Fronius International GMBH aventi le caratteristiche:

gamma di tensione MPP: 150÷400 V;
tensione massima di entrata: 500 V;
potenza impianto FV: 3500/5500 Wp;
corrente max di entrata: 29,4 A;
potenza nominale: 3500 W;
potenza max. 4100 W;
grado max di efficacia: 94,3 %;
grado di efficacia: 93,5 %;
tensione/frequenza di rete: 230 V/ 50 Hz;
fattore di distorsione: < 3,5 %;
fattore di potenza: 1
gamma temperatura ambientale: -20÷+50 °C;
raffreddamento: ventilazione forzata regolata;

I tre inverters monofase sono del tipo ad inseguimento del punto di massima potenza MPP e sono dotati di separazione galvanica fra ingresso in CC ed uscita in CA; consentono la visualizzazione della potenza istantanea prodotta, dell'energia immessa in rete e dei principali parametrici elettrici del sistema con possibilità, opzionale, di trasferimento lettura dati parametrici e di funzionamento su personal computer con software dedicato a mezzo di interfaccia diretta oppure con modem. I tre inverters monofase sono collegati per ottenere un'unica uscita trifase per l'immissione dell'energia prodotta in rete.

Dispositivo di interfaccia

Come dispositivo di interfaccia è stato previsto l'utilizzo della protezione di interfaccia SOLEIL per impianti connessi a rete trifase prodotto dalla ditta Helios Technology costituito dai seguenti componenti:

Un box in PVC con grado di protezione IP56, corredato di 10 pressacavi per il collegamento delle 3 fasi, del neutro e del cavo di terra sia in ingresso che in uscita;

Una scheda elettronica di controllo a microprocessore;

Un teleruttore a norma CEI 11-20 con relativo fusibile di protezione bobina;

Una morsettiera per il collegamento dei cavi.

Il dispositivo di interfaccia è certificato secondo le specifiche DK5940.

Collegamenti elettrici

Le stringhe di moduli saranno realizzate con cavi interposti fra le scatole di terminazione di ciascun modulo e staffati sulle strutture di sostegno; il collegamento fra moduli e fra stringa ed inverters saranno realizzate con cavo a doppio isolamento tipo H07RN-F sez. 1x6 mm^2.

Il sistema di cablaggio dell'impianto comprenderà tutti i materiali accessori quali: canaline, tubi portacavi, cassette e scatole viadotto interrato, opere edili e tutto quanto occorrente per dare l'opera completa e realizzata a regola d'arte.

L'equipotenzialità dei componenti il sistema sarà garantita mediante giunzioni meccaniche e cavallotti.

Strutture di sostegno dei moduli

Per quanto riguarda la sistemazione e l'ancoraggio dei moduli costituenti il generatore fotovoltaico, è previsto di utilizzare un sistema di supporto modulare, sviluppato al fine di ottenere un'alta integrazione estetica ad elevata facilità di impiego e di montaggio dei moduli fotovoltaici incorniciati, realizzato in profilati di alluminio.

Prestazioni e garanzie

I moduli fotovoltaici utilizzati sono provati e verificati da laboratori accreditati, per le specifiche prove necessarie alla verifica dei moduli, in conformità, alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025. Tali laboratori sono accreditati EA (European Accreditation Agreetnent) o hanno stabilito con EA accordi di mutuo riconoscimento.

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato con componenti che assicurano l'osservanza delle due seguenti condizioni:

a) $Pcc > 0{,}85 * Pnom * I/Istc$

dove:

Pcc è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del ± 2%;

Pnom è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento [W/m^2] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore: del ± 3%;

Istc pari a 1000 W/m^2, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione deve essere verificata per $I > 600$ W/m^2.

b) $Pca > 0{,}9 * Pcc$

dove Pca è la potenza attiva in corrente alternata misurata, all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del 2%.

La misura della potenza, Pcc e della potenza Pca deve essere effettuata, in condizioni di irraggiamento (I) sul piano dei moduli superiore a 600 W/m^2.

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a 40 °C, è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

a') $Pcc > (1 - Ptpv - 0{,}08) * Pnorn. * I/Istc$

Ove Ptpv indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Nota:

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico Ptpv, nota la temperatura delle celle fotovoltaiche Tcel, possono essere determinate da:

$Ptpv = (Tcel - 25) * \gamma/100$

oppure, nota la temperatura ambiente Tamb da:

$Ptpv = [Tamb - 25 + (NOCT - 20)\ I / 800] * \gamma /100$

dove:

γ Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a 0,4 ÷ 0,5%/°C);

NOCT Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a 40 ÷ 50%/°C, ma può arrivare, a 60°C per moduli in retrocamera).

Tamb Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade, nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature.

Tcel è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

L'impianto fotovoltaico e i relativi componenti rispettano, ove di pertinenza, dovranno rispettare le prescrizioni contenute nelle norme di cui all'allegato 1 del decreto ministeriale 19 febbraio 2007.

MODALITÀ DI INSERIMENTO DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI E SOLARI;

Per quanto concerne i pannelli fotovoltaici sono previste soluzioni che non risultino impattanti rispetto alla tipologia ed all'architettura del fabbricato. Pertanto è previsto l'impiego di pannelli profilati tipo Kalzip che offrono un connubio interessante tra la durevolezza e la garanzia di prestazione adempiendo alle esigenze dell'architettura fotovoltaica. I pannelli a strati sottili in silicio amorfo sono collegati tra loro attraverso l'innovativa tecnologia Triple Junction. Il sistema di cui si prevede l'impiego rende possibile la produzione di energia elettrica mediante l'integrazione di pannelli fotovoltaici nei profilati di alluminio che costituiscono la copertura dell'edificio. In buona sostanza i raggi del sole sono captati dal pannello solare amorfo direttamente integrato nei singoli profilati di alluminio che compongono la copertura dell'edificio. Il panello tipo Kalzip si adegua perfettamente alla geometria ed ai principi architettonici della costruzione. Per di più, grazie ad una maglia stretta che bypassa energia da un pannello all'altro, i pannelli solari in silicio amorfo tollerano l'ombra molto meglio dei pannelli a cristalli adattandosi perfettamente anche a tetti ventilati.

In merito ai pannelli solari, la cui installazione consentirà alla struttura l'autonomia, per quanto riguarda la produzione di acqua calda per uso principalmente sanitario, l'integrazione per il riscaldamento in caso di sopraproduzione ed il riscaldamento della piscina, se ne prevede la collocazione sopra la copertura piana dell'edificio prettamente ricettivo. In alternativa si può anche prevedere l'impiego di pannelli a forma sferica di dimensioni estremamente contenute con altezza massima nel colmo di 50 cm. E' consentita, in alternativa, la valutazione di impianti a risparmio energetico che contemplano l'uso del cippato (biomassa).

Art. 124. Ascensori e piattaforme elevatrici

1.306 *Norme sugli ascensori*
I requisiti essenziali di sicurezza e di salute relativi alla progettazione e alla costruzione degli ascensori e dei componenti di sicurezza sono disciplinati dal **D.P.R. 30 aprile 1999**, n. 162 recante il Regolamento recante norme per l'attuazione della **direttiva 95/16/CE** sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio.

1.307 *Considerazioni generali e osservazioni preliminari*
1.307.1 Considerazioni generali
Applicazione della **direttiva 89/392/CEE**, modificata dalle **direttive 91/368/CEE**, **93/44/CEE** e **93/68/CEE**.
Allorquando il rischio corrispondente sussiste, e non è trattato nell'allegato I del **D.P.R. 162/1999**, si applicano i requisiti essenziali di salute e di sicurezza di cui all'allegato I della **direttiva 89/392/CEE**. In ogni caso, si applica il requisito essenziale di cui al punto 1.1.2 dell'allegato I della **direttiva 83/392/CEE**.

1.307.2 Osservazioni preliminari
Gli obblighi previsti dai requisiti essenziali di sicurezza e di salute si applicano soltanto se sussiste il rischio corrispondente per l'ascensore o per il componente di sicurezza in questione allorché viene utilizzato alle condizioni previste dall'installatore dell'ascensore o dal fabbricante del componente di sicurezza.
I requisiti essenziali di sicurezza e di salute elencati nella direttiva sono inderogabili. Tuttavia, tenuto conto dello stato della tecnica, gli obiettivi da essi prefissi possono non essere raggiunti. In questo caso e nella misura del possibile l'ascensore o il componente di sicurezza deve essere costruito per tendere verso tali obiettivi.
Il fabbricante del componente di sicurezza e l'installatore dell'ascensore hanno l'obbligo di effettuare un'analisi dei rischi per individuare tutti quelli che concernono il loro prodotto; devono, inoltre, costruirlo tenendo presente tale analisi.

1.308 *Cabina*
La cabina deve essere costruita in modo da offrire lo spazio e la resistenza corrispondenti al numero massimo di persone e al carico nominale dell'ascensore fissati dall'installatore.
Se l'ascensore é destinato al trasporto di persone e le dimensioni lo permettono, la cabina deve essere costruita in modo da non ostacolare o impedire tramite le sue caratteristiche strutturali l'accesso e l'uso da parte dei disabili e in modo da permettere tutti gli adeguamenti appropriati destinati a facilitarne l'utilizzazione.

1.309 *Elementi di sospensione e elementi di sostegno*
Gli elementi di sospensione e/o sostegno della cabina, compresi i collegamenti e gli attacchi terminali, devono essere studiati in modo da garantire un adeguato livello di sicurezza totale e ridurre al minimo il rischio di caduta della cabina, tenendo conto delle condizioni di utilizzazione, dei materiali impiegati e delle condizioni di fabbricazione.
Qualora per la sospensione della cabina si utilizzino funi o catene, devono esserci almeno due funi o catene indipendenti l'una dall'altra, ciascuna con un proprio sistema di attacco. Tali funi o catene non devono comportare né raccordi, né impiombature, eccetto quelli necessari al loro fissaggio o al loro allacciamento.

1.310 *Controllo delle sollecitazioni (compresa la velocità eccessiva)*
Gli ascensori devono rendere senza effetto l'ordine di comando dei movimenti qualora il carico superi il valore nominale.
Gli ascensori devono essere dotati di un dispositivo limitatore di velocità eccessiva. Detti requisiti non si applicano agli ascensori che, per la progettazione del sistema di azionamento, non possono raggiungere una velocità eccessiva.
Gli ascensori a velocità elevata devono essere dotati di un dispositivo di controllo e di regolazione della velocità.
Gli ascensori con puleggia di frizione devono essere progettati in modo che sia assicurata la stabilità delle funi di trazione sulla puleggia.

1.311 *Motore*
Ciascun ascensore destinato al trasporto di persone deve avere un proprio macchinario. Questo requisito non concerne gli ascensori in cui i contrappesi siano sostituiti da una seconda cabina.
L'installatore dell'ascensore deve prevedere che il macchinario e i dispositivi associati di un ascensore non siano accessibili tranne che per la manutenzione e per i casi di emergenza.

1.312 *Comandi*
I comandi degli ascensori destinati al trasporto dei disabili non accompagnati devono essere opportunamente progettati e disposti.

La funzione dei comandi deve essere chiaramente indicata.
I circuiti di azionamento di una batteria di ascensori possono essere destinati o interconnessi.
Il materiale elettrico deve essere installato e collegato in modo che:
- sia impossibile fare confusione con circuiti non appartenenti all'ascensore;
- l'alimentazione di energia possa essere commutata sotto carico;
- i movimenti dell'ascensore dipendano da meccanismi di sicurezza collocati in un circuito di comando a sicurezza intrinseca;
- un guasto all'impianto elettrico non provochi una situazione pericolosa.

1.313 *Rischi per le persone al di fuori della cabina*
L'ascensore deve essere progettato e costruito in modo che l'accesso al volume percorso dalla cabina sia impedito, tranne che per la manutenzione e i casi di emergenza. Prima che una persona si trovi in tale volume, l'utilizzo normale dell'ascensore deve essere reso impossibile.
L'ascensore deve essere costruito in modo da impedire il rischio di schiacciamento quando la cabina venga a trovarsi in una posizione estrema, tale obiettivo si raggiunge mediante uno spazio libero o un volume di rifugio oltre le posizioni estreme.
Gli accessi di piano per l'entrata e l'uscita della cabina devono essere muniti di porte di piano aventi una resistenza meccanica sufficiente in funzione delle condizioni di uso previste.
Nel funzionamento normale, un dispositivo di interbloccaggio deve rendere impossibile:
- un movimento della cabina comandato deliberatamente o no se non sono chiuse e bloccate tutte le porte di piano;
- l'apertura di una porta di piano se la cabina non si è fermata ed è al di fuori della zona di piano prevista a tal fine.
Tuttavia, tutti i movimenti di ripristino del livello al piano con porte aperte sono ammessi nelle zone definite a condizione che la velocità di tale ripristino sia controllata.

1.314 *Rischi per le persone nella cabina*
Le cabine degli ascensori devono essere completamente chiuse da pareti cieche, compresi pavimenti e soffitti, ad eccezione di aperture di ventilazione, e dotate di porte cieche. Le porte delle cabine devono essere progettate ed installate in modo che la cabina non possa effettuare alcun movimento, tranne quelli di ripristino del livello di cui al precedente punto 81.8, terzo comma, se le porte non sono chiuse, e si fermi in caso di apertura delle porte.
Le porte delle cabine devono rimanere chiuse e bloccate in caso di arresto tra due livelli se esiste un rischio di caduta tra la cabina e le difese del vano o in mancanza di difese del vano.
In caso di guasto dell'alimentazione di energia o dei componenti, l'ascensore deve essere dotato di dispositivi destinati ad impedire la caduta libera della cabina o movimenti ascendenti incontrollati di essa.
Il dispositivo che impedisce la caduta libera della cabina deve essere indipendente dagli elementi di sospensione della cabina.
Tale dispositivo deve essere in grado di arrestare la cabina con il suo carico nominale ed alla velocità massima prevista dall'installatore dell'ascensore. L'arresto dovuto all'azione di detto dispositivo non deve provocare una decelerazione pericolosa per gli occupanti, in tutte le condizioni di carico.
Devono essere installati ammortizzatori tra il fondo del vano di corsa ed il pavimento della cabina.
In questo caso lo spazio libero previsto al punto 81.8 deve essere misurato con gli ammortizzatori completamente compressi.
Detto requisito non si applica agli ascensori la cui cabina, per la progettazione del sistema di azionamento, non può invadere lo spazio libero previsto al paragrafo 81.8.
Gli ascensori devono essere progettati e costruiti in modo da poter essere messi in movimento soltanto se il dispositivo è in posizione operativa.

1.315 *Altri rischi*
Quando sono motorizzate, le porte di piano, le porte delle cabine, o l'insieme di esse, devono essere munite di un dispositivo che eviti i rischi di schiacciamento durante il loro movimento.
Quando debbono contribuire alla protezione dell'edificio contro l'incendio, le porte di piano, incluse quelle che comprendono parti vetrate, debbono presentare un'adeguata resistenza al fuoco, caratterizzata dalla loro integrità e dalle loro proprietà relative all'isolamento (non propagazione della fiamma) e alla trasmissione di calore (irraggiamento termico).
Gli eventuali contrappesi devono essere installati in modo da evitare qualsiasi rischio di collisione con la cabina o di caduta sulla stessa.
Gli ascensori devono essere dotati di mezzi che consentano di liberare e di evacuare le persone imprigionate nella cabina.
Le cabine devono essere munite di mezzi di comunicazione bidirezionali che consentano di ottenere un collegamento permanente con un servizio di pronto intervento.

Gli ascensori devono essere progettati e costruiti in modo che, se la temperatura nel locale del macchinario supera quella massima prevista dall'installatore dell'ascensore, essi possano terminare i movimenti in corso e non accettino nuovi ordini di manovra.
Le cabine devono essere progettate e costruite in modo da assicurare un'aerazione sufficiente ai passeggeri, anche in caso di arresto prolungato.
Nella cabina vi deve essere un'illuminazione sufficiente durante l'uso o quando una porta è aperta; inoltre deve esistere un'illuminazione di emergenza.
I mezzi di comunicazione e l'illuminazione di emergenza di cui al comma 8 del presente punto, devono essere progettati e costruiti per poter funzionare anche in caso di mancanza di energia normale di alimentazione. Il loro tempo di funzionamento deve essere sufficiente per consentire il normale svolgimento delle operazioni di soccorso.
Il circuito di comando degli ascensori utilizzabili in caso di incendio deve essere progettato e costruito in modo che si possa evitarne l'arresto ad alcuni piani e consentire il controllo preferenziale dell'ascensore da parte delle squadre di soccorso.

1.316 *Marcatura*
Oltre alle indicazioni minime prescritte per qualsiasi macchina conformemente al punto 1.7.3 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE, ogni cabina deve essere dotata di una targa ben visibile nella quale siano chiaramente indicati il carico nominale di esercizio in chilogrammi ed il numero massimo di persone che possono prendervi posto, il numero di matricola.
Se l'ascensore è progettato in modo tale che le persone imprigionate nella cabina possano liberarsi senza ricorrere ad aiuto esterno, le istruzioni relative devono essere chiare e visibili nella cabina.

1.317 *Istruzioni per l'uso*
I componenti di sicurezza di cui all'allegato IV del citato **D.P.R. 162/1999**, devono essere corredati di un libretto d'istruzioni redatto in lingua italiana o in un'altra lingua comunitaria accettata dall'installatore di modo che il montaggio, i collegamenti, la regolazione e la manutenzione, possano essere effettuati correttamente e senza rischi.
Detta documentazione deve comprendere almeno:
- un libretto d'istruzioni contenente i disegni e gli schemi necessari all'utilizzazione normale, nonché alla manutenzione, all'ispezione, alla riparazione, alle verifiche periodiche ed alla manovra di soccorso di cui al comma 4 del punto 81.10;
- un registro sul quale si possono annotare le riparazioni e, se del caso, le verifiche periodiche.

1.318 *Marcatura CE di conformità*
Il D.P.R. n. 162/1999 all'art. 7 ha introdotto la marcatura CE di conformità, costituita dalle iniziali «CE» secondo il modello grafico di cui all'allegato III dello stesso decreto
La marcatura CE deve essere apposta in ogni cabina di ascensore in modo chiaro e visibile conformemente al punto 5 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE, e deve, altresì, essere apposta su ciascun componente di sicurezza elencato nell'allegato IV sempre del D.P.R. 162/1999 o, se ciò non è possibile, su un'etichetta fissata al componente di sicurezza.
È vietato apporre sugli ascensori o sui componenti di sicurezza marcature che possano indurre in errore i terzi circa il significato ed il simbolo grafico della marcatura CE. Sugli ascensori o sui componenti di sicurezza può essere apposto ogni altro marchio purché questo non limiti la visibilità e la leggibilità della marcatura CE.
Quando sia accertata una apposizione irregolare di marcatura CE l'installatore dell'ascensore, il fabbricante del componente di sicurezza o il mandatario di quest'ultimo stabilito nel territorio dell'Unione europea, devono conformare il prodotto alle disposizioni sulla marcatura CE.

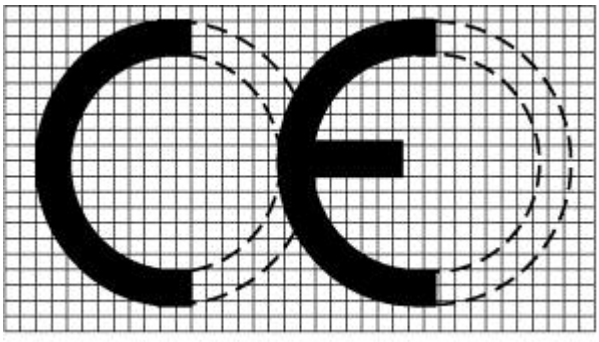

Fig. 81.1. *Simbolo di marcatura CE*

In caso di riduzione o di ingrandimento della marcatura CE, devono essere rispettate le proporzioni indicate nel simbolo di cui sopra.
I diversi elementi della marcatura CE devono avere sostanzialmente la stessa dimensione verticale, che non può essere inferiore a 5 mm. Per i componenti di sicurezza di piccole dimensioni si può derogare a detta dimensione minima.

1.319 *Componenti di sicurezza*
L'elenco dei componenti di sicurezza di cui all'art. 1, comma1 1 e all'art. 8, comma 1 del D.P.R. n. 162/1999 è il seguente:
1) dispositivi di bloccaggio delle porte di piano;
2) dispositivi paracadute di cui al paragrafo 3.2 dell'allegato 1 che impediscono la caduta della cabina o movimenti ascendenti incontrollati;
3) dispositivi di limitazione di velocità eccessiva;
4) a) ammortizzatori ad accumulazione di energia:
- a caratteristica non lineare,
- con smorzamento del movimento di ritorno.

b) ammortizzatori a dissipazione di energia.
5) dispositivi di sicurezza su martinetti dei circuiti idraulici di potenza quando sono utilizzati come dispositivi paracadute;
6) dispositivi elettrici di sicurezza con funzione di interruttori di sicurezza con componenti elettronici.

1.320 *Requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori per i soggetti portatori di handicap*
I requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori previsti dal **D.M. n. 236/1989** per i soggetti portatori di handicap sono i seguenti:
a) negli edifici di nuova edificazione, non residenziali, l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:
- cabina di dimensioni minime di 1,40 m di profondità e 1,10 m di larghezza;
- porta con luce netta minima di 0,80 m, posta sul lato corto;
- piattaforma minima di distribuzione anteriormente alla porta della cabina di 1,50 m × 1,50 m.

b) negli edifici di nuova edificazione residenziali l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:
- cabina di dimensioni minime di 1,30 m di profondità e 0,95 m di larghezza;
- porta con luce netta minima di 0,80 m posta sul lato corto;
- piattaforma minima di distribuzione anteriormente alla porta della cabina di 1,50 × 1,50 m.

c) l'ascensore in caso di adeguamento di edifici preesistenti, ove non sia possibile l'installazione di cabine di dimensioni superiori, può avere le seguenti caratteristiche:
- cabina di dimensioni minime di 1,20 m di profondità e 0,80 m di larghezza;
- porta con luce netta minima di 0,75 m posta sul lato corto;
- piattaforma minima di distribuzione anteriormente alla porta della cabina di 1,40 × 1,40 m.

Le porte di cabina e di piano devono essere del tipo a scorrimento automatico. Nel caso di adeguamento la porta di piano può essere del tipo ad anta incernierata purché dotata di sistema per l'apertura automatica.
In tutti i casi le porte devono rimanere aperte per almeno 8 secondi e il tempo di chiusura non deve essere inferiore a 4 sec.
L'arresto ai piani deve avvenire con autolivellamento con tolleranza massima ± 2 cm.
Lo stazionamento della cabina ai piani di fermata deve avvenire con porte chiuse.
La bottoniera di comando interna ed esterna deve avere i bottoni ad una altezza massima compresa tra 1,10 m e 1,40 m; per ascensori del tipo *a*), *b*) e *c*) la bottoniera interna deve essere posta su una parete laterale ad almeno 35 cm dalla porta della cabina.
Nell'interno della cabina, oltre al campanello di allarme, deve essere posto un citofono ad altezza compresa tra 1,10 m e 1,30 m e una luce d'emergenza con autonomia minima di 3 ore
I pulsanti di comando devono prevedere la numerazione in rilievo e le scritte con traduzione in Braille: in adiacenza alla bottoniera esterna deve essere posta una placca di riconoscimento di piano in caratteri Braille.
Si deve prevedere la segnalazione sonora dell'arrivo al piano e, ove possibile, l'installazione di un sedile ribaltabile con ritorno automatico.

1.321 *Piattaforme elevatrici*
Le piattaforme elevatrici per superare dislivelli, di norma, non superiori a ml 4, con velocità non superiore a 0,1 m/s, devono rispettare, per quanto compatibili, le prescrizioni tecniche specificate per i servoscala.
Le piattaforme ed il relativo vano corsa devono avere opportuna protezione ed i due accessi muniti di cancelletto.
La protezione del vano corsa ed il cancelletto del livello inferiore devono avere altezza tale da non consentire il raggiungimento dello spazio sottostante la piattaforma, in nessuna posizione della stessa.
La portata utile minima deve essere di 130 kg.
Il vano corsa deve avere dimensioni minime pari a 0,80 m × 1,20 m.
Se le piattaforme sono installate all'esterno, gli impianti devono risultare protetti dagli agenti atmosferici.

I requisiti costruttivi dei montascale, per molto tempo privi di regolamentazione, sono contenuti nella nuova norma **UNI 9801**.
I componenti di sicurezza dei montacarichi, soggetti a dichiarazione di conformità da parte del costruttore ai sensi del **D.P.R. n. 459/1996**, sono:
- i dispositivi di blocco delle porte o portelli di piano;
- dispositivo contro eccesso di velocità;
- valvola di blocco (o la valvola di riduzione differenziale);
- i circuiti di sicurezza con componenti elettronici;
- paracadute;
- gli ammortizzatori, esclusi quelli a molla senza ritorno ammortizzato.

1.322 *Regole di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi*
I vani degli impianti di sollevamento devono essere conformi al **D.M.15 settembre 2005**.

1.322.1 Disposizioni generali
Le pareti del vano di corsa, le pareti del locale del macchinario, se esiste, e le pareti del locale delle pulegge di rinvio, se esiste, ivi compresi porte e portelli di accesso, nel caso in cui non debbano partecipare alla compartimentazione dell'edificio, devono comunque essere costituiti da materiale non combustibile.
Le pareti del locale del macchinario, se esiste, e le pareti del locale delle pulegge di rinvio, se esiste, ivi comprese le loro porte e botole di accesso, se posti in alto ed esigenze di compartimentazione lo richiedano, devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco uguali o superiori a quelle richieste per le pareti del vano di corsa con il quale comunicano.
I setti di separazione, tra vano di corsa e locale del macchinario, se esiste, o locale delle pulegge di rinvio, se esiste, devono essere realizzati con materiale non combustibile; i fori di comunicazione, attraverso detti setti per passaggio di funi, cavi o tubazioni, devono avere le dimensioni minime indispensabili.
All'interno del vano di corsa, del locale del macchinario, se esiste, del locale delle pulegge di rinvio, se esiste, e delle aree di lavoro, destinate agli impianti di sollevamento, non devono esserci tubazioni o installazioni diverse da quelle necessarie al funzionamento o alla sicurezza dell'impianto come prescritto dalla **direttiva 95/16/CE**.
L'intelaiatura di sostegno della cabina deve essere realizzata con materiale non combustibile. Le pareti, il pavimento ed il tetto devono essere costituiti da materiali di classe di reazione al fuoco non superiore a 1. Per gli ascensori antincendio e per quelli di soccorso, anche le pareti, il pavimento ed il soffitto della cabina devono essere realizzati con materiale non combustibile.
Le aree di sbarco protette, realizzate negli edifici quando necessario davanti agli accessi di piano degli impianti di sollevamento, nonché nell'eventuale piano predeterminato d'uscita, di cui al punto 81.17.5., devono essere tali che si possa ragionevolmente escludere ogni possibilita' d'incendio in esse

1.322.2 Vano di corsa
In relazione alle pareti del vano di corsa si distinguono tre tipi di impianti di sollevamento:
- in vano aperto;
- in vano protetto;
- in vano a prova di fumo.

1.322.2.1 Vano aperto
Si considera vano aperto un vano di corsa che non deve costituire compartimento antincendio; in tal caso è sufficiente che le pareti del vano di corsa e le porte di piano, le eventuali altre porte o portelli di soccorso ed ispezione siano realizzati con materiali non combustibili.

1.322.2.2 Vano protetto
Si considera vano protetto un vano di corsa per il quale sono soddisfatti i seguenti requisiti:
- le pareti del vano di corsa, comprese le porte di piano, le porte di soccorso e porte e portelli d'ispezione, le pareti del locale del macchinario, se esiste, le pareti del locale delle pulegge di rinvio, se esiste, nonche' gli spazi del macchinario e le aree di lavoro, se disposti fuori del vano di corsa, devono avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento; gli eventuali fori di passaggio di funi, cavi e tubi relativi all'impianto, che debbono attraversare gli elementi di separazione resistenti al fuoco, devono avere le dimensioni minime indispensabili in relazione a quanto stabilito al punto 81.17.1.;
- tutte le porte di piano, d'ispezione e di soccorso devono essere a chiusura automatica ed avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento.

1.322.2.3 Vano a prova di fumo
Si considera vano a prova di fumo un vano di corsa per il quale sono soddisfatti i seguenti requisiti:

- le pareti del vano di corsa devono essere separate dal resto dell'edificio a tutti i piani e su tutte le aperture, ivi comprese le porte di piano, di soccorso e di ispezione sul vano di corsa, mediante filtro a prova di fumo. E' consentito che il filtro a prova di fumo sia unico per l'accesso sia alle scale che all'impianto di sollevamento, fatta eccezione per gli impianti di cui ai successivi punti 81.17.6 e 81.17.7;
- le pareti del vano di corsa, comprese le porte di piano, le porte di soccorso e porte e portelli d'ispezione, le pareti del locale del macchinario, se esiste, le pareti del locale delle pulegge di rinvio, se esiste, nonche' gli spazi del macchinario e le aree di lavoro, se disposti fuori del vano di corsa, devono avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento; gli eventuali fori di passaggio di funi, cavi e tubi relativi all'impianto, che debbono attraversare gli elementi di separazione resistenti al fuoco, devono avere le dimensioni minime indispensabili in relazione a quanto stabilito al punto 81.17.1.;
- le porte di piano, di ispezione e di soccorso, possono dare accesso direttamente ad aree di sbarco che siano aperte per almeno un lato verso uno spazio scoperto, ovvero verso filtri a prova di fumo.

1.322.3 Accessi al locale del macchinario, agli spazi del macchinario e/o alle aree di lavoro

Per i vani di cui ai punti 81.17.2.3. e 81.17.6., gli accessi al locale del macchinario, se esiste, gli accessi al locale delle pulegge di rinvio, se esiste, nonche' agli spazi del macchinario e alle aree di lavoro devono avvenire attraverso spazi scoperti o protetti con filtri a prova di fumo.
Per i vani di cui al punto 81.17.7, gli accessi al locale del macchinario e gli accessi al locale delle pulegge di rinvio, se esiste, devono avvenire attraverso spazi scoperti o protetti con filtri a prova di fumo con esclusione di quelli in sovrappressione.
Nei vani di cui ai punti 81.17.2.2., 81.17.2.3. e 81.17.6. in cui sono installati impianti di sollevamento ad azionamento idraulico, i serbatoi che contengono l'olio devono essere chiusi e costruiti in acciaio; le tubazioni per l'olio, se installate fuori del vano di corsa, devono essere di acciaio; in alternativa, i serbatoi e le tubazioni devono essere protetti dall'incendio e dotati di chiusure capaci di trattenere l'olio.
Le aree di lavoro, poste fuori del vano di corsa, devono essere facilmente e chiaramente individuate e devono essere ubicate in ambienti aventi caratteristiche conformi con quelle stabilite al punto 81.17.2. per il vano di corsa.

1.322.4 Aerazione del vano di corsa, dei locali del macchinario, delle pulegge di rinvio e/o degli ambienti contenenti il macchinario

Le aerazioni del vano di corsa, del locale del macchinario, se esiste, del locale delle pulegge di rinvio, se esiste, e/o degli spazi del macchinario devono essere fra loro separate e aperte direttamente, o con canalizzazioni anche ad andamento suborizzontale, verso spazi scoperti a condizione che sia garantito il tiraggio. Le canalizzazioni devono essere realizzate con materiale non combustibile.
L'aerazione del vano di corsa, degli spazi del macchinario o dei locali del macchinario e/o delle pulegge di rinvio, se esistono, deve essere permanente e realizzata mediante aperture, verso spazi scoperti, non inferiori al 3% della superficie in pianta del vano di corsa e dei locali, con un minimo di:
0,20 m^2 per il vano di corsa;
0,05 m^2 per il locale del macchinario, se esiste, e per il locale delle pulegge di rinvio, se esiste.
Dette aperture devono essere realizzate nella parte alta delle pareti del vano e/o dei locali da aerare e devono, inoltre, essere protette contro gli agenti atmosferici e contro l'introduzione di corpi estranei (animali vari, volatili ecc.); tali protezioni non devono consentire il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 15 mm. Quando il vano di corsa e' aperto su spazi scoperti, per esso non è richiesta aerazione.
La canalizzazione di aerazione del vano può attraversare il locale del macchinario, se esiste, o delle pulegge di rinvio; allo stesso modo la canalizzazione di aerazione degli ambienti contenenti il macchinario o del locale del macchinario, se esiste, può attraversare il vano di corsa ed il locale delle pulegge di rinvio o altri locali interni dell'edificio, purche' garantisca la prevista compartimentazione.

1.322.5 Misure di protezione attiva

Se in vano protetto o in vano a prova di fumo, gli impianti di sollevamento, quando le esigenze di compartimentazione dell'edificio lo richiedono, prima che la temperatura raggiunga un valore tale da comprometterne il funzionamento, previo comando proveniente dal sistema di rilevazione di incendio dell'edificio, devono inviare la cabina al piano predeterminato di uscita e permettere a qualunque passeggero di uscire.
In prossimita' dell'accesso agli spazi e/o al locale del macchinario deve essere disposto un estintore di classe 21A89BC, idoneo per l'uso in presenza d'impianti elettrici.
Nel locale del macchinario, se esiste, possono essere adottati impianti di spegnimento automatici a condizione che siano del tipo previsto per incendi di natura elettrica, convenientemente protetti contro gli urti accidentali e siano tarati a una temperatura nominale d'intervento tale che intervengano dopo che l'ascensore si sia fermato a seguito della manovra prevista al precedente paragrafo.

1.322.6 Vani di corsa per ascensore antincendio

Il vano di corsa, per un ascensore antincendio, deve rispondere alle caratteristiche indicate al 81.17.2.3. ed alle seguenti ulteriori misure:
- tutti i piani dell'edificio devono essere serviti dall'ascensore antincendio;
l'uscita dall'ascensore deve immettere in luogo sicuro, posto all'esterno dell'edificio, in corrispondenza del piano predeterminato di uscita, direttamente o tramite percorso orizzontale protetto di lunghezza non superiore a 15 m, ovvero di lunghezza stabilita dalle disposizioni tecniche di settore;
- le pareti del vano di corsa, il locale del macchinario, se esiste, gli spazi del macchinario e le aree di lavoro di un ascensore antincendio, devono essere distinti da quelli degli altri eventuali ascensori e devono appartenere a compartimenti distinti da quelli degli altri eventuali ascensori;
- gli elementi delle strutture del vano di corsa, del locale del macchinario, se esiste, o degli spazi del macchinario e delle aree di lavoro, se disposti fuori del vano di corsa, devono avere una resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento e comunque non inferiore a REI 60;
- l'accesso al locale macchinario, se esiste, agli spazi del macchinario o alle aree di lavoro deve avvenire da spazio scoperto, esterno all'edificio, o attraverso un percorso, protetto da filtro a prova di fumo di resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento e comunque non inferiore a REI 60;
- ad ogni piano, all'uscita dall'ascensore, deve essere realizzata un'area dedicata di almeno 5 m^2 aperta, esterna all'edificio, oppure, protetta da filtro a prova di fumo di resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento e comunque non inferiore a REI 60;
- la botola installata sul tetto della cabina, per il salvataggio o per l'auto salvataggio di persone intrappolate, deve essere prevista con dimensioni minime m 0,50 x m 0,70 di facile accesso sia dall'interno, con la chiave di sblocco, sia dall'esterno della cabina. Le dimensioni interne della cabina devono essere di almeno m (1,10 x 2,10) con accesso sul lato piu' corto;
- le porte di piano devono avere resistenza al fuoco non inferiore a quella richiesta per il vano di corsa e, comunque, non inferiore a REI 60;
- la linea di alimentazione di un ascensore antincendio deve essere distinta da quella di ogni altro ascensore presente nell'edificio e deve avere una doppia alimentazione primaria e secondaria di sicurezza;
- i montanti dell'alimentazione elettrica del macchinario devono essere separati dall'alimentazione primaria ed avere una protezione non inferiore a quella richiesta per il vano di corsa e, comunque, non inferiore a REI 60;
- in caso di incendio il passaggio da alimentazione primaria ad alimentazione secondaria di sicurezza deve essere automatico;
- i locali del macchinario e delle pulegge di rinvio, se esistono, ed il tetto di cabina devono essere provvisti di illuminazione di emergenza, con intensita' luminosa di almeno 5 lux, ad 1 m di altezza sul piano di calpestio, e dotata di sorgente autonoma incorporata, con autonomia di almeno 1 ora e comunque non inferiore al tempo di resistenza richiesto per l'edificio;
- in caso di incendio la manovra di questi ascensori deve essere riservata ai Vigili del fuoco ed eventualmente agli addetti al servizio antincendio opportunamente addestrati;
- un sistema di comunicazione bidirezionale deve collegare in maniera permanente la cabina all'ambiente contenente il macchinario o al locale del macchinario, se esiste, ed alle aree di sbarco;
- nel progetto dell'edificio devono essere adottate misure idonee a limitare il flusso d'acqua nel vano di corsa, durante le operazioni di spegnimento di un incendio; il materiale elettrico all'interno del vano di corsa, nella zona che puo' essere colpita dall'acqua usata per lo spegnimento dell'incendio, e l'illuminazione del vano devono avere protezione IPX3;
- gli ambienti e le aree di sbarco protette devono essere tali da consentire il funzionamento corretto della manovra degli ascensori antincendio per tutto il tempo prescritto per la resistenza al fuoco dell'edificio;
- gli ascensori antincendio non vanno computati nella valutazione delle vie di esodo.

1.322.7 Vano di corsa per ascensore di soccorso

Quando in un edificio, in relazione alle specifiche disposizioni di prevenzione incendi, deve essere installato un ascensore di soccorso, utilizzabile in caso di incendio, installato esclusivamente per trasporto delle attrezzature del servizio antincendio ed, eventualmente, per l'evacuazione di emergenza delle persone, devono essere adottare, oltre alle misure di cui al punto 81.17.6., anche le seguenti:
- il numero degli ascensori di soccorso deve essere definito in modo da servire con essi l'intera superficie orizzontale di ciascun piano dell'edificio;
- il locale del macchinario deve essere installato nella sommita' dell'edificio con accesso diretto dal piano di copertura del medesimo;
- non e' ammesso un azionamento di tipo idraulico;
- i condotti di aerazione del locale del macchinario devono essere separati da quelli del vano di corsa. In caso di condotto di aerazione del vano di corsa, che attraversasse il locale del macchinario o che fosse contiguo, il condotto di aerazione deve essere segregato e protetto con materiali aventi resistenza al fuoco almeno REI 120;
- le dimensioni interne minime della cabina e dell'accesso devono essere stabilite in base alle esigenze dei vigili del fuoco ed in ogni caso non devono essere inferiori ai seguenti valori:

larghezza	1,10 m
profondità	2,10 m
altezza interna di cabina	2,15 m
larghezza accesso (posto sul lato minore)	1,00 m

- le porte di piano e di cabina devono essere ad azionamento manuale, la porta di cabina deve essere ad una o piu' ante scorrevoli orizzontali. Al fine di assicurare la disponibilita' dell'impianto, anche in caso di uso improprio, deve essere installato un dispositivo che, quando il tempo di sosta della cabina ad un piano diverso di quello di accesso dei vigili del fuoco supera i due minuti, riporti automaticamente la cabina al piano anzidetto. Un allarme luminoso ed acustico, a suono intenso non inferiore ai 60 dB(A), deve segnalare il fallimento di questa manovra al personale dell'edificio; tale allarme non deve essere operativo quando l'ascensore è sotto il controllo dei vigili del fuoco;
- un interruttore a chiave, posto a ogni piano servito, deve consentire ai vigili del fuoco di chiamare direttamente l'ascensore di soccorso;
- per l'auto salvataggio, dall'interno della cabina, deve essere presente una scala che consenta di raggiungere in sicurezza il tetto della cabina stessa attraverso la relativa botola;

per consentire il diretto e facile accesso alla botola, all'interno della cabina non sono ammessi controsoffitti.

1.322.8 Norme di esercizio

L'uso degli ascensori in caso d'incendio è vietato. Presso ogni porta di piano di ogni ascensore deve essere affisso un cartello con l'iscrizione «Non usare l'ascensore in caso d'incendio». In edifici di civile abitazione è sufficiente prevedere l'affissione del cartello solo presso la porta del piano principale servito e di tutti gli altri piani da cui si può accedere dall'esterno.
In caso d'incendio è consentito unicamente l'uso di ascensori antincendio e di soccorso in relazione a quanto stabilito dalle specifiche regole tecniche di settore. Inoltre, e' proibito accendere fiamme libere in cabina, nel vano di corsa, nei locali del macchinario e delle pulegge di rinvio e nelle aree di lavoro, nonche' depositare in tali ambienti materiale estraneo al funzionamento dell'ascensore.
I suddetti divieti, limitazioni e condizioni di esercizio devono essere segnalati con apposita segnaletica conforme al decreto legislativo n. 493/1996.

Art. 125. Impianti di antieffrazione ed antintrusione

1.323 *Norme di riferimento*

Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alla lgge 1° marzo 1968 n. 186. Si considerano a regola d'arte gli impianti di allarme realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto e precisamente:
CEI 12-13 - Apparecchi elettronici e loro accessori collegati alla rete per uso domestico o analogo uso generale. Norme di sicurezza;
CEI 79-2 - Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature;
CEI 79-3 - Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione;
Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione;
CEI 79-4- Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per il controllo degli accessi;
CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata a 1.500 V in corrente continua;
CEI 64-9 - Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare;
CEI 64-10 - Impianti elettrici nei luoghi di spettacolo o di intrattenimento;
CEI 64-2 - Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio;
CEI S/423: Impianti di terra negli edifici civili. Raccomandazioni per l'esecuzione;
CEI 103-1 - Impianti telefonici interni;
CEI 64-50=UNI 9620: Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.
Inoltre vanno rispettate le disposizioni della legge n. 818/1984 per quanto applicabili.

1.324 *Prove sulle apparecchiature*

Al fine di garantire la piena funzionalità di esercizio ed ai sensi dell'art. 2 della legge 18 ottobre 1977, n. 791, che richiede l'utilizzo di materiale costruito a regola d'arte, tutti i dispositivi di rivelazione, segnalazione locale/remota (teletrasmissione), nonché di controllo (accessi, televisione a circuito chiuso), dovranno rispondere alle norme **CEI 79-2, 79-3 e 79-4**.
Per attestare la rispondenza alle sopraddette norme, dette apparecchiature dovranno riportare il previsto marchio di conformità, ove previsto dalle stesse.

Qualora l'apparecchiatura da impiegare non sia contemplata nelle sopraelencate norme, ma esistano norme di riferimento a livello europeo (CENELEC) oppure internazionale (IEC) essa dovrà essere munita di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore; in ogni caso dovrà essere garantita la sicurezza d'uso: a tal riguardo tutte le apparecchiature elettriche collegate alle linee di alimentazione in bassa tensione (trasformatori, interruttori, fusibili, ecc.), dovranno essere conformi alle **CEI 12-13**; tale rispondenza dovrà essere certificata da apposito attestato di conformità rilasciato da parte degli organismi competenti degli stati membri della CEE, oppure da dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.
Tutte le apparecchiature dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

1.325 *Caratteristiche tecniche degli impianti*
Per quanto attiene alla esecuzione e alla dotazione di impianti sia per gli edifici di tipo residenziale sia per quelli non a carattere residenziale, il sistema di sicurezza dovrà essere realizzato con un livello di prestazione, definito di volta in volta dal progetto in funzione della particolare destinazione d'uso ed ai beni da proteggere presenti (in caso di insufficienza od incompletezza del progetto si farà specifico riferimento alle norme **CEI 79-3** e **79-3 V1**).

1.326 *Verifiche*
Le verifiche da effettuare a cura del direttore dei lavori degli impianti antieffrazione, antiintrusione ed antifurto sulla base della documentazione fornita sono:
a) controllo dell'elenco dei materiali installati e delle relative caratteristiche tecniche;
b) controllo a vista del posizionamento, fissaggio ed accessibilità della centrale di gestione, dei singoli rilevatori e ogni altro dispositivo competente il sistema, con ulteriore verifica della conformità a livello di prestazione richiesta;
c) controllo dello schema di localizzazione dei cavi e degli schemi dei collegamenti, verifica della completezza della documentazione tecnica e dei manuali d'uso e tecnici;
d) calcolo teorico dell'autonomia di funzionamento dell'impianto sulla base degli assorbimenti, del tipo delle batterie e del dimensionamento degli alimentatori installati;
e) controllo operativo delle funzioni concordate ed in particolare:
– risposta dell'impianto ad eventi di allarme;
– risposta dell'impianto ad eventi temporali;
- risposta dell'impianto ad interventi manuali.
-

1.327 *Istruzioni per la manutenzione*
Per garantire l'indispensabile continuità di funzionamento degli impianti devono essere fornite le istruzioni per la loro manutenzione che devono prevedere come minimo l'effettuazione di due visite ordinarie di ispezione all'anno, a partire dalla data di collaudo, da parte di personale specializzato che interverrà su programma di manutenzione preventiva ovvero su chiamata straordinaria. In fase di manutenzione preventiva dovranno essere effettuate tutte le operazioni di verifica necessarie per il controllo del buon funzionamento dell'impianto in generale, ed in particolare:
a) il funzionamento della centrale di gestione con particolare riguardo alle segnalazioni ottiche ed all'attivazione dei mezzi di allarme;
b) l'efficienza dell'alimentare e lo stato di carica delle batterie;
c) la sensibilità e la portata dei rilevatori;
d) l'efficienza degli organi di segnalazione d'allarme e di comando dei mezzi di trasmissione degli allarmi e di ogni altro dispositivo componente il sistema.

Capitolo 7
OPERE FOGNARIE, ILLUMINAZIONE E STRADALI

Sezione I – Collocazione di tubazioni

Art. 126. Scavi delle trincee, coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette per la posa in opera delle tubazioni

1.328 *Generalità*
Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni devono essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Qualora fossero necessarie deviazioni, si utilizzeranno i pezzi speciali di corrente produzione o loro combinazioni delle specifiche tubazioni. L'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico sia planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato.
La larghezza degli scavi dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in opera in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire.
In corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali devono praticarsi, entro lo scavo, bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio.
L'appaltatore ha l'obbligo di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo ed il coordinamento delle quote altimetriche delle fognature esistenti alle quali la canalizzazione da costruire dovrà eventualmente collegarsi.
Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche alle quote altimetriche di posa delle condotte o ai salti di fondo, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, sarà necessaria l'autorizzazione della direzione dei lavori.
In caso di inosservanza a quanto prescritto e per le eventuali variazioni non autorizzate della pendenza di fondo e delle quote altimetriche, l'appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della direzione dei lavori, si rendessero necessarie per garantire la funzionalità delle opere in appalto.
Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano: eventuali errori d'esecuzione della livelletta che, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, siano giudicati accettabili in quanto non pregiudicano la funzionalità delle opere, non daranno luogo all'applicazione di oneri a carico dell'appaltatore.
Qualora invece detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, si applicheranno le penali previste dal presente capitolato.
Le radici degli alberi in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della condotta devono essere accuratamente eliminate.

1.329 *Interferenze con edifici*
Quando gli scavi si sviluppino lungo strade affiancate da edifici esistenti, si dovrà operare in modo da non ridurre la capacità portante dell'impronta delle fondazioni. Gli scavi devono essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.
Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali – restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'appaltatore – si sia dato corso secondo modalità consentite dalla direzione dei lavori, faranno carico alla stazione appaltante e verranno remunerate secondo i prezzi d'elenco.
Qualora, lungo le strade sulle quali si devono realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

1.330 *Attraversamenti di manufatti*
Nel caso si debbano attraversare dei manufatti, si deve assolutamente evitare di murare le tubazioni negli stessi, in quanto ciò potrebbe provocare la rottura dei tubi agli incastri in dipendenza degli inevitabili, anche lievi, assestamenti delle tubazioni e del manufatto. Bisogna invece provvedere alla creazione di un certo spazio fra muratura e tubo, fasciando quest'ultimo per tutto lo spessore del manufatto con cartone ondulato o cemento plastico.
Ad ogni modo è sempre buona norma installare un giunto immediatamente a monte ed uno immediatamente a valle del tratto di tubazione che attraversa la parete del manufatto; eventuali cedimenti saranno così assorbiti dall'elasticità dei giunti più vicini.

1.331 *Interferenze con servizi pubblici sotterranei*
Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluoghi con gli incaricati

degli uffici competenti, si devono determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere).
Nel caso di intersezione, i servizi interessati devono essere messi a giorno ed assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, appena venga scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o si verifichi un danno allo stesso durante i lavori, l'appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'ufficio competente.
I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e – se si tratta di acquedotti – protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.
Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della direzione dei lavori, sentiti gli uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi.
Saranno a carico della stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei pubblici servizi che, a giudizio della direzione dei lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà, derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi.

1.332 *Realizzazione della fossa*

1.332.1 Opere provvisionali

Le opere provvisionali in presenza di scavi e/o sbancamenti devono essere realizzati secondo quanto previsto dal piano di sicurezza e di coordinamento (PSC) o del piano operativo di sicurezza, secondo le disposizioni del **D.P.R. n. 222/2003**.

1.332.2 Tipologie di scavi

In base agli elementi geometrici degli scavi normalmente utilizzati, si potranno presentare le seguenti tipologie:
a) Trincea stretta. È la migliore sistemazione nella quale collocare, ad esempio, un tubo di PVC, in quanto viene alleggerito dal carico sovrastante, riuscendo a trasmettere parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione per schiacciamento alla quale il manufatto è sottoposto.
b) Trincea larga. Il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta. Per questo motivo, in fase di progettazione, si consiglia di partire, per questioni di sicurezza, da questa ipotesi.
c) Terrapieno (posizione positiva). La sommità del tubo sporge sul livello naturale del terreno. L'assenza di fianchi, anche naturali, nello scavo ed il relativo cedimento del terreno, impediscono normalmente la possibilità di impiegare questo metodo nel caso di carichi pesanti.
d) Terrapieno (posizione negativa). La tubazione è sistemata ad un livello inferiore a quello naturale del terreno. A motivo di una frizione piuttosto modesta in atto fra il materiale di riempimento sistemato a terrapieno ed i fianchi naturali dello scavo, il tubo può sopportare carichi leggermente superiori a quelli della posizione positiva, ma in ogni caso inferiori a quelli sopportabili nelle sistemazioni a trincea stretta e trincea larga.
La larghezza del fondo della trincea dovrà essere non inferiore a $(D + 0{,}40 \cdot D)$ m.

Art. 127. Letto di posa per tubazioni

1.333 *Appoggio su suoli naturali*

Il supporto può essere realizzato dallo stesso suolo naturale affiorante sul fondo della fossa, purché questo abbia densità almeno pari a quella del supporto in sabbia o ghiaia-sabbia di riporto.
Questa soluzione sarà adottata preferibilmente quando il suolo ha natura non legante, con granulometria massima inferiore a 20 mm Con tubi rigidi, sarà ammesso l'appoggio diretto anche su suoli costituiti da ghiaia grossa, purché la dimensione non superi la metà dello spessore della parete del condotto.
La superficie di posa sul fondo della fossa sarà accuratamente presagomata secondo la forma esterna dei condotti, in modo tale che questi appoggino esattamente per l'intera superficie corrispondente all'angolo di supporto, evitando appoggi in punti singolari o lungo linee.
Potrà essere altresì prescritto il rincalzo della conduttura, sopra la sella d'appoggio sagomata, con materiale non legante costipato a strati, in modo tale da fargli acquisire una compattezza almeno pari a quella del suolo naturale sottostante. In questo modo di regola dovrà essere aumentato l'angolo di supporto.
In alternativa, la conduttura potrà essere posata sul fondo della fossa piana, ossia non presagomata e rincalzata con materiale non legante costipato come nel caso precedente.
Come materiale per il rincalzo si possono usare sabbia e ghiaietto naturale fortemente sabbioso (percentuale di sabbia >15%) con granulometria massima pari a 20 mm, ovvero sabbia di frantumazione e pietrischetto con granulometria massima pari a 11 mm.
Nel caso di tubi con piede, l'angolo del supporto è prefissato dalla forma del piede. Di norma peraltro questi tubi saranno posati su uno strato di calcestruzzo magro, senza particolari prescrizioni sulla classe di resistenza e sullo

spessore, previa interposizione di malta cementizia liquida.

1.334 *Appoggio su materiale di riporto*
Nel caso in cui sul fondo della fossa affiorino suoli inadatti per l'appoggio diretto (fortemente leganti o a granulometria troppo grossa), la suola deve essere approfondita per introdurre uno strato di supporto artificiale, costituito da terra adatta o calcestruzzo.
Come materiali di riporto sono adatti sabbia naturale, ghiaia fortemente sabbiosa (parte sabbiosa > 15%) con dimensione massima 20 mm, sabbia di frantumazione e pietrischetto con dimensione massima pari a 1/5 dello spessore minimo dello strato di supporto in corrispondenza della generatrice inferiore del condotto.
Con i suoli di compattezza media è sufficiente uno spessore minimo del supporto pari a 100 mm + 1/10 D. Con suoli molto compatti (per esempio rocciosi), per contrastare concentrazioni di carico sul fondo del condotto, quando questo ha diametro superiore a 500 mm, lo spessore minimo del supporto deve essere pari a 100 mm + 1/5 D, ovvero si deve prevedere un supporto in calcestruzzo.

1.335 *Appoggio su calcestruzzo*
Lo strato di supporto dei tubi rigidi dovrà essere realizzato in calcestruzzo quando il fondo della fossa ha forte pendenza o è possibile il dilavamento della sabbia per effetto drenante o il sottofondo è roccioso.
Lo spessore del supporto in calcestruzzo lungo la generatrice inferiore dei tubi senza piede sarà pari a 50 mm + 1/10 D in mm, con un minimo di 100 mm. Inizialmente si realizzerà una soletta piana in calcestruzzo, sulla quale verranno sistemati i tubi, completando poi il supporto fino al previsto angolo di appoggio. Oppure il supporto in calcestruzzo verrà realizzato integralmente, con una sagoma corrispondente alla superficie esterna del tubo e questo verrà successivamente posato su malta fresca. Per i tubi con piede ci si limiterà a realizzare una soletta piana in calcestruzzo con uno spessore minimo uguale a quello del caso precedente.
Per i condotti flessibili, qualora per ragioni costruttive sia necessaria una soletta in calcestruzzo, tra condotto e soletta si deve prevedere uno strato intermedio in sabbia e ghiaietto costipabile, con uno spessore minimo pari a 100 mm + 1/10 D in mm.
In ogni caso, fino all'indurimento del calcestruzzo, la fossa deve essere tenuta libera da acque di falda.

1.336 *Camicia in calcestruzzo*
In particolari condizioni statiche, la direzione dei lavori potrà prescrivere un'incamiciatura del condotto in calcestruzzo semplice o armato, parziale o totale, suddivisa mediante giunti trasversali.
Nel caso di incamiciatura in calcestruzzo di tubi flessibili, occorre fare attenzione che la camicia costituisca l'unica struttura portante, senza la collaborazione del tubo. Pertanto lo spessore minimo deve essere aumentato in funzione delle esigenze statiche.
Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, ed in ogni caso su disposizione della direzione dei lavori, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di D/10 + 10 cm (essendo D il diametro del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza del cavo.
Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con conglomerato cementizio magro, in sezione non inferiore a quelle riportate nella tabella 84.1.

Tabella 84.1. – Tubazioni interrate – Dimensioni minime del massetto di posa

Parametri	Diametro esterno del tubo (cm)												
	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Altezza platea (h)	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16
Altezza rinfianco (H)	10	14	18	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78
Larghezza massetto (L)	40	45	50	55	65	70	75	80	95	105	115	130	140

La norma **UNI 7517** indica le diverse modalità di posa, i coefficienti di posa K da adottare in funzioni dell'angolo d'appoggio, del grado di costipamento del rinfianco e del tipo di trincea.

Art. 128. Modalità esecutive per la posa in opera di tubazioni

1.337 *Controllo e pulizia dei tubi*
Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti o danni. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.
Prima di essere posto in opera ciascun tubo, giunto e/o pezzo speciale dovrà essere accuratamente controllato per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto, scarico, sfilamento), pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo.
Quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà

provvedere al suo ripristino.
Deve essere lubrificata l'estremità maschio per tutta la circonferenza, soprattutto nella zona dell'estremità arrotondata. Il lubrificante dovrà essere compatibile con la qualità della gomma.

1.338 *Nicchie in corrispondenza dei giunti*
Il sottofondo deve essere sagomato ed avere nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicchieri, in corrispondenza dei giunti, onde evitare che la tubazione resti poggiata sui giunti stessi.
Le nicchie devono essere costruite dopo avere ultimato lo scavo a fondo livellato e devono avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio ed incasso del giunto.

1.339 *Continuità del piano di posa*
Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati; trattamenti speciali del fondo della trincea; o se occorresse, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

1.340 *Protezione catodica delle tubazioni metalliche*
Nel caso specifico di tubazioni metalliche, devono essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

1.341 *Tubi danneggiati durante la posa in opera*
I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.
Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna
Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie ed a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

1.342 *Piano di posa*
Per la corretta esecuzione delle livellette di posa, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura a raggio laser, corredata di indicatori di pendenza, di dispositivo elettronico di autolivellamento, di spostamento della direzione destra/sinistra, di inclinazione laterale, di spia batteria, munita di livello a bolle d'aria e protetta contro l'inversione della polarità.
Ove si rendesse necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.
La posa della condotta, sul fondo piano della fossa, è possibile solo mediante introduzione a strati e accurato costipamento del materiale di rincalzo.
La condotta si poserà su un letto di sabbia di spessore (0,10 + D/10) m e, comunque maggiore di 15 cm, e di larghezza quanto lo scavo.
Il supporto deve essere eseguito con l'angolo minimo corrispondente al calcolo statico.
Per i tubi rigidi senza piede, l'angolo di appoggio deve essere di regola 90°; esso può essere realizzato mediante accurato rincalzo e compattazione a mano o con attrezzi leggeri. Angoli di appoggio superiori (120°) possono essere realizzati con tubi rigidi, solo se gli interstizi del supporto vengono costipati a strati in modo intensivo e si assicura che la densità del materiale nell'ambito del supporto sia maggiore di quella sotto il tubo. Angoli di appoggio inferiori a 90° possono essere realizzati previo controllo statico; con tubi rigidi aventi diametro = 200 mm, l'angolo di appoggio non può comunque essere inferiore a 60°.
Per i tubi flessibili, di regola il calcolo statico è basato su un angolo di appoggio di 180°, realizzato mediante compattazione intensiva del materiale di supporto fino all'altezza delle imposte.
Per i condotti con rivestimento protettivo esterno, il materiale del supporto e le modalità esecutive saranno tali da non danneggiare il rivestimento.
Se il supporto si trova immerso permanentemente o temporaneamente nella falda acquifera sotterranea, si dovrà prevenirne il dilavamento nei terreni circostanti o nel sistema di drenaggio. È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano, in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di cemento o simili.
Il letto di posa non dovrà essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. In pratica il materiale più adatto sarà costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato dovrà essere accuratamente compatto fino ai prescritti valori dell'indice di Proctor (CNR b,u, n, 69-AASHO mod.).

1.343 *Modalità di posa in opera*

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo della trincea spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.
I tubi si poseranno procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso.
In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni ed altri appoggi discontinui.
Nessun tratto di tubazione dovrà essere disposto in orizzontale.
Per le operazioni di posa in opera, si devono osservare le raccomandazioni ed istruzioni del fornitore dei tubi.
I tubi verranno calati nello scavo solamente dopo aver controllato che il letto di posa in sabbia dello spessore di almeno 10 cm sia perfettamente piano e che siano state eseguite le nicchie per l'alloggiamento dei giunti.

Art. 129. Rinterro delle tubazioni

1.344 *Generalità*
Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livellazione, o mediante altri mezzi idonei.

1.345 *Esecuzione del rinterro*
Il materiale già usato per la costituzione del letto di posa verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto il tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tale operazioni verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo. La compattazione dovrà eseguirsi preferibilmente con vibratori a piastra regolabili di potenza media o con altri mezzi meccanici.
Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggio dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite con lo stesso materiale costituente il letto di posa, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi, quindi si procederà a riempire la trincea con il materiale di risulta.
Il rinfianco dovrà essere eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i lati della tubazione fino al piano diametrale della stessa e, quindi, spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala e costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (stando bene attenti a non danneggiare il tubo). L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato degli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali. Il rinfianco delle tubazioni ed il primo riempimento dello scavo, fino a 20 cm al di sopra dell'estremità superiore del tubo, devono essere effettuati con sabbia avente un peso in volume secco minimo di 1,9 t/m^3; il massimo contenuto di limo è limitato al 10%, il massimo contenuto di argilla è limitato al 5%.
La compattazione dovrà essere effettuata esclusivamente sulle fasce laterali, al di fuori della zona occupata dal tubo fino ad ottenere che la densità relativa del materiale di rinterro raggiunga il 90% del valore ottimo determinante con la prova di Proctor modificata.
Gli inerti con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili: torbose, argillose, ghiacciate, sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1,00 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista.
Infine verrà lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale
Il rinterro deve avvenire secondo le prescrizioni della norma **UNI EN 1295-1** che distingue:
– zona di rinterro. Tale zona deve essere eseguita secondo le caratteristiche della condotta (rigida, semi rigida o flessibile), i carichi esterni e la tipologia dei terreni attraversati;
– zona di rinterro accurato, costituita:
1) da letto di posa e rinfianco fino a 10 cm almeno al di sopra della generatrice superiore dell'accoppiamento per le condotte flessibili;
2) letto di posa e la base d'appoggio fino al diametro orizzontale per le condotte rigide;
– terreno.
In generale le condizioni di posa debbono tenere conto delle seguenti condizioni:
– mantenimento della condotta al riparo dal gelo;
– attraversamento ad alta sicurezza (passaggi di ferrovie, autostrade, ecc.);
– regolamenti locali relativi alla viabilità.
L'esecuzione della base d'appoggio e del reinterro sarà effettuata con materiali compatibili con le condizioni di costipamento necessarie e previa accettazione della direzione dei lavori.
La ricopertura minima della condotta per qualsiasi materiale deve risultare di 80-100 cm in zone soggette a traffico leggero e di almeno 150 cm in zone soggette a traffico pesante. Per altezze del rinterro inferiori a quelle sopra stabilite, il riempimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente e calcolato tenendo conto delle caratteristiche dei terreni di

posa, dello scavo e della resistenza meccanica del tubo impiegato.
Per i tubi in ghisa sferoidale potranno ammettersi altezze minime inferiori, previa adeguata verifica e parere favorevole della direzione dei lavori.
Se è previsto il riutilizzo del materiale di scavo, questo sarà privato di tutti quegli elementi suscettibili di danneggiare le condotte. Quando è previsto il costipamento della base d'appoggio, questo sarà realizzato con strumenti leggeri da tutte e due le parti della condotta, al fine di non provocare deviazioni del piano e del livello della condotta.
Per il ricoprimento, la scelta degli strumenti di costipamento, a vibrazione o costipanti, sarà realizzata in funzione della qualità del terreno, dei dispositivi di palancolaggio e dell'altezza di reinterro al di sopra dell'estradosso, previo parere favorevole della direzione dei lavori e del progettista.
Il materiale di reinterro dovrà appartenere ai gruppi A1 A2 e A3 della classificazione CNR **UNI 1.0006** e rispettare le metodologie di calcolo delle norme ATV 127 ed **UNI 7517**.
Resta comunque facoltà della direzione dei lavori, eseguiti i necessari accertamenti, prescrivere, se è il caso, il ricorso ad altro materiale di riporto.
Il rinfianco ed il ricoprimento debbono essere realizzati con terra vagliata a maglia grossa o liberata (a mano) dagli elementi più grossolani che possono danneggiare la tubazione.
Nel caso di tubi installati in trincea la profondità minima del rinterro sarà 1,2 x DN (mm), non saranno ammessi in alcun caso reinterri inferiori alla metà del diametro esterno del tubo, con minimo assoluto di 350 mm.
Nel caso fosse necessario un rinterro minore si dovrà realizzare un rinfianco in calcestruzzo e, sopra la superficie esterna del tubo, un getto di cemento armato le cui caratteristiche saranno determinate dal progettista della condotta.
Durante le operazioni di rinterro e di costipamento bisogna evitare che carichi pesanti transitino sulla trincea.

1.346 *Raccomandazioni per la compattazione*
Considerato che una eccessiva compattazione o una compattazione con apparecchiature non appropriate possono far deformare il tubo o farlo sollevare dal letto di posa, debbono essere rispettate le seguenti raccomandazioni per ottenere il massimo valore pratico della densità del materiale.
La compattazione può essere eseguita usando un compattatore ad impulsi o altro sistema idoneo. Durante la compattazione del rinterro sarà cura dell'appaltatore e del direttore dei lavori controllare la forma della sezione del tubo.
I controlli della deflessione dei tubi si eseguiranno quando siano stati posati e ricoperti i primi tubi. Controlli periodici si effettueranno durante lo svolgimento dei lavori.
Quando è possibile, occorre eseguire sul posto, la misura della densità del materiale compattato della zona primaria, per verificarne l'accordo con le assunzioni progettuali esecutive.

a) Terreni a grana grossolana con 5% di fini
La massima densità si otterrà con la compattazione, la saturazione e la vibrazione; il rinterro sarà posato in strati da 0,15 a 0,30 m. Si dovrà evitare il galleggiamento della tubazione durante la saturazione del terreno. Non è consigliato l'uso del getto d'acqua, in quanto potrebbe comportare il dilavamento del terreno di supporto laterale del tubo.
La posa del rinterro al di sopra del tubo dovrà evitarsi mentre viene saturata la zona di materiale attorno al tubo, in quanto questa condizione caricherebbe il tubo prima che inizi la reazione di assestamento.

b) Terreni a grana grossolana con 5-12% di fini
La compattazione dei terreni che presentano una quantità di fini compresa tra il 5 ed il 12% si dovrà eseguire mediante costipamento o saturazione e vibrazione.

c) Terreni a grana grossolana con > 12% di fini
I terreni a grana grossolana che presentano una quantità di fini maggiore del 12% si compattano meglio per costipazione meccanica in strati da 0,10 a 0,15 m.

Il direttore dei lavori deve effettuare il controllo di deflessione dopo l'installazione e il ricoprimento dei primi tratti di tubo. L'appaltatore potrà proseguire i lavori soltanto dopo tale controllo.
Il rinfianco con terreni, quali quelli di natura organica, torbosi, melmosi, argillosi, ecc., è vietato perché detti terreni non sono costipabili a causa del loro alto contenuto d'acqua; esso potrà essere consentito dalla direzione dei lavori, in via eccezionale solo se saranno prescritte speciali modalità di posa o maggiori spessori.

Sezione II – Realizzazione di opere stradali

Art. 130. Sovrastruttura stradale - Caratteristiche geometriche delle strade

1.347 *Terminologia relativa alla sovrastruttura*
In riferimento alle istruzioni del C.N.R. b.u. n. 169/1994 si riportano le definizioni di cui ai paragrafi seguenti.

1.348 *Premessa*

Le parti del corpo stradale più direttamente interessate dai carichi mobili, si possono distinguere essenzialmente in:
- sovrastruttura e pavimentazione;
- sottofondo.

1.348.1 Sovrastruttura

1.348.1.1 Definizione

Con tale termine si indica la parte del corpo stradale costituita da un insieme di strati sovrapposti, di materiali e di spessori diversi, aventi la funzione di sopportare complessivamente le azioni dal traffico e di trasmetterle e distribuirle, opportunamente attenuate, al terreno d'appoggio (sottofondo) o ad altre idonee strutture.
Nella sovrastruttura normalmente sono presenti e si distinguono i seguenti strati:
- strato superficiale;
- strato di base;
- strato di fondazione.

La sovrastruttura può anche comprendere strati accessori aventi particolari funzioni, quali: strato drenante, strato anticapillare, strato antigelo ed eventuali strati di geotessile.
Le sovrastrutture normalmente si considerano di tre tipi:
- flessibile;
- rigida;
- semirigida.

1.348.1.2 Strati della sovrastruttura

1.348.1.2.1 Strato superficiale

Lo strato superficiale è lo strato immediatamente sottostante al piano viabile. Nelle sovrastrutture flessibili esso viene suddiviso in due strati:
- strato di usura;
- strato di collegamento (binder).

1.348.1.2.2 Strato di base

Lo strato di base è lo strato intermedio tra lo strato superficiale e lo strato di fondazione.

1.348.1.2.3 Strato di fondazione

Lo strato di fondazione è lo strato della parte inferiore della sovrastruttura a contatto con il terreno di appoggio (sottofondo).

1.348.1.2.4 Strati accessori

a) strato anticapillare
È lo strato di materiale di moderato spessore interposto fra lo strato di fondazione ed il terreno di sottofondo, destinato ad interrompere, negli strati della sovrastruttura, l'eventuale risalita capillare di acqua proveniente da falda acquifera.

b) strato antigelo
È lo strato di opportuno materiale, steso al di sotto dello strato di fondazione in adeguato spessore, avente la funzione di impedire che la profondità di penetrazione del gelo raggiunga un sottofondo gelivo.

c) strato drenante
È lo strato di materiale poroso impermeabile, posto a conveniente altezza nella sovrastruttura, per provvedere alla raccolta ed allo smaltimento di acque di falda o di infiltrazione verso le cunette laterali o altro dispositivo drenante.

1.348.2 Tipi di sovrastrutture

1.348.2.1 Sovrastruttura flessibile

Con dizione tradizionale, si indica come flessibile una sovrastruttura formata da strati superficiali ed eventualmente di base, costituiti da miscele di aggregati lapidei con leganti idrocarburici e da strati di fondazione non legati.
Nelle sovrastrutture più moderne, lo strato superficiale è frequentemente costituito da due strati: uno strato di usura ed uno strato di collegamento:
a) Strato di usura.
Strato disposto ad immediato contatto con le ruote dei veicoli, destinato ad assicurare adeguate caratteristiche di regolarità e condizioni di buona aderenza dei veicoli alla superficie di rotolamento, a resistere prevalentemente alle azioni tangenziali di abrasione, nonché a proteggere gli strati inferiori dalle infiltrazioni delle acque superficiali.
Di recente è stato introdotto l'impiego di strati di usura porosi drenanti e fonoassorbenti; in tal caso l'impermeabilizzazione è realizzata sotto lo strato.

b) Strato di collegamento.
Strato, spesso chiamato «binder», sottostante al precedente, destinato ad integrarne le funzioni portanti e ad assicurarne la collaborazione con gli strati inferiori; normalmente esso è costituito da materiale meno pregiato, e quindi più economico del sovrastante.

(1) Rientrano nella categoria delle sovrastrutture flessibili, sovrastrutture di strade secondarie con strati superficiali costituiti da materiali lapidei non legati (vedi macadam) con sovrapposto un eventuale trattamento superficiale

1.348.2.2 Sovrastruttura rigida
Con dizione tradizionale, si indica come rigida una sovrastruttura formata da uno strato superficiale costituito da una lastra in calcestruzzo di cemento armato o non armato, e da uno o più strati di fondazione. La lastra in calcestruzzo assomma in sè anche la funzione dello strato di base.
Lo strato di fondazione può essere costituito da miscele di aggregati non legati, ovvero legati con leganti idraulici o idrocarburici e suddiviso in più strati di materiali differenziati.
Poiché le funzioni portanti sono svolte dalla lastra in calcestruzzo, la funzione precipua dello strato di fondazione è quella di assicurare alla lastra un piano di appoggio di uniforme portanza e deformabilità, nonché quella di evitare che la eventuale parte fine del terreno di sottofondo risalga in superficie attraverso i giunti o le lesioni della lastra, creando vuoti e rendendo disuniformi le condizioni di appoggio della lastra. Esso infine può essere chiamato a svolgere anche una funzione drenante.

1.348.2.3 Sovrastruttura semirigida
Con dizione tradizionale, si indica come semirigida una sovrastruttura formata da strati superficiali costituiti da miscele legate con leganti idrocarburici, strati di base costituiti da miscele trattate con leganti idraulici, ed eventualmente strati di fondazione trattati anch'essi con leganti idraulici o non legati.
Nelle sovrastrutture di questo tipo, nei casi più frequenti in Italia, gli strati di base sono due: uno strato sottostante trattato con leganti idraulici ed uno sovrastante trattato con leganti bituminosi, onde evitare il riprodursi in superficie della fessurazione di ritiro e igrotermica, dello strato di base cementato sottostante.

1.348.2.4 Sovrastruttura rigida polifunzionale
Con questo termine, recentemente entrato in uso per alcune sovrastrutture rigide autostradali, viene indicata una sovrastruttura costituita da una lastra portante in calcestruzzo di cemento ad armatura continua, con sovrastante strato di usura in conglomerato bituminoso poroso drenante, antisdrucciolevole e fono-assorbente, uno strato di impermeabilizzazione posto al di sopra della lastra, un primo strato di fondazione a contatto con il sottofondo in misto granulare non legato ed un secondo strato di fondazione sovrapposto al precedente, in misto cementato.

1.348.3 Sottofondo
1.348.3.1 Definizione
Terreno costituente il fondo di uno scavo o la parte superiore di un rilevato, avente caratteristiche atte a costituire appoggio alla sovrastruttura. Tale deve considerarsi il terreno fino ad una profondità alla quale le azioni verticali dei carichi mobili siano apprezzabili ed influenti sulla stabilità dell'insieme (di solito dell'ordine di 30-80 cm).

1.348.3.2 Sottofondo migliorato o stabilizzato
Sottofondo che per insufficiente portanza e/o per notevole sensibilità all'azione dell'acqua e del gelo, viene migliorato o stabilizzato con appositi interventi, ovvero sostituito per una certa profondità. Il sottofondo viene detto migliorato quando viene integrato con materiale arido (correzione granulometrica) o quando viene trattato con modesti quantitativi di legante, tali da modificare, anche temporaneamente, le sole proprietà fisiche della terra (quali il contenuto naturale di acqua, la plasticità, la costipabilità, il CBR).
Il miglioramento, in alcuni casi può essere ottenuto mediante opere di drenaggio, ovvero con l'ausilio di geosintetici.
Il sottofondo viene detto stabilizzato quando il legante è in quantità tale da conferire alla terra una resistenza durevole, apprezzabile mediante prove di trazione e flessione proprie dei materiali solidi. Il legante impiegato è normalmente di tipo idraulico o idrocarburico.

1.348.4 Trattamenti
1.348.4.1 Trattamento superficiale
Trattamento che nella viabilità secondaria sostituisce, talvolta, nelle sovrastrutture flessibili, lo strato superficiale.
Il trattamento è ottenuto spargendo in opera, in una o più riprese, prima il legante idrocarburico e quindi l'aggregato lapideo di particolare pezzatura.
Tale trattamento può essere usato anche nella viabilità principale al di sopra dello strato di usura nelle sovrastrutture flessibili o della lastra in calcestruzzo nelle sovrastrutture rigide, per assicurare l'impermeabilità (trattamento superficiale di sigillo) o per migliorare l'aderenza, nel qual caso viene denominato anche trattamento superficiale di irruvidimento.

1.348.4.2 Trattamento di ancoraggio
Pellicola di legante idrocarburico (detta anche mano d'attacco) spruzzata sulla superficie di uno strato della sovrastruttura per promuovere l'adesione di uno strato sovrastante.

1.348.4.3 Trattamento di impregnazione
Trattamento consistente nello spandere una idonea quantità di legante idrocarburico allo stato liquido su uno strato di fondazione o su un terreno di sottofondo a granulometria essenzialmente chiusa. Il legante penetra entro lo strato per capillarità, per una profondità limitata dell'ordine del centimetro.

1.348.4.4 Trattamento di penetrazione
Trattamento consistente nello spandere una idonea quantità di legante (idrocarburico o idraulico) allo stato liquido su uno strato costituito da una miscela di inerti ad elevata percentuale di vuoti.
Il legante deve poter penetrare entro lo strato per gravità, per una profondità dell'ordine di alcuni centimetri.

1.348.5 Tipi particolari di pavimentazioni o di strati
1.348.5.1 Pavimentazione ad elementi discontinui
Sono, per lo più, costituite da elementi di pietra di forma e dimensioni diverse. Attualmente il loro impiego è prevalentemente limitato alla manutenzione di antiche pavimentazioni di aree urbane monumentali e a transito pedonale.
I tipi più comuni sono: i ciottolati, costituiti da ciottoli di forma tondeggiante, i lastricati, costituiti da elementi di forma parallelepipeda, i selciati costituiti da elementi più piccoli di forma approssimativamente cubica o tronco-piramidale.

1.348.5.2 Pavimentazione di blocchetti prefabbricati di calcestruzzo, detta anche di masselli di calcestruzzo autobloccanti
È costituita da elementi prefabbricati di calcestruzzo cementizio, di forma e colori diversi, allettati in uno strato di sabbia e spesso muniti di risalti e scanalature alla periferia di ciascun elemento onde migliorare il mutuo collegamento degli elementi fra di loro.
Tale tipo di pavimentazione, prevalentemente destinata ad essere usata in zone pedonali ed in zone sottoposte a traffico leggero, può essere usata anche in zone soggette a carichi molti rilevanti, sottoposte a traffico lento, quali piazzali di sosta, di stoccaggio merci ecc, nel qual caso devono essere previsti, al di sotto dello strato di allettamento in sabbia, uno o più strati portanti di adeguato spessore.

1.348.5.3 Massicciata
Strato di fondazione costituito da massi irregolari di pietra (scapoli) disposti accostati sul sottofondo e rinzeppati a mano con scaglie di pietrame e quindi rullato con rullo compressore pesante.
Si tratta di un tipo di struttura molto comune nel passato ed ormai completamente abbandonata.
Attualmente il termine viene talora ancora adoperato per indicare genericamente uno strato di fondazione o di base; ad evitare equivoci è opportuno che tale denominazione venga abbandonata.

1.349 *Elementi costitutivi dello spazio stradale*
Il D.M. 5 novembre 2001 tenuto conto dell'art. 3 del codice della strada, riporta le denominazioni degli spazi stradali e i loro seguenti significati (figura 81.1):
BANCHINA: parte della strada, libera da qualsiasi ostacolo (segnaletica verticale, delineatori di margine, dispositivi di ritenuta), compresa tra il margine della carreggiata e il più vicino tra i seguenti elementi longitudinali: marciapiede, spartitraffico, arginello, ciglio interno della cunetta, ciglio superiore della scarpata nei rilevati.
Si distingue in:
«banchina in destra», che ha funzione di franco laterale destro. È di norma pavimentata ed è sostituita, in talune tipologie di sezione, dalla corsia di emergenza:
«banchina in sinistra», che è la parte pavimentata del margine interno.
CARREGGIATA: parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli; essa è composta da una o più corsie di marcia; è pavimentata ed è delimitata da strisce di margine (segnaletica orizzontale).
CORSIA: parte longitudinale della strada, normalmente delimitata da segnaletica orizzontale, di larghezza idonea a permettere il transito di una sola fila di veicoli. Si distingue in:
a) corsia di marcia: corsia facente parte della carreggiata, destinata alla normale percorrenza o al sorpasso;
b) corsia riservata: corsia di marcia destinata alla circolazione esclusiva di una o solo di alcune categorie di veicoli;
c) corsia specializzata: corsia destinata ai veicoli che si accingono ad effettuare determinate manovre, quali svolta, attraversamento, sorpasso, decelerazione, accelerazione, manovra per la sosta o che presentino basse velocità (corsia di arrampicamento) o altro;
d) corsia di emergenza: corsia, adiacente alla carreggiata, destinata alle soste di emergenza, al transito dei veicoli di soccorso e, eccezionalmente, al movimento dei pedoni.

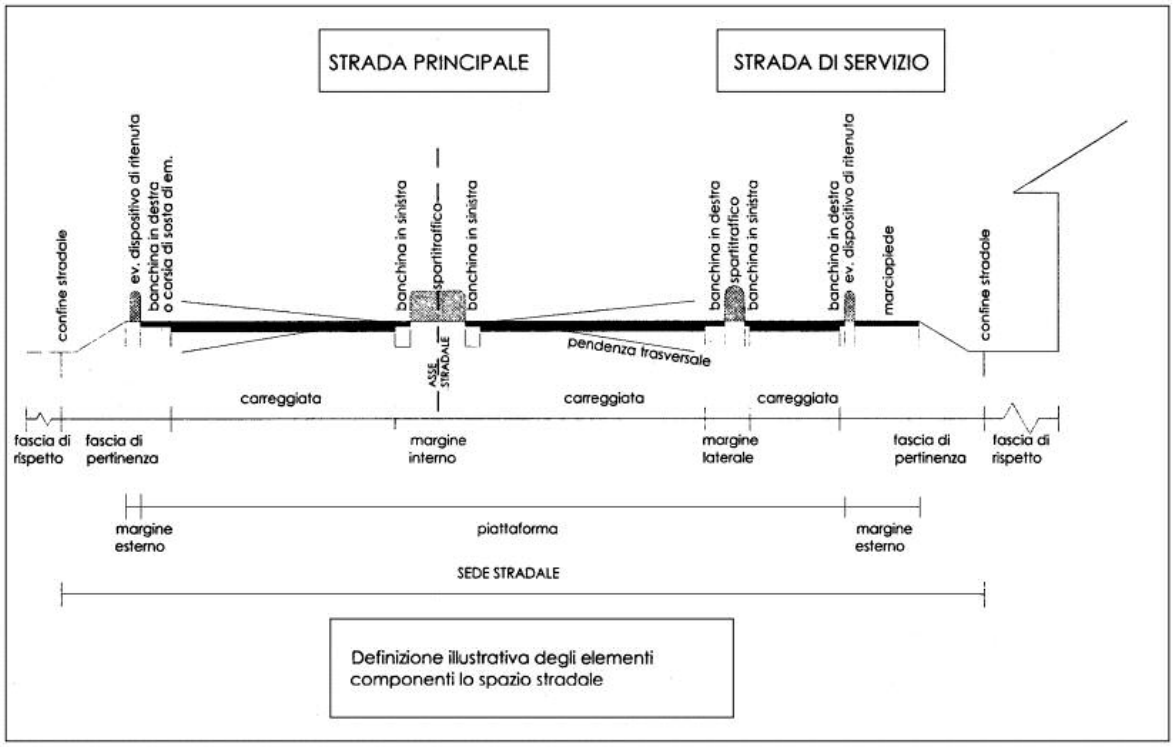

Fig. 87.1 – Elementi costitutivi dello spazio stradale (D.M. 5 novembre 2001)

DISPOSITIVO DI RITENUTA: Elemento tendente ad evitare la fuoriuscita dei veicoli dalla piattaforma o comunque a ridurne le conseguenze dannose. È contenuto all'interno dello spartitraffico o del margine esterno alla piattaforma.

FASCIA DI PERTINENZA: striscia di terreno compresa tra la carreggiata più esterna e il confine stradale. È parte della proprietà stradale e può essere utilizzata solo per la realizzazione di altre parti della strada.

FASCIA DI SOSTA LATERALE: parte della strada adiacente alla carreggiata, separata da questa mediante striscia di margine discontinua e comprendente la fila degli stalli di sosta e la relativa corsia di manovra.

MARCIAPIEDE: parte della strada, esterna alla carreggiata, rialzata o altrimenti delimitata e protetta, destinata ai pedoni.

MARGINE INTERNO: parte della piattaforma che separa carreggiate percorse in senso opposto.

MARGINE LATERALE: parte della piattaforma che separa carreggiate percorse nello stesso senso.

MARGINE ESTERNO: parte della sede stradale, esterna alla piattaforma, nella quale trovano sede cigli, cunette, arginelli, marciapiedi e gli elementi di sicurezza o di arredo (dispositivi di ritenuta, parapetti sostegni, ecc.).

PARCHEGGIO: area o infrastruttura posta fuori della carreggiata, destinata alla sosta regolamentata o non dei veicoli.

PIATTAFORMA: parte della sede stradale che comprende i seguenti elementi:
a) una o più carreggiate complanari, di cui la corsia costituisce il modulo fondamentale;
b) le banchine in destra e in sinistra;
c) i margini (eventuali) interno e laterale (comprensivi delle banchine);
d) le corsie riservate, le corsie specializzate, le fasce di sosta laterale e le piazzole di sosta o di fermata dei mezzi pubblici (se esistenti).
Non rientra nella piattaforma il margine esterno.

SEDE STRADALE: superficie compresa entro i confini stradali.

Gli spazi stradali associati alle diverse categorie di traffico sono individuati nella tabella 19.1, relativa alla piattaforma corrente.

1.350 *Caratteristiche geometriche*

1.350.1 Larghezza delle corsie

La larghezza delle corsie è intesa come la distanza tra gli assi delle strisce che le delimitano; le dimensioni indicate non riguardano le corsie impegnate dalle categorie di traffico numerate 7, 8, 9, 10 e 11 della tabella 3.2.c del **D.M. 5 novembre 2001**, per le quali si fissa una larghezza minima di 3,50 m.
Le corsie riservate ai mezzi pubblici, o ad uso promiscuo con i mezzi privati, sono da ubicare vicino ai marciapiedi; sulle strade a più carreggiate esse vanno collocate sulle carreggiate laterali.

1.350.2 Larghezza del margine interno e del margine laterale

La larghezza del margine è intesa come distanza tra gli assi delle strisce che delimitano due carreggiate, appartenenti alla strada principale (margine interno) o a una strada principale ed una di servizio (margine laterale).

1.350.3 Larghezza del marciapiede

La larghezza del marciapiede va considerata al netto sia di strisce erbose o di alberature che di dispositivi di ritenuta. Tale larghezza non può essere inferiore a 1,50 m. Sul marciapiede possono, comunque, trovare collocazione alcuni servizi di modesto impegno, quali centralini semaforici, colonnine di chiamata di soccorso, idranti, pali e supporti per l'illuminazione e per la segnaletica verticale, nonché, eventualmente per cartelloni pubblicitari (questi ultimi da ubicare, comunque, in senso longitudinale alla strada).
In presenza di occupazioni di suolo pubblico localizzate e impegnative (edicole di giornali, cabine telefoniche, cassonetti ecc.) la larghezza minima del passaggio pedonale dovrà comunque essere non inferiore a 2,00 m.

1.350.4 Regolazione della sosta

Tale voce indica se la sosta è consentita, o meno, sulla piattaforma o in appositi spazi separati connessi opportunamente con la strada principale, con disposizione degli stalli in senso longitudinale o trasversale rispetto la via.
Gli stalli devono essere delimitati con segnaletica orizzontale; la profondità della fascia stradale da loro occupata è di 2,00 m per la sosta in longitudinale, di 4,80 m per la sosta inclinata a 45° e di 5,00 m per quella perpendicolare al bordo della carreggiata. La larghezza del singolo stallo è di 2,00 m (eccezionalmente di 1,80 m) per la sosta longitudinale, con una lunghezza occupata di 5,00 m; è di 2,30 m per la sosta trasversale.
Le eventuali corsie di manovra a servizio delle fasce di sosta devono avere una larghezza, misurata tra gli assi delle strisce che le delimitano, rispettivamente pari a 3,50 m per la sosta longitudinale e 6,00 m per la sosta perpendicolare al bordo della carreggiata, con valori intermedi per la sosta inclinata.
Le dimensioni indicate sono da intendersi come spazi minimi, liberi da qualsiasi ostacolo, occorrenti per la sicurezza delle manovre.

Art. 131. Misti cementati per strati fondazione e di base

1.351 *Generalità*

Il misto cementato per lo strato di fondazione e per lo strato di base dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare), trattata con un legante idraulico (cemento) e acqua in impianto centralizzato.
Tali strati dovranno avere spessore non inferiore a 10 cm e non superiore a 20 cm.

1.352 *Materiali costituenti e loro qualificazione*

1.352.1 Aggregati

Gli aggregati sono gli elementi lapidei miscelando i quali si ottiene il misto granulare che costituisce la base del misto cementato. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) e dagli aggregati fini.
L'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella seguente tabella.

Tabella 88.1. - Aggregato grosso

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 30
Quantità di frantumato	-	%	≥ 30

Dimensione max	CNR 23/71	*mm*	40
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	*%*	≤ 30
Passante al setaccio 0.075	CNR 75/80	*%*	≤ 1
Contenuto di:			
- Rocce reagenti con alcali del cemento		*%*	≤ 1

L'aggregato fino dovrà essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella seguente tabella.

Tabella 88.2. - Aggregato fine

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	*%*	≥ 30; ≤ 60
Limite liquido	CNR-UNI 10014	*%*	≤ 25
Indice plastico	CNR-UNI 10014	*%*	NP
Contenuto di:			
- rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84	*%*	≤1
- rocce degradabili o solfatiche	CNR 104/84	*%*	≤1
- rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	*%*	≤1

Ai fini dell'accettazione da parte del direttore dei lavori, prima della posa in opera, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti, rilasciata da un laboratorio ufficiale.

1.352.2 Cemento

Dovranno essere impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella norma **UNI ENV 197-1**:
tipo I (Portland);
tipo II (Portland composito);
tipo III (d'altoforno);
tipo IV (pozzolanico);
tipo V (composito).
I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla legge n. 595/1965. Ai fini della loro accettazione, prima dell'inizio dei lavori, dovranno essere controllati e certificati come previsto dal D.P.R. 13 settembre 1993, n. 246 e dal D.M. 12 luglio 1993, n. 314.

1.352.3 Acqua

L'acqua per il confezionamento dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva. In caso di dubbio sulla sua qualità l'acqua andrà testata secondo la norma UNI-EN 1008.

1.352.4 Aggiunte

È ammesso, previa autorizzazione della direzione dei lavori, l'aggiunta di ceneri volanti conformi alla norma UNI EN 450, sia ad integrazione dell'aggregato fine sia in sostituzione del cemento.
La quantità in peso delle ceneri da aggiungere, in sostituzione del cemento, per ottenere pari caratteristiche meccaniche, dovrà essere stabilita con opportune prove di laboratorio, nella fase di studio delle miscele e comunque non potrà superare il 40% del peso del cemento.

1.352.5 Miscele

La miscela di aggregati (misto granulare) per il confezionamento del misto cementato dovrà avere dimensioni non superiori a 40 mm ed una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella seguente tabella.

Tabella 88.3.

Serie crivelli e setacci UNI		Autostrade e strade extraurbane principali	Extraurbane secondarie ed Urbane di scorrimento	Urbane di quartiere extraurbane e urbane locali
		Passante (%)		
Crivello	40	100	100	
Crivello	30	80 - 100	-	
Crivello	25	72 - 90	65 - 100	
Crivello	15	53 - 70	45 - 78	
Crivello	10	40 - 55	35 - 68	
Crivello	5	28 - 40	23 - 53	
Setaccio	2	18 - 30	14 - 40	
Setaccio	0.4	8 - 18	6 - 23	
Setaccio	0.18	6 - 14	2 - 15	

Setaccio	0.075	5 - 10	-

Il contenuto di cemento, delle eventuali ceneri volanti in sostituzione del cemento stesso, ed il contenuto d'acqua della miscela, dovranno essere espressi come percentuale in peso rispetto al totale degli aggregati costituenti il misto granulare di base.
Tali percentuali dovranno essere stabilite in base ad uno studio della miscela, effettuato nel laboratorio ufficiale, secondo quanto previsto dalla norma **CNR B.U. n. 29/1972**. In particolare la miscele adottate dovranno possedere i requisiti riportati nella seguente tabella.

Tabella 88.4.

Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 7gg	CNR 29/1972	$2.5 \leq R_c \leq 4.5$ N/mm^2
Resistenza a trazione indiretta a 7gg (Prova Brasiliana)	CNR 97/1984	$R_t \geq 0.25$ N/mm^2

Per particolari casi è facoltà della direzione dei lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7.5 N/mm^2 .
Nel caso in cui il misto cementato debba essere impiegato in zone in cui sussista il rischio di degrado per gelo-disgelo, è facoltà della direzione dei lavori richiedere che la miscela risponda ai requisiti della norma SN 640 59a.

1.353 *Accettazione delle miscele*
L'impresa è tenuta a comunicare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione delle miscele che intende adottare.
Una volta accettato da parte della direzione dei lavori la composizione delle miscele, l'impresa deve rigorosamente attenersi ad essa.
Nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali di ±5 punti per l'aggregato grosso e di ±2 punti per l'aggregato fino.
In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso.
Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di ± 0.5%.

1.354 *Confezionamento delle miscele*
Il misto cementato dovrà essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte e dovrà comunque garantire uniformità di produzione.

1.354.1 Preparazione delle superfici di stesa
La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. Prima della stesa dovrà verificarsi che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando la formazione di superfici fangose.

1.355 *Posa in opera delle miscele*
La stesa dovrà essere eseguita impiegando macchine finitrici vibranti. Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti.
Le operazioni di compattazione dello strato dovranno essere realizzate preferibilmente con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai sotto la pioggia.
Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad una adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa.
Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura.
Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare.
Il giunto di ripresa dovrà essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale.
Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

1.356 *Protezione superficiale dello strato finito*
Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, dovrà essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 daN/m^2 (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia.

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.
Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate saranno consentite solo se autorizzate dalla direzione dei lavori.

1.357 *Controlli*
Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera, dovrà essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.
Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni saranno effettuati, presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, i controlli della percentuale di cemento e della distribuzione granulometrica dell'aggregato. I valori misurati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli previsti in progetto. Per la determinazione del contenuto di cemento si farà riferimento alla norma **UNI 6395**.
Lo spessore dello strato realizzato deve essere misurato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.
La densità in situ, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificato (**CNR B.U. n. 69/1978**), nel 98% delle misure effettuate.
La densità in situ sarà determinata mediante normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm che potrà essere calcolato con una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura con volumometro.
La misura della portanza dovrà accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto.
Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto cementato su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto.
Il valore del modulo di deformazione (**CNR B.U. n. 146/1992**), al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 ore dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a 150 MPa.
Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della direzione dei lavori e l'impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.
La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4,00 –4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.
La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla direzione dei lavori.

Tabella 88.6. - Strade urbane di quartiere e locali. Controllo dei materiali e verifica prestazionale

Tipo di campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto	Ogni 2.500 m^3 di stesa
Aggregato fino	Impianto	Ogni 2.500 m^3 di stesa
Acqua	Impianto	Iniziale
Cemento	Impianto	Iniziale
Aggiunte	Impianto	Iniziale
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Ogni 5.000 m^2 di stesa
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 100m di fascia di stesa
Strato finito (densità in situ)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 5.000 m^2 di stesa

Art. 132. Misti granulari per strati di fondazione

1.358 *Generalità*
Il misto granulare dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventualmente corretta mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche.
Nella sovrastruttura stradale il misto granulare dovrà essere impiegato per la costruzione di stati di fondazione e di base.

***1.359** Materiali*

1.359.1 Aggregati

Gli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) e gli aggregati fini sono gli elementi lapidei che formano il misto granulare.

L'aggregato grosso in generale deve avere dimensioni non superiori a 71 mm e deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati. Tali elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle tabelle seguenti.

Tabella 89.1. Aggregato grosso. Strade urbane di quartiere e locali

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	*Normativa*	*Unità di misura*	Fondazione	Base
Los Angeles	CNR 34/73	*%*	≤ 40	≤ 30
Micro Deval umida	CNR 109/85	*%*	-	≤ 25
Quantità di frantumato	-	*%*	-	≤ 60
Dimensione max	CNR 23/71	*mm*	63	63
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	*%*	≤ 30	≤ 20

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nelle seguenti tabelle.

Tabella 89.2. Aggregato fine. Strade urbane di quartiere e locali

Passante al crivello UNI n. 5				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	*Normativa*	*Unità di misura*	Fondazione	Base
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	*%*	≥ 40	≥ 50
Indice plasticità	CNR-UNI 10014	*%*	≤ 6	N.P.
Limite liquido	CNR-UNI 10014	*%*	≤ 35	≤ 25
Passante allo 0.075	CNR 75/80	*%*	≤ 6	≤ 6

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio ufficiale.

1.359.2 Miscele

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella seguente tabella tratta dalla norma **CNR 23/71**.

Tabella 89.3.

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso Φ max 71 mm	Miscela passante: % totale in peso Φ max 30 mm
Crivello 71	100	100
Crivello 30	70 ÷ 100	100
Crivello 15	50 ÷ 80	70 ÷ 100
Crivello 10	30 ÷ 70	50 ÷ 85
Crivello 5	23 ÷ 55	35 ÷ 65
Setaccio 2	15 ÷ 40	25 ÷ 50
Setaccio 0,42	8 ÷ 25	15 ÷ 30
Setaccio 0,075	2 ÷ 15	5 ÷ 15

La dimensione massima dell'aggregato non deve in ogni caso superare la metà dello spessore dello strato di misto granulare ed il rapporto tra il passante al setaccio **UNI 0.075** mm ed il passante al setaccio **UNI 0.4** mm deve essere inferiore a 2/3.

L'indice di portanza CBR (**CNR-UNI 1.0009**) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione ed in

ogni caso non minore di 30. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di ±2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.
Il modulo resiliente (MR) della miscela impiegata deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (norma **AASHTO T294**).
Il modulo di deformazione (Md) dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (**CNR B.U. n. 146/1992**).
Il modulo di reazione (k) dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (**CNR B.U. n. 92/1983**).
I diversi componenti e, in particolare le sabbie, debbono essere del tutto privi di materie organiche, solubili, alterabili e friabili

1.360 *Accettazione del misto granulare*
L'impresa è tenuta a comunicare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione dei misti granulari che intende adottare. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un laboratorio ufficiale. Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHO modificata (**CNR 69/1978**).
Una volta accettato da parte della direzione dei lavori lo studio delle miscele, l'impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

1.361 *Confezionamento del misto granulare*
L'impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

1.362 *Posa in opera del misto granulare*
Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato, in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato.
Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria.
Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità in situ non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.
L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante un dispositivo di spruzzatori.
A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.
Verificandosi comunque un eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'impresa.
Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.
Per il costipamento e la rifinitura dovranno impiegarsi rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.
L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla direzione dei lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.
Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in situ non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (**CNR B.U. n. 69/1978**) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).
In caso contrario l'impresa, a sua cura e spese dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.
La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,00 – 4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario, l'impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.
Nel caso in cui non sia possibile eseguire immediatamente la realizzazione della pavimentazione, dovrà essere applicata una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di pavimentazione.

1.363 *Controlli*
Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in situ al momento della stesa oltre che con prove sullo strato finito. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella seguente:

Tabella 89.4. Controllo dei materiali e verifica prestazionale

Tipo di Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, poi secondo D.L.
Aggregato fino	Impianto	Iniziale, poi secondo D.L.
Miscela	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1.000 m^3 di stesa
Sagoma	Strato finito	Ogni 20 m o ogni 5 m
Strato finito (densità in situ)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1..000 m^2 di stesa
Strato finito (portanza)	Strato finito o Pavimentazione	Ogni 1.000 m^2 m di fascia stesa

1.363.1 Materiali

Le caratteristiche di accettazione dei materiali dovranno essere verificate prima dell'inizio dei lavori, ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza dei materiali.

1.363.2 Miscele

La granulometria del misto granulare va verificata giornalmente, prelevando il materiale in situ già miscelato, subito dopo avere effettuato il costipamento. Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammesse variazioni delle singole percentuali di ±5 punti per l'aggregato grosso e di ±2 punti per l'aggregato fino. In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso assegnato.
L'equivalente in sabbia dell'aggregato fino va verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

1.363.3 Costipamento

A compattazione ultimata la densità del secco in situ, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (γ_{smax}) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo la norma (**CNR 22/72**). Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:
- del 10% dell'importo dello strato, per densità in situ comprese tra 95 e 98% del valore di riferimento;
- del 20% dell'importo dello strato, per densità in situ comprese tra 93 e 95% del valore di riferimento.

Il confronto tra le misure di densità in situ ed i valori ottenuti in laboratorio può essere effettuato direttamente quando la granulometria della miscela in opera è priva di elementi trattenuti al crivello **UNI 25** mm.

1.363.4 Portanza

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'impresa.
Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto granulare su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto.

1.363.5 Sagoma

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.
La verifica delle quote di progetto dovrà eseguirsi con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 m nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota dovrà verificarsi la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra ed a sinistra dell'asse stradale.
Lo spessore medio dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

Art. 133. Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali con e senza riciclato per strato di base

1.364 *Generalità*

I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido, additivi ed eventuale conglomerato riciclato.

1.365 *Materiali costituenti e loro qualificazione*

1.365.1 Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido (tal quale) ed eventualmente da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con ACF (attivanti chimici funzionali).
A seconda della temperatura media della zona di impiego il bitume deve essere del tipo 50/70 oppure 80/100 con le caratteristiche indicate nella seguente tabella, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

Tabella 90.1.

Bitume				
parametro	*Normativa*	*unità di misura*	*tipo* 50/70	*tipo* 80/100
Penetrazione a 25°C	EN1426, CNR B.U. n. 24/1971	dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	EN1427, CNR B.U. n. 35/1973	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	CNR B.U. n. 43 /1974	°C	≤ - 8	≤ - 8
Solubilità in Tricloroetilene	CNR B.U. n. 48/1975	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	PrEN 13072-2	Pa• s	≤ 0,3	≤ 0,2
Valori dopo RTFOT	EN 12607-1			
Volatilità	CNR B.U. n. 54/1977	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426, CNR B.U. n. 24/71	%	≥ 50	≥ 50
Incremento del punto di Rammollimento	EN 1427, CNR B.U. n. 35/73	°C	≤ 9	≤ 9

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. 380/2001.

1.365.2 Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.
Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.
Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.
L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).
L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso
La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

1.365.3 Aggregati

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purchè, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella seguenti tabelle al variare del tipo di strada.

Tabella 90.2. - Aggregato grosso. Strade urbane di quartiere e locali

Trattenuto al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	*Normativa*	*Unità di misura*	Base	Binder	Usura
Los Angeles (∗)	CNR B.U. n. 34/1973	%	≤ 40	≤ 40	≤ 25
Micro Deval Umida (∗)	CNR B.U. n. 109/1985	%	≤ 35	≤ 35	≤ 20
Quantità di frantumato	-	%	≥ 60	≥ 70	100
Dimensione max	CNR B.U. n. 23/1971	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	CNR B.U. n. 80/1980	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	%	≤ 5	≤ 5	0
Passante allo 0.075	CNR B.U. n. 75/1980	%	≤ 2	≤ 2	≤ 2
Indice appiattimento	CNR B.U. n. 95/1984	%		≤ 35	≤ 30
Porosità	CNR B.U. n. 65/1978	%		≤ 1,5	≤ 1,5
CLA	CNR B.U. n. 140/1992	%			≥ 40
(∗) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.					

Nello strato di usura la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con CLA≥43, pari almeno al 30% del totale.
In alternativa all'uso del basalto o del porfido si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) o artificiali (argilla espansa resistente o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale (CLA ≥50) di

pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% ed il 30% del totale, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% ed il 35% degli inerti che compongono la miscela.

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione.
A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere le caratteristiche riassunte nelle seguenti tabelle

Tabella 90.3. - Aggregato fino. Strade urbane di quartiere e locali

Passante al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	*Normativa*	*Unità di misura*	Base	Binder	Usura
Equivalente in sabbia	CNR B.U. n. 27/1972	%	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Indice plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.		
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25		
Passante allo 0.075	CNR B.U. n. 75/1980	%		≤ 3	≤ 3
Quantità di frantumato	CNR B.U. 109/1985	%		≥ 40	≥ 50

Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10% qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di CLA ≥ 42.
Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm, deve soddisfare i requisiti indicati nella seguente tabella.

Tabella 90.4. - Aggregato fino. Tutte le strade

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	*Normativa*	Unità di misura	Base Binder Usura
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	%	≤ 5
Passante allo 0.18	CNR B.U. n. 23/1971	%	100
Passante allo 0.075	CNR B.U. n. 75/1980	%	≥ 80
Indice plasticità	CNR-UNI 10014		N.P.
Vuoti Rigden	CNR B.U. n. 123/1988	%	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR B.U. n. 122/1988	ΔPA	≥ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. 38'/2001.
Per conglomerato riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in situ eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).
Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:
- conglomerato per strato di base : ≤ 30%
- conglomerato per strato di collegamento : ≤ 25%
- conglomerato per tappeto di usura : ≤ 20%.

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura, per il tappeto materiale provenienti solo da questo strato.
La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'impresa è tenuta a presentare alla direzione dei lavori prima dell'inizio dei lavori.

1.365.4 Miscele

La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella seguente tabella.
La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Tabella 90.5. - Percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati

Serie crivelli e setacci UNI		Base	Binder	Usura		
				A	B	C
Crivello	40	100	-	-	-	-
Crivello	30	80 – 100	-	-	-	-
Crivello	25	70 – 95	100	100	-	-
Crivello	15	45 – 70	65 - 85	90 – 100	100	-

Crivello	10	35 – 60	55 – 75	70 – 90	70 – 90	100
Crivello	5	25 – 50	35 – 55	40 – 55	40 – 60	45 – 65
Setaccio	2	20 – 35	25 – 38	25 – 38	25 – 38	28 – 45
Setaccio	0,4	6 – 20	10 – 20	11 – 20	11 – 20	13 – 25
Setaccio	0.18	4 – 14	5 – 15	8 – 15	8 – 15	8 – 15
Setaccio	0.075	4 – 8	4 - 8	6 - 10	6 - 10	6 – 10
% di bitume		4,0 – 5,0	4,5 – 5,5	4,8 – 5,8	5,0 – 6, 0	5,2 – 6,2

Per i tappeti di usura il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori di 3 – 4 cm, il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.
Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura sono riportate nelle seguenti tabelle.

Tabella 90.6. - Caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura. Metodo volumetrico

METODO VOLUMETRICO	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30		
Pressione verticale	kPa	600		
Diametro del provino	mm	150		
Risultati richiesti				
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14	10 – 14	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (∗)	%	3 – 5	3 – 5	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (∗∗)	N/mm^2			0,6–0,9
Coefficiente di trazione indiretta[2] a 25 °C (∗∗)	N/mm^2			>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
(∗) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D_G (∗∗) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria				

Tabella 90.7. - Caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura. Metodo Marshall

METODO MARSHALL	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Costipamento	75 colpi x faccia			
Risultati richiesti				
Stabilità Marshall	kN	8	10	11
Rigidezza Marshall	kN/mm	> 2,5	3–4,5	3–4,5
Vuoti residui (∗)	%	4 – 7	4 – 6	3 – 6
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm^2			0,7 – 1
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm^2			> 70
(∗) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D_M				

1.365.4.1 Accettazione delle miscele

L'impresa è tenuta a presentare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.
Una volta accettato da parte della direzione dei lavori la composizione della miscela proposta, l'impresa deve attenervisi rigorosamente.
Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 5 per lo strato di base e di ± 3 per gli strati di binder ed usura; sono ammessi scostamenti dell' aggregato fino (passante al crivello UNI n. 5) contenuti in ± 2; scostamenti del passante al setaccio **UNI 0,075** mm contenuti in ± 1,5.
Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di ± 0,25.

2 Coefficiente di trazione indiretta

$$CTI = \pi/2 \ DRt/Dc$$

dove
D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino
Dc = deformazione a rottura
Rt = resistenza a trazione indiretta

1.365.4.2 Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.
L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.
Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme, fino al momento della miscelazione, oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

1.365.4.3 Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato di conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi le caratteristiche progettuali. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso, la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.
Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato, irrigidendone la parte superficiale, fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.
Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica, le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m².

Tabella 90.8.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984		positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	45±2
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	55±2
Flussante (%)	CNR B.U. n. 100/1984	%	1-6
Viscosità Engler a 20 °C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	2-6
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	180-200
Punto di rammollimento	CNR B.U. n. 35/1973	°C	30±5

Per mano d'attacco si intende una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi, aumentando l'adesione all'interfaccia.
Le caratteristiche ed il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.
Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.30 kg/m².

Tabella 90.9.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984		Positiva	positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	40±2	35±2
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	60±2	65±2
Flussante (%)	CNR B.U. n. 100/1984	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 8	< 8
Residuo bituminoso				
Penetrazione a 25 °C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	< 100	< 100
Punto di rammollimento	CNR B.U. n. 35/1973	°C	> 40	> 40

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente, deve utilizzarsi una emulsione bituminosa modificata, avente le caratteristiche riportate nella seguente tabella, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.35 kg/m².
Prima della stesa della mano d'attacco l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Tabella 90.10.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984		Positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	30±1
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	70±1

Flussante (%)	CNR B.U. n. 100/1984	%	0
Viscosità Engler a 20 °C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	50-70
Punto di rammollimento	CNR B.U. n. 35/1973	°C	> 65

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati rispettivamente nella tabella 20.10 e nella tabella 20.11.
Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati ed a produrre copia dello studio prestazionale eseguito con il metodo ASTRA (metodologia riportata in allegato B) rilasciato dal produttore.

1.365.4.4 Posa in opera delle miscele
La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.
Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.
Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato, si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.
I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.
La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.
La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.
Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.
La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.
L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.
Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.
La compattazione dovrà avvenire garantendo uniforme addensamento in ogni punto in modo da evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.
La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati, deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 kg/m² di bitume residuo.
La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

***1.366** Controlli*
Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. 38'/2001, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.
Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.
Sulla miscela deve essere determinata la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione; devono inoltre essere controllate le caratteristiche di idoneità mediante la pressa giratoria.
I provini confezionati mediante la pressa giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana).
In mancanza della pressa giratoria debbono essere effettuate prove Marshall: peso di volume (DM), stabilità e rigidezza (**CNR B.U. n. 40/1973**); percentuale dei vuoti residui (**CNR B.U. n. 39/1973**); resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – **CNR B.U. n. 134/1991**).
Dopo la stesa la direzione dei lavori preleverà alcune carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.
Sulle carote debbono essere determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui e lo spessore facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.
Per il tappeto di usura dovrà inoltre essere misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma **CNR B.U. n. 105/1985**.

Art. 134. Opere d'arte

1.367 *Caditoie stradali*

1.367.1 Generalità

Si intendono i dispositivi che hanno la funzione di raccolta delle acque defluenti nelle cunette stradali o ai bordi di superficie scolanti opportunamente sagomate.
Le caditoie devono essere costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricato, dotate di un dispositivo di coronamento formato da un telaio che sostiene un elemento mobile detto griglia o coperchio, che consente all'acqua di defluire nel pozzetto di raccolta per poi essere convogliata alla condotta di fognatura.
La presa dell'acqua avviene a mezzo di una bocca superiore, orizzontale o verticale, i cui principali tipi sono: a griglia; a bocca di lupo; a griglia e bocca di lupo; a fessura.
Un idoneo dispositivo posto tra la griglia di raccolta e la fognatura deve impedire il diffondersi degli odori verso l'esterno (caditoia sifonata).
Le caditoie potranno essere disposte secondo le prescrizioni del punto 5 della **UNI EN 124** – *Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo qualità* – che classifica i dispositivi di chiusura e di coronomamento nei seguenti gruppi in base al luogo di impiego:
– Gruppo 1 (classe A 15) per zone usate esclusivamente da ciclisti e pedoni
– Gruppo 2 (classe B 125) per marciapiedi, zone pedonali, aree di sosta e parcheggi multipiano
– Gruppo 3 (classe C 250), per banchine carrabili e cunette e parcheggi per automezzi pesanti, che si estendono al massimo per 50 cm nella corsia di circolazione e fino a 20 cm sul marciapiede, a partire dal bordo
– Gruppo 4 (classe D 400), per strade provinciali e statali e aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli
– Gruppo 5 (classe E 600), per aree soggette a transito di veicoli pesanti
– Gruppo 6 (classe F 900) per aree soggette a transito di veicoli particolarmente pesanti.

1.367.2 Pozzetti per la raccolta delle acque stradali

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali potranno essere costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato, ad elevato dosaggio di cemento, e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma **UNI EN 124.**
Potranno essere realizzati mediante associazione dei pezzi idonei: pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 x 45 cm e di 45 x 60 cm per i pozzetti sifonati; il tubo di scarico deve avere diametro interno minimo 150 mm.
I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti; l'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla direzione dei lavori.
I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m^3 d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.
Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.
I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati devono essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.
Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.
Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole porta secchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

1.367.3 Materiali

Il punto 6.1.1 della norma **UNI EN 124** prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, escluso le griglie, l'impiego dei seguenti materiali:
1) ghisa a grafite lamellare
2) ghisa a grafite sferoidale
3) getti in acciaio
4) acciaio laminato
5) uno dei materiali ai punti precedenti abbinati con calcestruzzo
6) calcestruzzo armato.

L'eventuale uso di acciaio laminato sarà ammesso, previa adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione dovrà essere stabilito, previo accordo fra direzione dei lavori e appaltatore.
La citata norma **UNI EN 124** prevede per la fabbricazione delle griglie i seguenti materiali:
1) ghisa a grafite lamellare
2) ghisa a grafite sferoidale
3) getti in acciaio.

Il riempimento dei coperchi potrà essere realizzato in calcestruzzo o in altro materiale adeguato, solo previo consenso della direzione dei lavori.
I materiali di costruzione devono essere conformi alle norme di cui al punto 6.2 della **UNI EN 124**.
Nel caso di coperchio realizzato in calcestruzzo armato: per le classi da B 125 a F 900, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 giorni, secondo le norme **DIN 4281**, pari ad almeno 45 N/mm^2, nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo, e pari a 40 N/mm^2 nel caso di provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza; per la classe A 15 la resistenza a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 20 N/mm^2.
Il copriferro in calcestruzzo dell'armatura del coperchio dovrà avere uno spessore di almeno 2 cm su tutti i lati, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lastra di acciaio, getti d'acciaio, ghisa a grafite lamellare o sferoidale.
Il calcestruzzo di riempimento del coperchio dovrà essere additivato con materiali indurenti per garantire una adeguata resistenza all'abrasione.

1.367.4 Marcatura

Secondo il punto 9 della **UNI EN 124**, tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:
– la norma UNI
– la classe o le classi corrispondenti
– il nome e/o la sigla del produttore
– marchio dell'eventuale ente di certificazione
– eventuale indicazioni previsti dalla lett. e) del citato punto 9 della **UNI EN 124**
– eventuale indicazioni previsti dalla lett. f) del citato punto 9 della **UNI EN 124**.

1.367.5 Caratteristiche costruttive

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso.
I dispositivi di chiusura dei pozzetti possono essere previsti con o senza aperture di aerazione.
Nel caso in cui i dispositivi di chiusura sono con aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della **UNI EN 124**.

1.367.5.1 Aperture di aerazione

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni secondo il tipo di classe di impiego.

1.367.5.2 Dimensione di passaggio

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 60 cm, per consentire il libero passaggio di persone dotate di idoneo equipaggiamento.

1.367.5.3 Profondità di incastro
I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, aventi dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità d'incastro di almeno 50 mm; tale prescrizione non è richiesta per i dispositivi il cui coperchio o griglia è adeguatamente fissato, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

1.367.5.4 Sedi
La superficie di appoggio dei coperchi e delle griglie dovrà essere liscia e sagomata in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino spostamenti e rotazioni, ed emissione di rumore; a tal fine, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'impiego di idonei supporti elastici per prevenire tali inconvenienti.

1.367.5.5 Protezione spigoli
Gli spigoli e le superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe da A 15 a D 400 devono essere protetti con idonea guarnizione in ghisa o in acciaio dello spessore previsto dal prospetto III della **UNI EN 124**.
La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi da E 600 a F 900 deve essere conforme alle prescrizioni progettuali.

1.367.5.6 Fessure
Le fessure, per le classi da A 15 a B 125, devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto IV della **UNI EN 124**, e al prospetto V della citata norma per le classi da C 250 a F 900.

1.367.5.7 Cestelli e secchi scorificatori
Gli eventuali cesti di raccolta del fango devono essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali. Devono essere di facile sollevamento e alloggiati su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.
Nel caso di riempimento del cestello dovrà essere assicurato il deflusso dell'acqua e l'aerazione.

1.367.5.8 Stato della superficie
La superficie superiore delle griglie e dei coperchi delle classi da D 400 a F 900 dovrà essere piana con tolleranza dell'1%.
Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono essere conformate in modo da risultare non sdrucciolevoli e libere da acque superficiali.

1.367.5.9 Sbloccaggio e rimozione dei coperchi
Dovrà essere previsto un idoneo dispositivo che assicuri lo sbloccaggio e l'apertura dei coperchi.

1.367.5.10Dispositivi di chiusura e di coronamento
I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.
Nel caso sia prevista l'installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.
Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 500 kg di cemento tipo 425 per m^3 di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.
La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.
Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della direzione dei lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425 per m^3 d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.
Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se è il caso, anelli d'appoggio.
I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della direzione dei lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.
Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

***1.368** Camerette d'ispezione*

1.368.1 Ubicazione

Le camerette di ispezione devono essere localizzati come previsto dal progetto esecutivo ed in generale in corrispondenza dei punti di variazione di direzione e/o cambiamenti di pendenza: in particolare devono essere disposti lungo l'asse della rete a distanza non superiore a 20-50 m.

1.368.2 Caratteristiche costruttive

I pozzetti d'ispezione devono essere muniti di innesti elastici ed a perfetta tenuta idraulica. In presenza di falda, devono essere prese precauzioni per evitare eventuali infiltrazioni d'acqua dalle pareti dei pozzetti.
I pozzetti potranno avere sezione orizzontale circolare o rettangolare, con diametro o lati non inferiori a 1,00 m. Devono essere dotati di chiusino d'accesso generalmente realizzato in ghisa, avente diametro maggiore di 0,6 m.

1.368.3 Dispositivi di chiusura e di coronamento

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) devono essere conformi a quanto prescritto dalla norma **UNI EN 124**.
Il marchio del fabbricante dovrà occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non dovrà riportare scritte di tipo pubblicitario.
La superficie del dispositivo di chiusura deve essere posizionata a quota del piano stradale finito.
I pozzetti delle fognature bianche potranno essere dotati di chiusini provvisti di fori d'aerazione (chiusini ventilati).

1.368.3.1 Gradini d'accesso

Il pozzetto dovrà essere dotato di gradini di discesa e risalita, collocati in posizione centrale rispetto al camino d'accesso. La scala dovrà essere alla marinara, con gradini aventi interasse di 30-32 cm, realizzati in ghisa grigia, ferro, acciaio inossidabile, acciaio galvanizzato o alluminio. Tali elementi devono essere opportunamente trattati con prodotti anticorrosione per prolungarne la durata. In particolare le parti annegate nella muratura devono essere opportunamente protette con idoneo rivestimento, secondo il tipo di materiale, per una profondità di almeno 35 mm.
Nel caso di utilizzo di pioli (o canna semplice) questi devono essere conformi alle norme **DIN 19555** ed avere diametro minimo di 20 mm e la sezione dovrà essere calcolata in modo che il piolo possa resistere ad un carico pari a tre volte il peso di un uomo e dell'eventuale carico trasportato. La superficie di appoggio del piede deve avere caratteristiche antiscivolo.
Al posto dei pioli potranno utilizzarsi staffe (o canna doppia) che devono essere conformi alle seguenti norme: tipo corto, **DIN 1211 B**; tipo medio, **DIN 1211 A**; tipo lungo, **DIN 1212**.
In tutti i casi i gradini devono essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.
Nel caso di pozzetti profondi la discesa deve essere suddivisa mediante opportuni ripiani intermedi, il cui dislivello non deve superare i 4 m.

***1.369** Pozzetti prefabbricati*

I pozzetti potranno essere di tipo prefabbricato in c.a., PRFV, ghisa, PVC, PEad, ecc.
Il pozzetto prefabbricato deve essere costituito da un elemento di base provvisto di innesti per le tubazioni, un elemento di sommità a forma tronco conica o tronco piramidale che ospita in alto, con l'inserimento di anelli o riquadri (detti raggiungi-quota), il chiusino; da una serie di elementi intermedi, di varia altezza, che collegano la base alla sommità.
Le giunzioni con le parti prefabbricate devono essere adeguatamente sigillate, con materiali plastici ed elastici ad alto potere impermeabilizzante. Solo eccezionalmente, quando non sono richieste particolari prestazioni per l'assenza di falde freatiche e la presenza di brevi sovrapressioni interne (in caso di riempimento della cameretta), potrà essere ammessa l'impermeabilizzazione con malta di cemento; in ogni caso, sul lato interno del giunto, si devono asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione.
Per i manufatti prefabbricati in calcestruzzo si farà riferimento alla norma **DIN 4034**.

***1.370** Pozzetti realizzati in opera*

I pozzetti realizzati in opera potranno essere in muratura di mattoni o in calcestruzzo semplice o armato.
Le pareti dei muri devono essere ortogonali all'asse delle tubazioni per evitare il taglio dei tubi. Le pareti devono essere opportunamente impermeabilizzate, secondo le prescrizioni progettuali, al fine di prevenire la dispersione delle acque reflue nel sottosuolo.
Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con cemento CEM II R. 32.5 dosato a 200 kg per m^3 di impasto per il fondo e a 300 kg per m^3 per i muri perimetrali; per le solette si impiegherà invece cemento tipo CEM II R. 425 nel tenore di 300 kg per m^3. In tal caso sarà opportuno impiegare nel confezionamento additivi idrofughi.
La superficie interna del pozzetto, se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressive, dovrà essere rifinita con intonaci speciali o rivestita con mattonelle di gres ceramico; in presenza di acque mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo rendendo il calcestruzzo impermeabile e liscio e confezionandolo con cemento resistente ai solfati. Tutti gli angoli e gli spigoli interni del pozzetto devono essere arrotondati.

I pozzetti realizzati in murature o in calcestruzzo semplice devono avere uno spessore minimo di 20 cm, a meno di 2 m di profondità e di 30 cm per profondità superiori.
L'eventuale soletta in c.a. di copertura, con apertura d'accesso, dovrà avere uno spessore minimo di 20 cm ed un'armatura minima con 10 Ø 8 mm/m e 3 Ø 7 mm/m, e opportunamente rinforzata in corrispondenza degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta.

1.371 *Collegamento del pozzetto alla rete*
L'attacco della rete al pozzetto dovrà essere realizzato in modo da evitare sollecitazioni di taglio, ma consentendo eventuali spostamenti relativi tra la tubazione e il manufatto; a tal fine devono essere impiegati appositi pezzi speciali, con superficie esterna ruvida, di forma cilindrica, oppure a bicchiere o incastro, entro cui verrà infilato il condotto con l'interposizione di un anello in gomma per la sigillatura elastica. A tal fine i due condotti di collegamento della canalizzazione al manufatto, in entrata e in uscita, devono avere lunghezze adeguate per consentire i movimenti anche delle due articolazioni formate dai giunti a monte e a valle del pozzetto.

1.372 *Pozzetti di salto (distinti dai dissipatori di carico per salti superiori ai 7-10 m)*
I pozzetti di salto devono essere adoperati per superamento di dislivelli di massimo 2-4 m; per dislivelli superiori sarà opportuno verificare la compatibilità con la resistenza del materiale all'abrasione.
Le pareti devono essere opportunamente rivestite, specialmente nelle parti più esposte, soprattutto quando la corrente risulti molto veloce. Qualora necessario, si potrà inserire all'interno del pozzetto un setto per attenuare eventuali fenomeni di macro turbolenza conseguendo dissipazione di energia.
Il salto di fondo si può realizzare disponendo un condotto verticale che formi un angolo di 90° rispetto all'orizzontale, con condotto obliquo a 45° oppure con scivolo.

1.373 *Pozzetti di lavaggio (o di cacciata)*
Nei tratti di fognatura ove la velocità risulti molto bassa e dove possono essere presenti acque ricche di solidi sedimentabili, devono prevedersi pozzetti di lavaggio (o di cacciata), con l'obiettivo di produrre, ad intervalli regolari, una portata con elevata velocità, eliminando così le eventuali sedimentazioni e possibili ostruzioni.
I pozzetti di lavaggio debbono essere ispezionabili.
Con riferimento alla C.M. n. 11633 del 7 gennaio 1974, per le acque nere la velocità relativa alle portate medie non dovrà di norma essere inferiore ai 50 cm/s. Quando ciò non si potesse realizzare devono essere interposti in rete adeguati sistemi di lavaggio. La velocità relativa alle portate di punta non dovrà di norma essere superiore ai 4 m/s.
Per le fognature bianche la stessa circolare dispone che la velocità massima non dovrà di norma superare i 5 m/s.
A tal fine, in entrambi i casi, dovrà assicurarsi in tutti tratti della rete una velocità non inferiore a 50 cm/s.

1.374 *Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli*
Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane ed impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

1.374.1 Tubazioni
1.374.1.1 Tubazioni in c. a. v.
Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche: $R_{ck} \geq 25$ MPa;
- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiancati; il conglomerato per la platea ed i rinfianchi sarà del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa.
Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 kg/m^3 di cemento.

1.374.1.2 Tubazioni in P.V.C. rigido
La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, dei tipi SN2 SDR 51, SN4 SDR 41 e SN8 SDR 34, secondo la norma **UNI 1401-1**.
Verrà interrata in un cavo di dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto, verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con $R_{ck} \geq 25$ MPa.
Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La direzione dei lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme, l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non accettati.

1.374.1.3 Pozzetti e chiusini

I pozzetti e chiusini dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:
- $R_{ck} \geq 30$ MPa;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.
I chiusini dovranno essere conformi alle norme **UNI - EN 124** (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).
Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.
Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.
La tipologia e le dimensioni sono quelle indicate negli elaborati di progetto esecutivo.

1.374.2 Canalette

Le canalette dovranno essere in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.
L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40% spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mm^2 e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m^2 per faccia.

1.374.2.1 Canalette ad embrici

Le canalette ad embrici dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq$ ___ MPa, secondo i disegni tipo di progetto.
Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.
Prima della posa in opera, l'impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.
L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro minimo di ___ mm e lunghezza non inferiore a ___ cm, infissi nel terreno per almeno ___ cm, in modo che sporgano almeno ___ cm.
Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.
In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione, mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.
La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

1.374.3 Cunette

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.
Questa opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per consegnare i lavori.
Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'impresa, sotto il controllo della direzione dei lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 indicato dalla stessa direzione dei lavori.
Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

1.374.4 Cunicoli

La costruzione di cunicoli drenanti, aventi sezione all'interno del rivestimento, non superiore a 30 m², potrà avvenire con perforazione sia a mano che meccanica in terreni di qualsiasi natura, durezza e consistenza, compresi gli oneri per la presenza e lo smaltimento di acqua di qualsiasi entità e portata; compresi gli oneri per tutte le puntellature, armature e manto di qualsiasi tipo, natura, ed entità.

Nella esecuzione del lavoro si potranno adottare gli stessi sistemi di scavo utilizzati per le gallerie, quali l'impiego di centinature, semplici o accoppiate, costituite da profilati o da strutture reticolari in ferro tondo, se è il caso integrate da provvisorie puntellature intermedie; il contenimento del cielo o delle pareti di scavo con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio con conglomerato cementizio lanciato a pressione con l'eventuale incorporamento di rete e centine metalliche; l'impiego di ancoraggi e bullonaggi, marciavanti e lamiere metalliche; l'uso di attrezzature speciali e di altre apparecchiatura meccaniche ed in genere qualsiasi altro metodo di scavo a foro cieco.

1.374.5 Rivestimento per cunette e fossi di guardia

1.374.5.1 Elementi prefabbricati in c.a.v.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a 3,00 kg/m^2.
Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale o a L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza pialla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m³ di cemento.
Posti in opera su letto di materiale arido, perfettamente livellato e costipato, avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

1.374.5.2 Conglomerato cementizio, gettato in opera

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio e cemento CEM II con $R_{ck} \geq 30$ MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

1.374.5.3 Muratura di pietrame

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m^3 di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.
Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

1.375 *Cordonature*

Le cordonature dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto esecutivo.
Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.
Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m^3 di cemento che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.
I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con $R_{ck} = 30$ MPa, previa mano di ancoraggio con emeulsione bituminosa.
I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.
I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice, avranno sezione trapezoidale con basi di ….. e …. cm ed altezza media di ……cm, oppure con basi di ……..e …….. cm ed altezza media di …… cm.
Nel caso di impiego di elementi prefabbricati, ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché la certificazione attestanti le dimensioni dell'elemento. Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.
Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.
Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m^3 di sabbia.

Sezione III
Impianti di illuminazione esterna

Art. 135. Impianti elettrici in generale

1.376 *Materiali e prescrizione di qualità dei materiali elettrici*

I materiali da impiegare devono essere conformi alle leggi e regolamenti vigenti, in particolare:

- D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 - *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;*
- legge 1° marzo 1968, n. 186 - *Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;*
- legge 18 ottobre 1977, n. 791 - *Attuazione della direttiva del consiglio della Comunità europea (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;*
- D.M. del 15 dicembre 1978 - *Designazione del comitato elettrotecnico italiano di normalizzazione elettrotecnica ed elettronica;*
- D.M. 10 aprile 1984 - *Disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radiodisturbi provocati dagli apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti muniti di starter;*
- legge 17 aprile 1989, n. 150 - *Attuazione della direttiva 82/130/CEE e norme transitorie concernenti la costruzione e la vendita di materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva;*
- legge 5 marzo 1990, n. 46 - *Norme per la sicurezza degli impianti;*
- D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447 - *Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti ;*
- D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 - *Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione ;*
- D.Lg. 25 novembre 1996, n. 626 - *Attuazione della direttiva 93/68/CEE, in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;*
- D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162 - *Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio .*
Dovranno essere rispondenti alle norme CEI, UNI e alle tabelle di unificazione UNEL vigenti in materia ove queste, per detti materiali e apparecchi, risultassero pubblicate e corrispondere alle specifiche prescrizioni progettuali.
La rispondenza dei materiali e degli apparecchi dovrà essere attestata, ove previsto, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o di contrassegno equipollente (**ENEC-03**).

Norme impianti elettrici
- **CEI 64-7** - *Impianti elettrici di illuminazione pubblica*.
- **CEI 64-8** - *Impianti elettrici utilizzatori. Norme generali;*
- **CEI 23-17** - *Tubi protettivi pieghevoli autorinvenenti di materiale termoplastico autoestinguente;*
- **CEI 17-13/1** - *Quadri elettrici;*
- **CEI 20-15** - *Cavi isolati con gomma G1 con grado d'isolamento non superiore a 4 (per sistemi elettrici con tensione nominale sino a 1kV);*
- **CEI 20-19** - *Cavi isolati con gomma con tensione nominale Uo/U non superiore a 450/750V, fasc. 662;*
- **CEI 20-22** - *Prova dei cavi non propaganti l'incendio;*
- **CEI 20-35** - *Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco. Parte 1: prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale;*
- **CEI 20-37** - *Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici;*
- **CEI 20-38** - *Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1 - tensione nominale Uo/U non superiore a 0,6/1 kV;*
- **CEI 23-8** - *Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro ed accessori, fasc. 335;*
- **CEI 23-51**- *Quadri di uso domestico e similari*;
- **CEI 64-9** - *Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare, fasc. 1020;*
- **CEI 34-2** - *Apparecchi d'illuminazione, fasc. 1348;*

1.377 *Oneri specifici per l'appaltatore*
L'appaltatore ha l'obbligo di fornire depliant e ove possibile campioni di almeno tre marche di ogni componente dell'impianto per consentire la scelta al direttore dei lavori.
Per i corpi illuminanti l'appaltatore dovrà fornire appositi campioni, da conservare in appositi locali. I materiali non accettati dovranno essere sostituiti ed allontanati dal cantiere.
Eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali dovranno essere segnalate al direttore dei lavori.

1.378 *Modalità di esecuzione degli impianti*
Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali.
In generale l'appaltatore dovrà seguire le indicazioni del direttore dei lavori in caso di problemi di interpretazioni degli elaborati progettuali.
Al termine dell'esecuzione degli impianti, l'appaltatore dovrà rilasciare l'apposito certificato di conformità previsto dalla legge n. 46/1990.

Art. 136. Cavidotti

1.379 *Esecuzione di cavidotti*
I cavi interrati, secondo la norma **CEI 11-17**, art. 2.3.11, possono essere collocati nei seguenti modi:
- direttamente nel terreno;
- entro tubi;
- in condotti o cunicoli.

In tutti i casi i cavi dovranno essere muniti di guaina.

1.380 *Posa direttamente nel terreno*
I cavi posati direttamente nel terreno dovranno essere collocati ad almeno 50 cm di profondità ed essere dotati di protezione supplementare per evidenziarne la presenza. Tale protezione non è richiesta per i cavi realizzati con armatura metallica costituita da fili di spessore di almeno 0,8 mm.
I cavi dovranno essere posti su letto di sabbia o terra vagliata per evitare danneggiamenti al cavo durante la posa in opera e il successivo riempimento.

1.381 *Posa entro tubazione interrata*
I cavi posati direttamente nel terreno dovranno essere collocati ad almeno 50 cm di profondità ed essere dotati di protezione supplementare per evidenziarne la presenza.
Con riferimento alla norma **CEI 23-46**, in caso di impiego di tubazioni resistenti ad azioni meccaniche da normali attrezzi da scavo non è richiesta una profondità minima di collocazione.

1.382 *Posa in condotti o cunicoli interrati*
In caso di condotti o cunicoli interrati non è richiesta alcuna profondità minima di collocazione.

1.383 *Distanze di rispetto dei cavi interrati*
Le distanze di rispetto dei cavi interrati da altri cavi, tubazioni e strutture metalliche di altri servizi devono rispettare particolari distanze minime.

1.383.1 Distanza da cavi di telecomunicazione
In presenza di intersezione con cavi di telecomunicazione direttamente interrati, secondo la norma CEI 11-17, dovrà essere rispettata una distanza minima di almeno 30 cm, inoltre il cavo superiore dovrà essere protetto per almeno 100 cm. La protezione, realizzata in tubo o canaletta in acciaio inossidabile o zincato, dovrà avere uno spessore di almeno 2 mm. Per distanze inferiori a 30 cm dovrà essere realizzata la protezione anche per il tubo inferiore.
Nel caso di cavi paralleli dovrà essere rispettata la distanza minima di 30 cm.

1.383.2 Distanza da tubazioni metalliche
In presenza di intersezione con cavi di tubazioni metalliche direttamente interrati, secondo la norma CEI 11-17, dovrà essere rispettata una distanza minima di almeno 50 cm. Tale distanza potrà essere ridotta a 30 cm qualora il cavo venga interposto con un elemento separatore non metallico o altro materiale isolante.
Deve essere rispettata la distanza mimima di 100 cm delle connessioni dall'intersezione tra le due tubazioni.
Nel caso di cavi paralleli dovrà essere rispettata la distanza minima di 30 cm. Il punto 4.3.02.b della CEI 11-17, adottando particolari accorgimenti, consente distanze inferiori.

1.383.3 Distanza da serbatoi contenente fluidi infiammabili
In presenza di serbatoi interrati contenente fluidi infiammabili i cavi direttamente interrati debbono distare almeno 10 cm dalle superfici esterne dei serbatoi.

1.383.4 Distanza da gasdotti
Per le distanze da gasdotti valgono le stesse considerazioni per le tubazioni metalliche.

1.384 *Esecuzione di cavidotti lungo strade esistenti*
L'esecuzione dei cavidotti lungo le strade esistenti dovrà essere eseguita con le seguenti modalità:
— il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in conglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliasfalto munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di 25 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
— esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nei disegni progettuali;

— fornitura e posa, nel numero stabilito nel progetto, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno di ….. mm, peso ….. g/m, per il passaggio dei cavi elettrici. Le giunzioni fra tubi e il collegamento dei tubi con pozzetti saranno eseguite mediante idonee sigillature;
— la posa delle tubazioni in plastica del diametro esterno di 100 mm verrà eseguita mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno o a due impronte per tubi del diametro di 110 mm. Detti elementi saranno posati ad un'interdistanza massima di 1,50 m, al fine di garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo ed assicurare in tal modo il completo conglobamento della stessa nel cassonetto di calcestruzzo;
— formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente lisciato in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;
— il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dalla direzione dei lavori. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto di calcestruzzo.
— le linee sotterranee in cavo dovranno essere poste almeno a 0,70 m dalla superficie del terreno e difese dalle varie eventuali sollecitazioni con adatte opere. Le derivazioni dovranno essere eseguite all'interno di appositi pozzetti.

Art. 137. Pozzetti

1.385 *Generalità*
I pozzetti dovranno essere collocati in corrispondenza delle derivazioni, dei punti luminosi e dei cambi di direzione.
I chiusini dei pozzetti debbono essere di tipo carrabile quando sono realizzati lungo strade o passi carrai.

1.386 *Raggi di curvatura*
Il raggio minimo di curvatura dei cavi privi di rivestimento metallico dovrà essere non inferiore a 12 volte il diametro esterno del cavo. Per i cavi con rivestimento metallico il raggio dovrà essere almeno 14 volte il diametro.

1.387 *Pozzetti con chiusino in ghisa*
Nell'esecuzione dei pozzetti dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:
— formazione di platea in calcestruzzo dosata a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua;
— formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento;
— conglobamento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto; sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
—formazione, all'interno dei pozzetti, di rinzaffo in malta di cemento grossolanamente lisciata;
— fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa, completo di telaio, per traffico incontrollato, luce netta 50 cm x 50 cm, peso ca. 90 kg, con scritta "Illuminazione Pubblica" sul coperchio;
— riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati.

1.388 *Pozzetto prefabbricato interrato*
È previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile.
Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

Art. 138. Blocchi di fondazioni - Pali di sostegno

1.389 *Blocchi di fondazione dei pali*
Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nei disegni progettuali.
Dovranno inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni:
— esecuzione della scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
— formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto;
— esecuzione della nicchia per l'incastra del palo, con l'impiego di cassaforma;
— fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica del diametro esterno di …. mm per il passaggio dei cavi;
— riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata;
— sistemazione del cordolo in pietra eventualmente rimosso.
Per tutte le opere elencate nel presente articolo è previsto dall'appalto il ripristino del suolo pubblico.

Il dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto non darà luogo a nessun ulteriore compenso.

1.390 *Pali di sostegno*

I pali di sostegno delle lampade per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme **UNI-EN 40**. Dovrà curarsi il perfetto allineamento nel senso orizzontale, la perfetta posa in opera verticale in modo che la sommità di ogni sostegno venga a trovarsi all'altezza prefissata.
È previsto l'impiego di pali d'acciaio di qualità almeno pari a quello Fe 360 grado B o migliore, secondo norma **CNR-UNI 7070/82**, a sezione circolare e forma conica (forma A2 - norma **UNI-EN 40/2**) saldati longitudinalmente secondo norma **CNR-UNI 10011/85**.
Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nei disegni progettuali. In corrispondenza del punto di incastro del palo, nel blocco di fondazione dovrà essere riportato un collare di rinforzo della lunghezza di 40 cm, dello spessore identico a quello del palo stesso e saldato alle due estremità a filo continuo.
Per il fissaggio dei bracci o dei cordoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie di tre fori cadauna sfalsati tra di loro di 120° con dadi riportati in acciaio INOX M10 x 1 saldati prima della zincatura.
Le due serie di fori dovranno essere poste rispettivamente a 5 cm ed a 35 cm dalla sommità del palo. Il bloccaggio dei bracci o dei cordoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acciaio INOX M10 x 1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio INOX dei tipo X12 Cr13 secondo norma **UNI 6900/71**.
Nei pali dovranno essere praticate numero due aperture delle seguenti dimensioni:
— un foro ad asola della dimensione 150 mm x 50 mm, per il passaggio dei conduttori, posizionato con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo;
— una finestrella d'ispezione delle dimensioni 200 mm x 75 mm; tale finestrella dovrà essere posizionata con l'asse orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del braccio o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo e collocata dalla parte opposta al senso di transito del traffico veicolare, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra dei livello del suolo. La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare oppure, solo nel caso sussistano difficoltà di collocazione della morsettiera e previo benestare del direttore dei lavori, con portello in rilievo, adatto al contenimento di detta morsettiera, sempre con bloccaggio mediante chiave triangolare.
Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP 33 secondo norma **CEI 70-1**. La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II.
Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la norma **CEI 7-6 (1968)**.
Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile, serie pesante, diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi, come da disegni "particolari". Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o cordoli zincati a caldo secondo norma **UNI-EN 40/4** ed aventi le caratteristiche dimensionali indicate nei disegni progettuali.

Art. 139. Linee per energia elettrica

L'appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia.
Sono previsti cavi per energia elettrica identificati dalle seguenti sigle di designazione:
— cavi unipolari con guaina con sezione sino a 6 mm²:
cavo 1 x a UG5R-0,6/1 kV
— cavi unipolari con guaina con sezione superiore a 6 mm²:
cavo 1 x a RG5R-0,6/i kV
— cavi bipolari della sezione di 2,5 mm²:
cavo 2 x 2,5 UG5OR-0,6/1 kV
Tutti i cavi saranno rispondenti alla norma **CEI 20-13** e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ o equivalente. Nelle tavole allegate sono riportati schematicamente, ma nella reale disposizione planimetrica, il percorso, la sezione ed il numero dei conduttori.
L'appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato negli elaborati progettuali, salvo eventuali diverse prescrizioni della direzione dei lavori.
Tutte le linee dorsali d'alimentazione, per posa sia aerea che interrato, saranno costituite da quattro cavi unipolari uguali. In alcune tratte terminali d'alimentazione saranno impiegati cavi tripolari con sezione di 2,5 mm^2. I cavi per la derivazione agli apparecchi di illuminazione saranno bipolari, con sezione di 2,5 mm².

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa. Per i cavi unipolari la distinzione delle fasi e del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina protettiva. È consentita l'apposizione di fascette distintive ogni tre metri in nastro adesivo, colorate in modo diverso (marrone fase R - bianco fase 5 - verde fase T - blu chiaro neutro).
I cavi infilati entro pali o tubi metallici saranno ulteriormente protetti da guaina isolante.

Art. 140. Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione di 2,5 mm², sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II , tipo SGVP collocata nell'alloggiamento di cui all'art. 26 con transito nella medesima dei cavi unipari di dorsale. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi; per tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto altresì un sezionamento dell'intera linea facendo transitare le tre fasi ed il neutro in una cassetta di connessione collocato nell'asola di un palo secondo indicazione del direttore dei lavori.
Per le giunzioni o derivazioni su cavo unipolare, con posa in cavidotto, è previsto l'impiego di muffole tipo …… o similare. Dette muffole dovranno essere posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o prefabbricati.
Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato; tale guaina dovrà avere rigidità dielettrica ~ 10 kV/mm; il tipo di guaina isolante dovrà comunque essere approvato dal direttore dei lavori.

Art. 141. Fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione

1.391 *Grado di protezione*
Tutti gli apparecchi di illuminazione devono avere il grado di protezione interno minimo:
— apparecchi per illuminazione stradale "aperti" (senza coppa o rifrattore)
vano ottico = IP X 3
vano ausiliari = IP23
"chiusi" (con coppa o rifrattore)
vano ottico = IP54
vano ausiliari = IP23
— proiettori su torri faro o parete (verso il basso) IP65
— proiettori sommersi = IP68
Gli apparecchi dovranno altresì essere realizzati in Classe II ed essere rispondenti all'insieme delle norme:
— **CEI 34-21** fascicolo n. 1034(1987) e relative varianti
— **CEI 34-30** fascicolo n. 773 (1986) e relative varianti "proiettori per illuminazione"
— **CEI 34-33** fascicolo n. 803 (1986) e relative varianti "apparecchi per illuminazione stradale"
In ottemperanza alla norma **CEI 34-21**, i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati di lampade ed ausiliari elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle norme CEI di riferimento.
Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.
I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione devono essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.

1.392 *Prove*
Tali apparecchi devono essere provati secondo le prescrizioni della norma **CEI 34-24** e si riterranno conformi quando la differenza tra le due tensioni di lampada (in aria libera ed all'interno dell'apparecchio) è inferiore a:
— 12 V per le lampade do 400 W bulbo tubolare chiaro;
— 7 V per le lampade da 400 W bulbo ellissoidale diffondente;
—10 V per le lampade da 250 W (tutti i due tipi);
—7 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo tubolare chiaro;
— 5 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo ellissoidale diffondente.
Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 - marcatura della norma **CEI 34-21**.

1.393 *Requisiti per la prevenzione dell'inquinamento luminoso*
Gli apparecchi di illuminazione dovranno avere caratteristiche per la prevenzione dell'inquinamento luminoso mediante l'uso di lampade full cut-off con vetro piano e trasparente.

In particolare i corpi illuminanti posti in opera dovranno avere un'emissione nell'emisfero superiore (cioè con $\gamma \geq 90°$) non superiore allo 0% del flusso totale emesso.
Apparecchi di illuminazione con valori superiori di emissione verso l'alto sino al massimo del 3% del flusso luminoso totale emesso, potranno, previa preventiva autorizzazione ed a seguito di reali necessità impiantistiche, essere installati.

1.394 *Documentazione tecnica*
La documentazione tecnica dovrà comprendere la misurazione fotometrica dell'apparecchio, effettuata secondo le norme in vigore, sia in forma tabellare su supporto cartaceo che sotto forma di file standard.
Tale documentazione dovrà specificare tra l'altro:
- temperatura ambiente durante la misurazione;
- tensione e frequenza di alimentazione della lampada;
- norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
- identificazione del laboratorio di misura;
- specifica della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
- nome del responsabile tecnico di laboratorio;
- corretta posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
- tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e classe di precisione.
- Questi dati devono essere accompagnati da una dichiarazione sottoscritta dal responsabile tecnico di laboratorio che attesti la veridicità della misura.

Gli apparecchi devono inoltre essere forniti della seguente ulteriore documentazione:
— angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale a cui deve essere montato l'apparecchio. In genere l'inclinazione deve essere nulla (vetro di protezione parallelo al terreno).
— diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferite a 1..000 lumen;
— diagramma del fattore di utilizzazione;
—classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° (88°) ed a 80° rispetto alla verticale e alla direzione dell'intensità luminosa massima (I max) sempre rispetto alla verticale.
Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, nell'ipotesi che non sia già stato definito nel disegno dei particolari, dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei lavori.
Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere di Classe II e pertanto si dovrà porre la massima cura nell'esecuzione dei collegamenti elettrici affinché in essi sia mantenuto il doppio isolamento.

Art. 142. Fornitura e posa del contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione

L'appaltatore provvederà alla fornitura e posa presso il punto di consegna indicato dal progetto di un contenitore in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro del formato approssimativo di: larghezza 70-75 cm, altezza da terra 140-150 cm, profondità 30-40 cm con grado di protezione interna minimo 1P 54 (CEI 70-1).
Tale contenitore dovrà essere diviso verticalmente in due vani con aperture separate di cui una destinata a contenere il gruppo di misura installata dall'ente distributore; la relativa serratura di chiusura dovrà essere installata previo accordi con gli organismi territoriali competenti dall'ente medesimo. Il contenitore dovrà appoggiare su apposito zoccolo in calcestruzzo prefabbricato o realizzato in opera che consenta l'ingresso dei cavi sia del distributore dell'energia elettrica che dell'impianto in oggetto. Sono altresì a cura dell'appaltatore le opere murarie e di scavo per l'ingresso nel contenitore dei cavi dell'ente distributore.
Il secondo vano dovrà contenere le apparecchiature di comando, di sezionamento, e di protezione così come definite nello schema unifilare indicato nel disegno "particolari". L'apertura di tale vano dovrà essere munita di apposita serratura.
Il quadro elettrico ivi contenuto dovrà essere realizzato con isolamento in Classe II, come il resto dell'impianto di illuminazione.
Le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi alle corrispondenti norme CEI; in particolare i teleruttori dovranno avere le caratteristiche secondo la norma **CEI 17-3 fascicolo 252**.
L'appaltatore dovrà altresì provvedere alla fornitura, posa e collegamento di un interruttore crepuscolare fotoelettrico adatto all'installazione esterna in posizione idonea e protetta da eventi accidentali o vandalici con le seguenti caratteristiche: Classe di Isolamento II, grado IP 54, valore di intervento 10 + 2 Lux, carico massimo alimentarie 5A.
Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo norme CEI 64-8 fascicolo 1.000 ed.giugno/1987 capitolo VI sezioni 1 e 3.
Il tipo di contenitore, le apparecchiature ivi contenute ed il relativo quadro dovranno comunque avere la preventiva approvazione del direttore dei lavori.

Art. 143. Impianto di terra – Dispersori

L'impianto non prevede la messa a terra degli apparecchi di illuminazione e delle altre parti metalliche, in quanto tutto il sistema sarà realizzato con doppio isolamento (Classe II). Qualora, per particolari esigenze, venissero impiegati apparecchi di illuminazione sprovvisti di isolamento in Classe II, oppure sia necessario realizzare la protezione delle strutture contro i fulmini, occorre realizzare l'impianto di terra.
Gli apparecchi di illuminazione saranno collegati ad una terra di sezione adeguata, comunque non inferiore ai 16 mm^2 , i conduttori di terra e di protezione avranno guaina di colore giallo-verde e saranno di tipo H07 V.
La linea dorsale sarà collegata al dispersore unico mediante conduttore isolato, della sezione minima di 16 mm^2 di tipo H07 V-R, protetto con tubazione nei tratti discendenti.
Tenendo conto che il dispersore sarà unico, sia per la protezione contro i fulmini che per la protezione contro i contatti indiretti, esso dovrà rispondere alle prescrizioni delle norme **CEI 81-1/1 984, 64-8/1987** e **11-8/1989**.
I dispersori saranno dei tipo a puntazza componibile, posati entro appositi pozzetti di ispezione di tipo carreggiabile, in resina rinforzata; tutti i dispersori dovranno essere collegati fra di loro.
Sia i dispersori a puntazza, che i pozzetti di ispezione dovranno essere preventivamente approvati dalla direzione dei lavori.

Capitolo 7
OPERE A VERDE

Art. 144. Terra da coltivo riportata

La terra da coltivo prima della messa in opera dovrà essere accettata dalla direzione dei lavori, in merito ai seguenti valori:
- PH minore o uguale al 6
- calcare totale maggiore o uguale al 5%
- sostanze organiche minori di 1,5 %
- azoto totale minore di 0,1 %
- fosforo ammissibile minore di 30 ppm
- potassio assimilabile minore del 2%
- conducibilità idraulica minore di 0,5 cm x ora
- conducibilità Ece

La terra da coltivo dovrà essere priva di pietre, elementi di tronchi, rami, radici ed altri elementi che ne possano ostacolare la lavorazione agronomica durante la posa in opera.

Norme di riferimento:
CNR – Guida alla descrizione del suolo, 1987.
S.I.S.S. – Metodi normalizzati di analisi del suolo.

Art. 145. Substrati di coltivazione

I substrati di coltivazione (terricciato di letame, terriccio di castagno, terra d'erica, terriccio di foglie di faggio, terriccio di bosco, sfagno, torba, miscugli tra vari substrati) dovranno essere forniti in confezioni sigillate, nelle quali è riportata la quantità, i tipo e le caratteristiche del contenuto. In assenza di tali informazioni l'appaltatore dovrà produrre alla direzione dei lavori prima della messa in opera i risultati delle analisi.
La fornitura delle analisi è obbligatoria in caso di substrati non confezionati e privi delle indicazioni riportate sulla confezione; l'appaltatore (ad esclusione della torba e dello sfagno) dovrà fornire indicazioni sui seguenti parametri:
- sostanza organica;
- azoto nitrico;
- azoto ammoniacale;
- densità apparenti riferita ad uno specificato tenore di umidità;
- capacità idrica di campo;
- conducibilità Ece

L'eventuale sostituzione dei substrati non confezionati con altri componenti (sabbia lavata, perlite, polistirolo espanso, pomice, pozzolana, argilla espansa, ecc.) deve essere autorizzata dalla direzione dei lavori.

Norme di riferimento:
Legge 19 ottobre 1984, n. 748 - Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti
CNR – Guida alla descrizione del suolo, 1987.
S.I.S.S. – Metodi normalizzati di analisi del suolo.

Art. 146. Concimi organici e minerali

1.395 *Concimi organici*
I concimi minerali ed organici dovranno essere rispondenti alle prescrizioni normative vigenti e nel rispetto delle prescrizioni contrattuali. Eventuali sostituzioni dovranno essere autorizzate dalla direzione dei lavori, in base a specifiche analisi di laboratorio e specie della pianta da mettere a dimora.

a) Concimi organici azotati.
I Concimi organici azotati debbono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarato, azoto organico, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili né di fosforo né di potassio, a meno che questo non costituisca parte integrante di matrici organiche.

b) Concimi organici NP.
I concimi organici NP debbono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarati, azoto organico e fosforo, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio. È consentita, nei casi previsti, la dichiarazione dell'anidride fosforica totale quando il fosforo, anche se non in forma organica, costituisce parte integrante di matrici organiche.

1.396 *Concimi minerali*

1.396.1 Concimi minerali semplici

a) Concimi minerali azotati semplici.
Debbono contenere, espressamente dichiarato, azoto in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo o di potassio.
b) Concimi minerali fosfatici semplici.
Debbono contenere, espressamente dichiarato, fosforo in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di potassio.
c) Concimi minerali potassici semplici.
Debbono contenere, espressamente dichiarato, potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di fosforo.

1.396.2 Concimi minerali composti

a) Concimi minerali composti NP.
Debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto e fosforo in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio.

b) Concimi minerali composti NK.
Debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo.
c) Concimi minerali composti PK.
Debbono contenere, espressamente dichiarati, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto.
d) Concimi minerali composti NPK.
Debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi.

1.396.3 Concimi minerali a base di elementi secondari

Sono concimi a base di elementi secondari i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno degli elementi secondari: calcio, magnesio, sodio e zolfo. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

1.396.3.1 Concimi minerali a base di microelementi (oligo-elementi)

Sono concimi a base di microelementi i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno o più microelementi: boro, cobalto, rame, ferro, manganese, molibdeno e zinco. Possono anche contenere elementi secondari, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

1.397 *Acqua per innaffiamento*
L'acqua per innaffiamento delle piante non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa.
L'appaltatore a richiesta della direzione dei lavori dovrà fornire le necessarie analisi sulla qualità dell'acqua, il periodo di utilizzane in base alla temperatura.

1.398 *Estrazione dal vivaio e controllo delle piante*
1.399 *Generalità*
L'estrazione delle piante dal vivaio deve essere effettuata con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le radici principali e secondo le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale capillare ed evitare di spaccare, scortecciare o danneggiare la pianta. L'estrazione non deve essere effettuata con vento che possa disseccare le piante o in tempo di gelata. L'estrazione si effettua a mano nuda o meccanicamente; le piante potranno essere fornite a radice nuda o collocate in contenitori o in zolle. Le zolle dovranno essere imballate opportunamente con involucro di juta, paglia, teli di plastica o altro.
Prima della messa a dimora lo stato di salute e la conformazione delle piante devono essere verificate in cantiere e le piante scartate dovranno essere immediatamente allontanate.

Per ciascuna fornitura di alberi, sia adulti che giovani, un'etichetta attaccata deve indicare, attraverso una iscrizione chiara ed indelebile, tutte le indicazioni atte al riconoscimento delle piante (genere, specie, varietà e numero, nel caso la pianta faccia parte di un lotto di piante identiche, vivaio di provenienza).
La verifica della conformità dell'esemplare alla specie ed alla varietà della pianta si effettuerà nel corso del primo periodo di vegetazione che segue la messa a dimora.

1.400 *Alberi*
Gli alberi dovranno avere la parte aerea a portamento e forma regolare, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, a sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, in terreno troppo irrigato o concimato.
Le piante dovranno essere trapiantate un numero di volte sufficienti secondo le buone regole vivaistiche con l'ultima lavorazione alle radici, risalente a non più di tre anni secondo la seguente tabella.

Tabella 104.1. – Modalità di lavorazione

Foglia caduca	fino a circonferenza 12-15 cm fino a circonferenza 20-25 cm fino a circonferenza 30-35 cm	almeno 1 trapianto almeno 2 trapianti almeno 3 trapianti
	fino ad altezza di 2,00-2,50 m	almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad altezza di 2,50-4,00 m	almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
Sempre verdi	fino ad altezza di 2,50-4,00 m	almeno 2 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad altezza di 5,00-6,00 m	almeno 3 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza

L'apparato radicale, che dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane, dovrà essere racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello) con relativa terra di coltura o in zolla rivestita (paglia, plan plast, juta, rete metallica, fitocella).

Art. 147. Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora

Nell'intervallo compreso fra l'estrazione e la messa a dimora delle piante dovranno essere prese le precauzioni necessarie per la loro conservazione e per evitare traumi o disseccamenti nonché danni per il gelo.
Prima della messa a dimore delle piante, l'impresa appaltatrice, qualora ordinato dalla direzione dei lavori, dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, per collocare le piante su uno strato di fondo di spessore adeguato al tipo di pianta.
Le piante messe a dimora, non dovranno presentare radici allo scoperto nè risultare interrate oltre il livello di colletto.
Durante la messa a dimora l'eventuale imballo o contenitore della zolla dovrà essere tagliato al colletto e aperto lungo i lati o fianchi, ma non dovrà essere rimosso sotto la zolla.
Le buche dovranno essere riempite con terra da coltivo semplice oppure miscelata con torba ed opportunamente costipata. La direzione dei lavori potrà richiedere l'effettuazione di una concimazione localizzata, in modo da non provocare danni per disidratazione.
Dopo il riempimento, attorno alla pianta dovrà essere realizzata una conca o bacino, per consentire la ritenzione dell'acqua che deve essere somministrata in quantità abbondante, per agevolare la ripresa della pianta e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

Art. 148. Periodo di messa a dimora

La messa a dimora non dovrà essere eseguita in periodo di gelate né in periodi in cui la terra è imbibita d'acqua in conseguenza di pioggia o del disgelo.
Salvo diverse prescrizioni del direttore dei lavori, la messa a dimora degli alberi dovrà effettuarsi tenendo conto del clima, in funzione della regione e/o dell'altitudine.
Per le piante messe a dimora a stagione avanzata, dovranno comunque essere previste cure particolari per assicurarne l'attecchimento.

Art. 149. Preparazione delle piante prima della messa a dimora

Prima della messa a dimora, le eventuali lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più appropriati; le radici, se nude, dovranno essere ringiovanite recidendo le loro estremità e sopprimendo le parti traumatizzate o secche.
È tuttavia bene conservare il massimo delle radici minori soprattutto se la messa a dimora è tardiva.
Se si dovesse rendere necessaria la potatura della parte aerea della pianta, questa dovrà essere eseguita in modo da garantire un equilibrio fra il volume delle radici e l'insieme dei rami.

Art. 150. Preparazione delle buche e dei fossi per la messa a dimora delle piante

Le buche e i fossi per la messa a dimora di piante dovranno essere di dimensioni ampie ovvero in rapporto alle caratteristiche delle piante da mettere a dimora, con una larghezza ed una profondità corrispondenti ad almeno 1,5 volte il diametro e rispettivamente l'altezza dell'apparato radicale delle pianta o del pane.
I lavori per l'apertura di buche e fosse delle piante dovranno essere effettuati dopo i movimenti di terra a carattere generale prima dell'eventuale apporto di terra vegetale.
I materiali provenienti dagli scavi non riutilizzabili, perché non ritenuti idonei, dovranno essere allontanati dal cantiere a cura e spese dell'impresa e sostituiti con terra idonea.
Se necessario, le pareti ed il fondo delle buche o fosse sono opportunamente spicconati perché le radici possano penetrare in un ambiente sufficientemente morbido ed aerato.
Salvo diverse prescrizioni della direzione dei lavori, buche e fosse potranno essere aperte manualmente o meccanicamente e non dovranno restare aperte per un periodo superiore ad otto giorni.

Art. 151. Carico, trasporto e accatastamento delle piante

Le piante, provenienti dai vivai o dalla campagna, dovranno essere caricate ordinatamente sui mezzi da trasporto, disponendo vicino le piante della stessa specie e dimensioni. Dovrà evitarsi l'essiccamento durante il trasporto utilizzando veicoli idonei.
L'appaltatore dovrà comunicare alla direzione dei lavori la data di consegna delle piante in cantiere ai fini della loro verifica ed accettazione.
In cantiere le piante dovranno essere accatastate per un tempo massimo di ……. giorni/ore avendo cura di evitare l'essicazione ed il surriscaldamento, compensando le perdite di umidità verificatesi durante il trasporto.

1.401 *Messa a dimora di piante*
1.402 *Generalità*
Prima della messa a dimore delle piante, l'impresa appaltatrice, qualora ordinato dalla Direzione dei lavori, dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, per collocare le piante su uno strato di fondo di spessore adeguato al tipo di pianta.
Le piante messe a dimora non dovranno presentare radici allo scoperto ne risultare interrate oltre il livello di colletto.
Durante la messa a dimora l'eventuale imballo o contenitore della zolla dovrà essere tagliato al colletto e aperto lungo i lati o fianchi, ma non dovrà essere rimosso sotto la zolla.

1.403 *Collocazione delle piante e riempimento delle buche*
Sul fondo della buca dovrà essere disposto uno strato di terra vegetale, con esclusione di ciottoli o materiali impropri per la vegetazione, sulla quale verrà sistemato l'apparato radicale.
La pianta dovrà essere collocata in modo che il colletto si trovi al livello del fondo della conca di irrigazione. L'apparato radicale non deve essere compresso, ma sarà spostato.
La buca di piantagione dovrà poi essere colmata con terra da coltivo semplice oppure miscelata con torba ed opportunamente costipata. La compattazione della terra dovrà essere eseguita con cura in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non lasciare sacche d'aria;
La direzione dei lavori potrà richiedere l'effettuazione di una concimazione localizzata, in modo non provocare danni per disidratazione.

1.404 *Conche di irrigazione*
La terra dovrà essere sistemata al piede della pianta in modo da formare intorno al colletto una piccola conca; l'impresa dovrà effettuare una prima irrigazione in quantità abbondante che fa parte dell'operazione di piantagione, per agevolare la ripresa della pianta e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

1.405 *Pali di sostegno, ancoraggi e legature*

La direzione dei lavori dovrà verificare che gli alberi e gli arbusti messi a dimora risultino dotati di pali di sostegno, di diametro ed altezza in funzione delle piante.
I pali di sostegno o tutori dovranno essere dritti, scortecciati ed appuntiti nella parte di maggiore diametro. La parte appuntita da collocarsi nel terreno dovrà essere trattata e resa imputrescibile per un'altezza di almeno 10 cm. La direzione dei lavori potrà autorizzare l'impiego di pali in legno di produzione industriale, appositamente trattati allo scopo.
A discrezione della direzione dei lavori i pali potranno essere sostituiti con ancoraggi in funi d'acciaio dotati di tendifilo.
Le legature dovranno essere costituite da materiale elastico o corde di canapa, è vietato l'impiego di filo di ferro.
La direzione dei lavori potrà ordinare di inserire tra tronco e tutore un apposito cuscinetto antifrizione in modo da evitare eventuali danni alla corteccia.

Art. 152. Tappeti erbosi in strisce e zolle

Le zolle erbose dovranno essere fornite in forme regolari (rettangolari, quadrati o a strisce).
Le strisce dovranno essere fornite arrotolate, mentre le zolle dovranno essere fornite su pallet.
Le zolle dovranno avere uno spessore da 3 a 6 cm, secondo la specifica destinazione e le caratteristiche del supporto.
La direzione dei lavori, prima della posa in opera, dovrà verificare la corretta preparazione del terreno (rullatura, battitura, sabbiatura, trattamenti fertilizzanti, e quant'altro necessario).
Il prato, una volta ultimato, potrà essere utilizzato non prima di 30 giorni.

Art. 153. Scarpate in rilevato o in scavo

Le scarpate in rilevato o in scavo ed in genere tutte le aree destinate a verde, dovranno essere rivestite con manto vegetale, appena ultimata la loro sistemazione superficiale, adottando specie caratterizzate da un potente apparato radicale e idoneo a formare una stabile copertura vegetale.
Eventuali erosioni, solcature, buche o altre imperfezioni dovranno essere riprese con idoneo terreno agrario, riprofilando le superfici, secondo le pendenze di progetto; dovrà essere curata in modo particolare la conservazione ed eventualmente la sistemazione delle banchine dei rilevati.
Tutte le superfici dovranno presentarsi perfettamente regolari, eliminando anche eventuali tracce di pedonamento.

Art. 154. Semine

Le superfici da rivestire mediante semina, secondo le previsioni di progetto, dovranno essere preparate come descritto al precedente paragrafo.
La concimazione, dovrà essere effettuata in due fasi: all'atto della semina dovranno essere somministrati i concimi fosfatici e potassici; i concimi azotati dovranno essere somministrati a germinazione avvenuta.
Si procederà quindi alla semina di un miscuglio di erbe da prato perenni con l'impiego di 200 kg di seme per ettaro di superficie.
Nella tabella seguente è riportata la composizione di cinque miscugli da impiegare a seconda delle caratteristiche dei terreni e delle particolari condizioni climatiche e/o ambientali.

Tabella 112.1. – Composizione di miscugli

Specie	Tipo di miscuglio				
	A	B	C	D	E
	kg di seme per ettaro				
Lolium Italicum	-	38	23	50	-
Lolium Perenne	-	38	23	50	-
Arrhenatherum Elatius	50	-	-	-	33
Dactylis Glomerata	5	42	23	20	-
Trisetum Plavescens	12	8	5	-	-
Festuca Pratensis	-	-	47	33	-
Festuca Rubra	17	12	15	10	-
Festuca Ovina	-	-	-	-	10
Festuca Hetereophilla	-	-	-	-	15
Phleum Pratense	-	12	12	20	-
Alopecurus Fratensis	-	20	18	26	-
Cynosurus Cristatus	-	-	-	-	5
Poa Pratensis	5	38	30	7	3

Agrostis Alba	-	10	7	7	-
Antoxanthum odoratum	-	-	-	-	2
Bromus Erectus	-	-	-	-	25
Bromus Inermis	66	-	-	-	20
Trifolium Pratense	13	8	10	7	-
Trifolium Repens	-	12	7	-	-
Trifolium Hibridum	-	-	-	10	-
Medicago Lupolina	5	-	-	-	10
Onobrychis Sativa	-	-	-	-	67
Antillis Vulneraria	17	-	-	-	5
Lotus Cornicolatus	10	-	3	10	5
Totale kg	200	200	200	200	200

Di seguito si riporta lo schema della compatibilità dei miscugli con i vari tipi di terreno:

Tabella 112.2. – Compatibilità di miscugli

Tipo di miscuglio	Caratteristiche dei terreni
Miscuglio A	Terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano
Miscuglio B	Terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili
Miscuglio C	Terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili
Miscuglio D	Terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi
Miscuglio E	Terreni di medio impasto, in clima caldo e secco

L'impresa dovrà comunicare alla direzione dei lavori la data della semina, affinché possano essere fatti i prelievi dei campioni di seme da sottoporre a prova e per il controllo delle lavorazioni.
L'impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà essere effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volumi e peso quasi uguali, mescolati fra loro e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.
Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.
La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano con erpice a sacco.
Dopo la semina il terreno dovrà essere rullato e l'operazione dovrà essere ripetuta a germinazione avvenuta.

Art. 155. Idrosemina

Dopo che le superfici da rivestire saranno state opportunamente preparate, l'impresa procederà al rivestimento mediante idrosemina impiegando una speciale attrezzatura in grado di effettuare la proiezione a pressione di una miscela di seme, fertilizzante, collante ed acqua.
Tale attrezzatura, composta essenzialmente da un gruppo meccanico erogante, da un miscelatore-agitatore, da pompe, raccordi, manichette, lance, ecc., dovrà essere in grado di effettuare l'idrosemina in modo uniforme su tutte le superfici da rivestire, qualunque sia l'altezza delle scarpate.
I materiali dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della direzione dei lavori che disporrà le prove ed i controlli ritenuti opportuni.
I miscugli di seme da spandere, a seconda dei tipi di terreni da rivestire, dovranno essere impiegati nei quantitativi di ……., …… e …….. kg/ha, in relazione alle prescrizioni che la direzione dei lavori impartirà tratto per tratto, riservandosi inoltre di variare la composizione del miscuglio stesso, fermo restando il quantitativo totale di seme.
Dovrà essere impiegato fertilizzante ternario (PKN) a pronta, media e lenta cessione in ragione di …… kg/ha.
Per il fissaggio della soluzione al terreno e per la protezione del seme, dovranno essere impiegati in alternativa …… kg/ha di fibre di cellulosa, oppure ……. kg/ha di collante sintetico, oppure altri materiali variamente composti che, proposti dall'impresa, dovranno essere preventivamente accettati dalla direzione dei lavori.
Si effettuerà l'eventuale aggiunta di essenze forestali alle miscele di sementi, quando previsto in progetto.
Anche per l'idrosemina l'impresa è libera di effettuare il lavoro in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenga in modo regolare ed uniforme.

Art. 156. Spostamento di piante

Le piante da spostare, se non sono indicate nei documenti dell'appalto, dovranno preventivamente essere marcate sul posto.
Se non possono essere subito ripiantate, esse dovranno essere collocate in depositi provvisoriamente allestiti per assicurare la loro protezione contro le avversità atmosferiche e in genere contro tutti i possibili agenti di deterioramento.

Tabella 114.1. - Elenco delle piante da spostare

Esemplare	Genere	Specie	Varietà o cultivar	Forza	Osservazioni

Qualora non sia prevista a carico dell'impresa la garanzia di attecchimento, per le piante spostate andranno adottate le seguenti prescrizioni:
- modalità di estrazione (preparazione dell'apparato radicale, confezione in zolle, ecc.);
- condizioni di trasporto (eventuale obbligo di uso di particolari mezzi meccanici, ecc.);
- località e modalità di accantonamento;
- modalità per la messa a dimora (concimazioni, tutori, piantagioni, ecc.);
- modalità di manutenzione (frequenza e dose delle irrigazioni, utilizzazione di antitraspiranti, ecc.).

L'impresa ha l'onere della manutenzione delle piante messe a deposito.
Quando lo spostamento delle piante presenta il rischio di una cattiva ripresa dopo il trasferimento, l'impresa dovrà interrompere le operazioni di spostamento e informarne il direttore dei lavori, affinché si possano prendere i necessari accorgimenti.
Trascorse quarantotto ore dal recepimento dell'avviso di interruzione al direttore dei lavori, gli spostamenti potranno essere ripresi.

Art. 157. Protezione delle piante esistenti da conservare

Nelle aree non interessate dai lavori di pulizia del terreno le piante da conservare dovranno essere protetti con i dispositivi predisposti a cura dell'impresa prima dell'inizio di altri lavori. Questi dispositivi consisteranno in recinzioni e in corsetti di protezione. Salvo diverse motivate prescrizioni ed approvate dalla direzione dei lavori, le recinzioni dovranno seguire la proiezione al suolo dei rami esterni, ed essere alte almeno 1,30 m. I corsetti dovranno essere pieni, distaccati dal tronco ed alti almeno 2,00 m.
Le piante da conservare dovranno essere indicate in specifica planimetria o dovranno essere marcate preventivamente sul posto.
Le protezioni dovranno essere mantenute in buono stato durante tutta la durata dei lavori, come indicato nella seguente tabella:

Tabella 115.1. – Modalità di protezione delle piante

Esemplare n.	Modalità particolari di protezione

Art. 158. Protezione delle piante messa a dimora

L'impresa appaltatrice per prevenire eventuali danneggiamenti (transito di persone, animali, precipitazioni atmosferiche, ecc.) delle piante messe a dimora, previa autorizzazione della direzione dei lavori, dovrà approntare le necessarie opere di protezione.

Art. 159. Salvaguardia della vegetazione esistente

L'impresa appaltatrice è tenuta alla salvaguardia (protezione apparato radicale, fusto, chioma, ecc.) della vegetazione esistente, non interessata da lavori in appalto, da eventuali danneggiamenti (urti da parte dei mezzi meccanici e/o attrezzi pesanti, ecc.), anche se le piante non sono state indicate nei disegni progettuali o opportunamente contrassegnate prima dell'esecuzione dei lavori.
La direzione dei lavori potrà fornire all'appaltatore ulteriori comunicazioni in merito alle piante da salvaguardare.
Nel caso di danneggiamento di piante, l'appaltatore è tenuto a darne immediata comunicazione alla direzione dei lavori perché siano adottati i provvedimenti adeguati.

Art. 160. Manutenzioni colturali fino all'esecuzione del collaudo

Sino a quando non sia intervenuto con esito favorevole il collaudo definitivo dei lavori, l'impresa dovrà effettuare a sua cura e spese:
- la manutenzione degli impianti a verde curando in particolare lo sfalcio di tutte le superfici del corpo autostradale e sue pertinenze, seminate o rivestite da vegetazione spontanea, ogni qualvolta l'erba abbia raggiunto l'altezza media di 35 cm,;
- l'annaffiamento di tutte le piante, rivestimenti di scarpate, ecc.;
- il ripristino delle conche d'irrigazione qualora necessario;
- potatura;
- concimazione;
- falciature, diserbi e sarchiature;
- sistemazione delle parti danneggiate per erosione dovute a non corretta esecuzione.

La direzione dei lavori potrà prescrivere all'impresa di effettuare lo sfalcio in dette aree anche a tratti discontinui e senza che questo possa costituire motivo di richiesta di indennizzi particolari da parte dell'impresa stessa.
L'erba sfalciata dovrà prontamente essere raccolta da parte dell'impresa e trasportata fuori dalle pertinenze autostradali entro 24 ore dallo sfalcio.
La raccolta e l'allontanamento dell'erba dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la sua dispersione sul piano viabile, anche se questo non risulta ancora pavimentato e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e munito di reti di protezione.

Capitolo 8
ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI

Art. 161. Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio

1.406 *Resistenza caratteristica*

Agli effetti del punto 11.1 delle norme tecniche emanate con D.M. 14 settembre 2005 un conglomerato cementizio viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione. La resistenza caratteristica è definita come la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

1.407 *Controlli di qualità del conglomerato*

Il controllo di qualità, così come descritto più avanti, consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del conglomerato cementizio, garantendone così la conformità alle prescrizioni di progetto.

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

a) Valutazione preliminare di qualificazione.

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio: aggregati; cementi; acque ed additivi e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto: classe di resistenza e classe di consistenza (UNI EN 206-1).

Tutti i materiali forniti, se finalizzati all'esecuzione di elementi strutturali, devono essere forniti di un attestazione di conformità di livello **2+**. Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili.

b) Controllo di accettazione.

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l'esecuzione delle opere, si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali: la misura della resistenza a compressione di provini cubici; la misura della lavorabilità mediante l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc.

Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili.

c) Prove complementari.

Comprende tutta l'attività sperimentale che la direzione dei lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione e/o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

1.408 *Valutazione preliminare della resistenza caratteristica*

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi.

L'appaltatore resta comunque responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto seguente.

1.409 *Controllo di accettazione*

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera a quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nel:

- controllo tipo A
- controllo tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella 119.1. seguente:

Tabella 119.1.

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_I \geq R_{ck} - 3{,}5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3{,}5$ (N. prelievi 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1{,}48\ s$ (N. prelievi ≥ 15)

Ove:
R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm^2);
Ri = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm^2);
s = scarto quadratico medio.

Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

1.409.1 Controllo Tipo A

Il controllo di Tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m^3. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m^3 di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m^3 massimo di getto. Per ogni giorno di getto di calcestruzzo va comunque effettuato almeno un prelievo.
Siano R_1, R_2, R_3 le tre resistenze medie di prelievo, con:

$$R_1 \leq R_2 \leq R_3$$

Nelle costruzioni con meno di 100 m^3 di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.
Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le seguenti disuguaglianze:

$$R_m \geq R_{ck} + 3{,}5 \ (N/mm^2)$$
$$R_1 \geq R_{ck} - 3{,}5 \ (N/mm^2)$$

in cui:

$$R_m = \frac{R1 + R2 + R3}{3}$$

1.409.2 Controllo Tipo B

Nelle costruzioni con più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).
Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di conglomerato.
Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m³.
Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato, se risultano verificate entrambe le diseguaglianze:

$$R_m \geq R_{ck} + 1{,}48 \ s \quad (N/mm^2)$$
$$R_1 \geq R_{ck} - 3{,}5 \ (N/mm^2)$$

essendo R_m la resistenza media dei 15 o più prelievi, R_1 il valore minore dei 15 o più resistenze di prelievo ed *s* lo scarto quadratico medio.
Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione di risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard è valore medio).
Per calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,2 occorrono controlli molto accurati, anche in opera.

1.409.3 Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo

Il Direttore dei Lavori deve procedere direttamente al prelievo dei campioni necessari per le prove di accettazione che devono essere effettuate da uno dei laboratori contenuti nell'Albo dei Laboratori Ufficiali depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Il Laboratorio provvede alla maturazione ed alla conservazione dei provini per la determinazione della resistenza a compressione fino allo scadere del tempo previsto dal Direttore dei Lavori, secondo quanto previsto dalla norma **EN 12390**.
Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del direttore dei lavori, o di un tecnico di sua fiducia, che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc. La certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.
L'opera o la parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente rimossa dal direttore dei lavori, il quale deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine. Qualora gli ulteriori controlli confermino i risultati ottenuti, si dovrà procedere ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.
Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero soddisfacenti si può dequalificare l'opera, ovvero eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa.
I "controlli di accettazione" del calcestruzzo sono obbligatori per il direttore dei lavori.

1.410 *Prove complementari*

Le prove complementari si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).
Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.
Tali prove non potranno però essere sostitutive dei «controlli di accettazione» che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari.
Potranno servire al direttore dei lavori per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il «controllo di accettazione».

1.411 *Prelievo ed esecuzione della prova a compressione*

1.411.1 Prelievo di campioni

Il prelievo di campioni di calcestruzzo deve essere eseguito dalla direzione dei lavori, che provvede ad identificare i provini mediante sigle ed etichette ed a custodirli in idoneo locale prima della formatura e durante la stagionatura.
Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, per ogni giorno di getto e per un massimo di 100 m^3 forniti, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.
La campionatura minima per ciascun controllo di accettazione è di 3 prelievi di 2 cubetti ciascuno.
La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la «resistenza di prelievo», che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.
É obbligo del direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

1.411.2 Dimensioni dei provini

La forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica sono previste dalle **UNI EN 12390-3**. In generale i lato dei cubetti deve essere proporzionato alla dimensione massima dell'inerte.
La norma **UNI EN 12390-1** indica come dimensione del lato del provino quella pari ad almeno 3 volte la dimensione nominale dell'aggregato con cui è stato confezionato il calcestruzzo.
In generale ora debbono confezionarsi provini con le seguenti dimensioni nominali:
- cubetti di calcestruzzo, lato *b* (cm) = 10 –15 - 20 - 25 e 30. Tolleranza lunghezza lato ± 0,5%;
- provini cilindrici, diametro *d* (cm) = 10 – 11,30 – 15 – 20 – 25 – 30, altezza pari a 2 volte il diametro. Tolleranza altezza cilindro: ± 5%. Tolleranza perpendicolarità generatrice rispetto alla base del cilindro del provino: ± 0,5 mm.
- provini prismatici, lato di base *b* (cm) = 10 –15 - 20 - 25 e 30, lunghezza maggiore o uguale a 3,5 *b*. Tolleranza lato di base: ± 0,5%. Tolleranza perpendicolarità spigoli del provino: ± 5 mm.
- La tolleranza sulla planarità dei provini è di ± 0.000·6d (b).

1.411.3 Confezionamento dei provini

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere, deve essere opportunamente assestato e compattato per strati secondo le prescrizioni della **UNI 12390-2**, utilizzano uno dei seguenti metodi;
- barra d'acciaio a sezione quadra (25 mm x 25 mm) e lunghezza di almeno 38 cm;
- barra di acciaio a sezione circolare con ø 16 mm e lunghezza di almeno 60 cm;
- tavola vibrante, con diametro in funzione della dimensione più piccola dell'inerte con cui è stato confezionato il calcestruzzo;
- vibratore interno.

Il calcestruzzo prima di essere collocato nelle casseforme deve essere opportunamente rimiscelato in apposito recipiente. Il riempimento delle casseformi deve avvenire per strati; la norma **UNI 12390-2** indica almeno due strati con spessore non superiore a 10 cm.
Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua invece dovrà essere vibrato nella cubiera mediante tavola vibrante o vibratore ad immersione di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.
Dopo la costipazione la superficie di calcestruzzo nella parte superiore della casseforma deve essere rasata con righello metallico e lisciata con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione, fino alla sformatura.
La sformatura che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione ed in maniera da non danneggiare il provino.

1.411.4 Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini

Le casseformi calibrate per il confezionamento dei provini di calcestruzzo cubici, cilindrici e prismatici), secondo la **UNI EN 12390-1**, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.
Preferibilmente devono impiegarsi casseforme in acciaio o in ghisa, le giunture devono essere trattate con specifici prodotti (oli, grasso, ecc.) per assicurare la perfetta tenuta stagna.

Sulle dimensioni (lati e diametro) è ammessa una tolleranza dello ± 0,25%. Le tolleranze sulla planarità delle facce laterali e della superficie della piastra di base variano a seconda che si tratti di casseforme nuove o usate. Per le casseforme per provini cubici o prismatici è ammessa una tolleranza sulla perpendicolarità tra gli spigoli di ± 0,5 mm. Le modalità di misurazione delle tolleranze geometriche (planarità, perpendicolarità e rettilineità) e dei provini di calcestruzzo e delle casseforme sono illustrate nell'appendice A e B della norma **UNI EN 12390-1**.
Le caratteristiche costruttive delle casseformi devono essere idonee a prevenire eventuali deformazioni durante il confezionamento dei provini. Le casseformi in commercio sono realizzate in:
- materiale composito,di tipo compatto o scomponibile nel fondo e nelle quattro pareti laterali;
- polistirolo espanso, la sformatura del provino da tali casseforme ne comporta la distruzione;
- acciaio, scomponibili e dotate di separatori ad incastro nel caso di casseforme a più posti.

L'impiego di tali prodotti verrà autorizzato dal direttore dei lavori solo in presenza del certificato di qualità attestante che i requisiti prestazionali corrispondono a quelli previsti dalla **UNI EN 12390-1**

1.411.5 Marcatura dei provini

Il direttore dei lavori deve contrassegnare mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., i provini di calcestruzzo. Tali dati debbono essere annotati nel verbale di prelievo ai fini della individuazione dei campioni ed avere la conferma che essi siano effettivamente quelli prelevati in cantiere in contraddittorio con l'appaltatore.
Dopo la marcatura i provini devono essere inviati per l'esecuzione delle prove ai Laboratori Ufficiali. Il certificato di prova dovrà contenere tutti i dati dichiarati dal direttore dei lavori compreso il riferimento al verbale di prelievo.

1.411.6 Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere

Il verbale di prelievo dei cubetti di calcestruzzo che deve essere eseguito in cantiere dal direttore dei lavori in contraddittorio con l'impresa per l'esecuzione di prove presso laboratori ufficiali, deve contenere le seguenti indicazioni:
- località e denominazione del cantiere;
- requisiti di progetto del calcestruzzo;
- modalità di posa in opera;
- identificazione della betoniera;
- data ed ora del prelevamento;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- marcatura dei provini;
- modalità di compattazione nelle casseforme: barra d'acciaio a sezione quadra o a sezione circolare e relativo numero dei colpi necessari per l'assestamento, tavola vibrante, vibratore interno;
- modalità di conservazione dei provini prima della scasseratura;
- modalità di conservazione dei provini dopo la scasseratura.
- dichiarazione del direttore dei lavori o dell'assistente delle modalità di preparazione dei provini in conformità alle prescrizioni della norma **UNI 12390-2**;
- eventuali osservazioni sulla preparazione e conservazione dei provini di calcestruzzo.

Il verbale di prelievo deve essere firmato dal direttore dei lavori e da un rappresentante qualificato dell'impresa esecutrice.

1.411.7 Domanda di prova al Laboratorio Ufficiale

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.
Le prove non richieste dal direttore dei lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

1.411.8 Conservazione e maturazione

La conservazione e la maturazione dei provini di calcestruzzo deve avvenire presso il laboratorio ufficiale prescelto, a cui devono essere inviati i provini non prima di 24 h dopo il confezionamento in cantiere.
Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla **UNI EN 12390-2** debbono essere opportunamente annotate sul verbale.
I provini di calcestruzzo debbono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura almeno 2 ore prima dell'inizio della prova. I provini durante il trasporto debbono essere opportunamente protetti da danni od essiccamenti. In alcuni particolari casi come nelle prove a 3 e 7 giorni o minori, è necessario l'imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.
La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la «Resistenza di prelievo», che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

1.411.9 Resoconto della prova di compressione

I certificati emessi dai laboratori ufficiali prove, come previsto dal punto 11.1.5.3. delle norme tecniche, devono obbligatoriamente contenere almeno:
- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente i lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova ed il riferimento al verbale di prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

Art. 162. Controlli sul calcestruzzo fresco

1.412 *Prove per la misura della consistenza*

La consistenza, intesa come lavorabilità, non è suscettibile di definizione quantitativa ma soltanto di valutazione relativa del comportamento dell'impasto di calcestruzzo fresco secondo specifiche modalità di prova.
I metodi sotto elencati non risultano pienamente convergenti tanto che le proprietà del calcestruzzo risultano diverse al variare del metodo impiegato. In sostanza il tipo di metodo andrà riferito al tipo di opera strutturale ed alle condizioni di getto. Il metodo maggiormente impiegato nella pratica è quello della misura dell'abbassamento al cono.
Le prove che possono essere eseguite sul calcestruzzo fresco per la misura della consistenza sono:
- prova di abbassamento al cono (Slump test);
- misura dell'indice di compattabilità;
- prova Vebè;
- misura dello spandimento;

Le linee guida sul calcestruzzo strutturale raccomandano di interpretare con cautela i risultati delle misure quando i valori misurati cadono al di fuori dei seguenti limiti:

abbassamento al cono	< 10 mm	> 210 mm
TEMPO VÈBÈ	< 5 SECONDI	> 30 SECONDI
indice di conpattabilità	< 1,04	> 1,45
spandimento	<10 mm	> 620 mm

Tabella 120.1. – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dell'abbassamento al cono

Classe di consistenza	Abbassamento (mm)	Denominazione corrente
S1	da 10 a 40	Umida
S2	da 50 a 90	Plastica
S3	da 100 a 150	Semifluida
S4	da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	

(fonte : *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)

Tabella 120.2. – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vébé

Classe di consistenza	Tempo Vèbè (s)
V0	≥31
V1	da 30 a 21
V2	da 20 a 11
V3	da 10 a 6
V4	da 5 a 3

(fonte : *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)

Tabella 120.3. – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spandimento

Classe di consistenza	Spandimento (mm)
FB1	≥ 340
FB2	da 350 a 410
FB3	da 420 a 480

FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	≥ 630

(fonte : *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)

Tabella 129.4. – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell'indice di compattabilità

Classe di consistenza	Indice di compattabilità
C0	≥1,46
C1	da 1,45 a 1,26
C2	da 1,25 a 1,11
C3	da 1,10 a 1,04

(fonte : *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)

1.413 *Controllo della composizione del calcestruzzo fresco*

La prova prevista dalla **UNI 6393**, è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco, rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.
La prova potrà essere chiesta dal direttore dei lavori in caso di resistenza a compressione non soddisfacente o per verificare la composizione del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.
Il metodo non è applicabile per i calcestruzzi nei quali la dimensione massima dell'aggregato superi 31,5 mm e per calcestruzzo indurito prelevato da getti in opera.
Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni di quantità variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua. Il campionamento deve essere eseguito secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI EN 12350-1.A.**
Al metodo di controllo della composizione del calcestruzzo fresco è attribuita una precisione di circa il 3%.

1.414 *Determinazione della quantità d' acqua d' impasto essudata (Bleeding)*

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (**UNI 7122**) ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come volume d'acqua essudata per unità di superficie: cm^3/cm^2) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.
La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con dimensione massima dell'aggregato maggiore di 40 mm.
L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo debbono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d' acqua d' impasto essudata.

Art. 163. Altri controlli sul calcestruzzo in corso d'opera

1.415 *Le prescrizioni normative*

Nel caso in cui le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela, oppure si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso prove non distruttive. Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione.
Il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera (definito anche come valore attuale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi. È accettabile un valor medio, misurato con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformato in resistenza cubica, non inferiore all'85% di R_{ck}. Per la modalità di determinazione della resistenza in situ si potrà fare riferimento alle norme **EN 12504-1** e **2**.

1.416 *Misura dell'indice di maturità del calcestruzzo*

Il grado di maturazione del calcestruzzo viene misurato con strumenti detti maturometri che registrano e controllano la temperatura in funzione del tempo.
I valori di misura del grado di maturità, rilevati direttamente in *situ,* e correlati con valori diretti di resistenza alla compressione e di maturità di impasti di prova effettuati precedentemente in laboratorio, possono fornire un'indicazione affidabile e continua per la stima della resistenza del calcestruzzo della struttura.
Tale metodo, consentendo una valutazione a priori della resistenza del calcestruzzo, può evitare la messa in esercizio dell'opera che altrimenti potrebbe, successivamente all'effettuazione dei controlli di accettazione previsti dalle norme, risultare non accettabile e tale da richiedere la dequalificazione, ove possibile, ovvero il consolidamento o la demolizione dell'opera realizzata.

1.417 *Misura del ritiro idraulico/rigonfiamento del calcestruzzo*

Il fenomeno delle variazioni dimensionali delle strutture in c.a. è influenzato dalle condizioni ambientali in cui avviene la maturazione del calcestruzzo e si manifesta con:
- il ritiro per le strutture a contatto con l'aria avente una percentuale di umidità relativa minore del 95%. La causa è dovuta al ritiro della pasta cementizia;
- il rigonfiamento per le strutture immerse in acqua o in ambienti con umidità relativa maggiore del 95%.

La conoscenza del grado di ritiro idraulico del calcestruzzo è importante in quanto il processo, parzialmente reversibile, sottopone a tensioni di trazione le strutture favorendo quindi la formazione di fessurazioni con gli effetti negativi riguardanti la protezione dell'armatura metallica. In alcune strutture come le lastre delimitanti ambienti con diversa percentuale di umidità relativa si possono verificare anche fenomeni di imbarcamento. La formazione di stati di fessurazioni deve essere evitata e/o ridotta mediante la realizzazione di appositi giunti di dilatazione.
L'entità del ritiro assiale viene misurato, in laboratorio, con l'utilizzo di casseforme delle dimensioni di 100 mm x 100 mm x 500 mm, idonee per provini di calcestruzzo confezionato con inerti fino a 30 mm di diametro. La cassaforma è in acciaio con superfici interne rettificate, fornita con due inserti all'estremità. Il ritiro deve essere misurato con un comparatore con sensibilità di 0,01 mm.

Norme di riferimento:
UNI 6555 - Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima fino a 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico;
UNI 6687 - Malta normale. Determinazione del ritiro idraulico. Prova di laboratorio;
UNI 7086 - Calcestruzzo confezionato con inerti con dimensione massima oltre 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico;
UNI EN 680 - Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC). Determinazione del ritiro da essiccamento;
UNI EN 1367-4 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento.

1.418 *Misura della permeabilità*

La permeabilità di un calcestruzzo è prescritta, in termini di livello di prestazione, dal progettista come profondità di penetrazione.
Le modalità di misurazione della penetrazione dell'acqua in un calcestruzzo, in condizioni convenzionali, sono descritte nella **UNI EN 12390-8**. Un calcestruzzo si considera impermeabile se fornisce valori massimi non superiori a 50 mm e valori medi non superiori a 20 mm.
Per l'esecuzione di prove di permeabilità del calcestruzzo in *situ* si possono applicare i seguenti metodi:
- ISAT. La prova consiste nel fissare mediante adesivo o tasselli ad espansione una capsula riempita d'acqua alla superficie di calcestruzzo, e misurare mediante un tubicino capillare graduato la quantità d'acqua assorbita in 10 minuti sotto un battente di 200 mm d'acqua nel tempo sopradetto. Gli assorbimenti vengono classificati in bassi, medi e alti;
- Figg. La prova si basa sull'aspirazione mediante pompa ed ago ipodermico dell'aria da un foro ottenuto con un trapano e successivamente sigillato con silicone; l'indice di permeabilità è ottenuto in relazione al tempo necessario per ripristinare la pressione all'interno del foro.

Norme di riferimento:
UNI EN 206-1 – Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
DIN 1048 - Test methods for concrete;
UNI 9525 - Calcestruzzo. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per immersione sottovuoto;
UNI 9526 - Calcestruzzo. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per capillarità.

Art. 164. Altri controlli sul calcestruzzo indurito

1.419 *Controlli distruttivi*

1.419.1 Prove di trazione diretta

La prova è eseguita sottoponendo a trazione un provino prismatico, avente $L \geq d$ dove d è la massima dimensione trasversale ed L la lunghezza.
Le facce del provino sono incollate, mediante resine epossidiche, a due testate metalliche che, esercitando uno sforzo di trazione, ne provocherà la rottura . Quest'ultima dovrebbe verificarsi all'incirca nella mezzeria del provino. Questa prova non ha impiego frequente ed ha un valore puramente teorico, in quanto difetti locali e piccole eccentricità del carico hanno grande rilevanza sul valore della resistenza a trazione.

1.419.2 Prova di trazione indiretta o prova brasiliana

La prova è eseguita posizionando il provino cilindrico fra due piani di una pressa, previa interposizione di un elemento che consenta la concentarzione del carico lungo le due generatrici diametralmente contrapposte del provino.

1.419.3 Prova a trazione per flessione

La prova è eseguita provocando la rottura per flessione di un provino prismatico considerato come trave appoggiata su due punti e soggetto ad un carico concentrato applicato in mezzeria o a due carichi concentrati applicati entrambi ad un terzo della luce a partire dagli appoggi.
La resistenza è calcolata dividendo il valore del momento flettente di rottura per il modulo di resistenza a flessione della sezione del provino.
I risultati della prova di flessione, per il tipo di sollecitazione indotta, non sono confrontabili con i risultati della prova di trazione diretta e risultano mediamente pari al doppio di quelli che si otterrebbero dalla prova di trazione diretta.

Norme di riferimento:
UNI EN 12390-5. – Prova sul calcestruzzo indurito. Resistenza a trazione dei provini.

1.419.4 Misura del modulo di elasticità

Le norme tecniche per il modulo elastico istantaneo E_c, del calcestruzzo impongono che venga assunto quello secante tra la tensione nulla e *0,50* R_{cm} determinato sulla base di apposite prove sperimentali da eseguirsi secondo la norma **UNI 6556**. In sede progettuale si può assumere il seguente valore:

$$E_c = 11000 R_{cm}^{1/3} (N/mm^2)$$

La relazione non è applicabile ai calcestruzzi maturati a vapore. Essa inoltre non è da considerarsi vincolante nell'interpretazione dei controlli sperimentali delle strutture.

Tabella 122.1. -Modulo elastico istantaneo E_c del calcestruzzo secondo la resistenza

	Classe del calcestruzzo (N/mm^2)						
	15	20	25	30	35	40	50
E_c	22.070	25.490	28.500	31.220	33.720	36.050	40.300

L' E/C2 propone la seguente espressione per il modulo di elasticità secante E_{cm}:

$$E_{cm} = 9500 f_c^{\frac{2}{3}} \quad (N/mm^2)$$

a cui corrisponde il valore tangente all'origine

$$E_c = 1{,}2 \cdot E_c \approx 11000 f_c^{\frac{2}{3}} \quad (N/mm^2)$$

con f_c si intende la resistenza media compressione.

Tabella 122.2. - Modulo elastico secante E_{cm} del calcestruzzo secondo la resistenza caratteristica (E/C2)

	Classe del calcestruzzo (N/mm^2)								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
E_{cm}	26.000	27.500	29.000	30.500	32.000	33.500	35.000	36.000	37.000

Tali valori si riferiscono a calcestruzzi stagionati per 28 giorni in condizioni normali (T = 20° C; U.R. > 90 %) e confezionati con inerte prevalentemente siliceo. Nel caso dell' analisi delle caratteristiche di deformabilità in condizioni statiche o della modellazione dinamica di una struttura è consigliabile ricorrere a prove su campioni di calcestruzzo specifico, confezionato con i materiali e nelle proporzioni impiegate.

1.419.5 Carotaggio

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo *in situ* può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. Il carotaggio è un'operazione localmente distruttiva che si rende necessaria su strutture di nuova costruzione in caso di non conformità dei controlli di qualità previsti ovvero durante le attività di collaudo, quando il numero di campioni prelevato durante l'esecuzione dell'opera non risultasse rispondente ai minimi previsti; su strutture in esercizio invece il carotaggio si rende necessario ogni qualvolta si deve procedere alla verifica statica dell'opera ovvero si deve prevedere un cambio di destinazione d'uso, con aumento di capacità portante.
L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori vanno sempre ripristinati con malte espansive, a ritiro compensato.

La resistenza meccanica del calcestruzzo ricavata dalla carota prelevata in opera differisce sostanzialmente dal valore cubico convenzionale, confezionato e stagionato in condizioni standard (**UNI EN 12390-2**). L'estrapolazione dal valore di resistenza a compressione della carota a quello cubico deve pertanto considerare diversi fattori, dei quali si citano i principali:
- fattore geometrico, cilindrico/cubico, variabile fra 1.25 ($R_{ck}15$) 1.2 ($R_{ck}60$) secondo la **UNI EN 206-1**;
- dimensioni del getto, compattazione, stagionatura, variabile fra 1.05 e 1.20;
- disturbo del campione durante il prelievo (tormento), compreso fra 1.05 e 1.2.

1.419.5.1 Estrazione dei provini

L'estrazione dei provini di calcestruzzo, indurito, con almeno 28 giorni di stagionatura può essere eseguita con :
- macchine carotatici rigidamente ancorate alla struttura, in maniera da evitare stati di coazione non quantificabili, raffreddate ad acqua, con carotiere con corona diamantata. I diametri commerciali variano fra 50 mm e 200 mm, fermo restando che la norma **UNI EN 12504-1** prescrive che il diametro del campione non sia minore di 3 volte il diametro massimo dell'inerte;
- sega a disco diamantato, si ricorre a questa tecnica per l'estrazione di campioni da lastre di rivestimento, muri, pavimentazioni stradali, ecc.

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei e parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

Norme di riferimento:
UNI EN 12504-1 - Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote. Prelievo, esame e prova di compressione;
UNI 10766 - Calcestruzzo indurito. Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.

1.419.5.2 Verbale di prelevamento dei campioni di calcestruzzo indurito

Il verbale di prelievo dei campioni calcestruzzo indurito deve contenere le seguenti indicazioni:
1) località e denominazione del cantiere;
2) posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
3) forma e dimensione dei provini;
4) numero e sigla di ciascun campione;
5) data del getto;
6) data del prelievo delle carote;
7) modalità di estrazione ed utensile impiegato.

1.419.5.3 Calcolo della resistenza del calcestruzzo

I risultati delle prove di compressione ottenuti da provini cilindrici prelevati in opera mediante carotaggio non coincidono con i valori della resistenza a compressione del calcestruzzo ricavata da provini cubici confezionati al momento del getto e stagionati in condizioni controllate di umidità e temperatura.
Le differenze di resistenza a compressione sono riconducibili a molteplici fattori, fra i quali:
- le modalità di esecuzione del getto e la conseguente diversa compattazione del calcestruzzo nell'elemento strutturale;
- la diversità geometrica tra provini cubici e cilindrici;
- l'influenza del prelievo, dove la scasseratura del provino cubico è praticamente ininfluente ai fini della resistenza finale mentre l'asportazione della carota dalla struttura, con utensile meccanico, determina un disturbo *(tormento)* sul campione prelevato;

per tenere conto di tali influenze, si dovrà utilizzare la procedura di seguito descritta.
L'affidabilità della stima della resistenza caratteristica del conglomerato cementizio si dovrà basare sul numero di provini n il cui diametro, di norma non inferiore a 100 mm, dovrà essere compreso tra 2,5 e 5 volte il diametro massimo dell'aggregato impiegato.
Il rapporto λ tra l'altezza ed il diametro del provino cilindrico è: $\lambda = 1{,}0$. Per i provini cubici, ricavati dalle strutture, si assume: $\lambda = 1{,}0$.
Per ogni lotto di conglomerato di 100 m^3, o frazione, di conglomerato cementizio, omogeneo, indagato *n* dovrà essere non inferiore a 4 (quattro).
Siano R_i i valori di resistenza alla compressione ottenuti dalle prove di compressione eseguite sui provini ricavati dalle strutture, la corretta interpretazione di questi risultati prevede di estrapolare i valori di R_i al valore convenzionale R_{ck} determinato su provini cubici confezionati e stagionati in condizioni standard. Il percorso che dovrà essere seguito viene illustrato nel seguito.
Si consideri una fascia di confidenza, per il campione sperimentale considerato, del 95% da questo dato è possibile stimare la attendibilità dei risultati con la relazione che segue:

$$\pm 12\% / (n)^{1/2}$$

Il valore stimato della resistenza media del lotto di conglomerato cementizio indagato risulta:

$$R_{i,m} = (1 - (12\% / (n)\ ½)) \ \Sigma R_i / n$$

Dove:

$R_{i,m}$ = resistenza media stimata del lotto di conglomerato cementizio;
n = numero dei provini relativi al lotto di conglomerato cementizio indagato;
R_i = resistenza cubica del singolo provino prelevato.

Per determinare R_{pot}, il valore caratteristico estrapolato dai valori R_i, si devono considerare correttamente le differenti condizioni di confezionamento e maturazione previste per i campioni standard, dai quali si ricava il valore caratteristico R_{ck}, rispetto alle condizioni riservate ai campioni prelevati in opera, e soprattutto l'influenza del disturbo arrecato ai campioni dalle operazioni di prelievo dalle strutture. A tal fine la resistenza R_i dovrà essere incrementata di un coefficiente β, assunto pari a 1,20.

Pertanto se

$$R_{pot} = \beta \cdot R_{i,m} - 3{,}5\ N/mm^2 > R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera è conforme a quella prevista in progetto;
se invece:

$$R_{pot} = \beta \cdot R_{i,m} - 3{,}5\ N/mm^2 < R_{ck}$$

Se la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera non è conforme a quella prevista nel progetto ed in tal caso la Direzione dei lavori, sentito il progettista, si riserva di prevedere, a cura e spese dell'Impresa, altre attività sperimentali integrative e/o di procedere ad una verifica statica con il valore ridotto, potenziale, R_{pot} della resistenza caratteristica. Se l'esito di tali attività sperimentali fosse positivo la Direzione dei lavori provvederà a contabilizzare il calcestruzzo in base alla classe di resistenza più bassa e più prossima alla resistenza caratteristica trovata. Nel caso che il valore ridotto, potenziale, R_{pot} della resistenza caratteristica non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto la Direzione dei lavori disporrà, a cura e spese dell'Impresa, la demolizione ed il rifacimento dell'opera.

I prelievi e le prove di compressione sulle carote o sui cubi dovranno essere eseguite esclusivamente presso un laboratorio scelto fra quelli contenuti nell'Albo dei Laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380 /2001.

I risultati ottenuti dovranno essere registrati su apposito verbale che, redatto in contraddittorio con l'Impresa, dovrà contenere anche l'ubicazione dei prelievi e le note di commento della Direzione dei lavori.
Durante il prelievo dalle struttura, per evitare di tagliare i ferri delle armature provocando inutili danneggiamenti è opportuno ricorrere al impiego di particolari rilevatori che permettono di individuare agevolmente i materiali ferromagnetici, quali sono le barre di armatura.

Norme di riferimento:
UNI 10766 - Calcestruzzo indurito. Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.

1.419.6 Metodo di estrazione (Pull-Out)

La prova di estrazione (Pull-Out), che può considerarsi una prova di tipo semidistruttivo, è utilizzata per determinare le proprietà meccaniche del calcestruzzo in opera, mediante l'impiego di una curva di taratura è possibile stimare la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera.
Le prove possono essere attuate in due maniere:
a) Tasselli pre-inglobati
Nel getto di calcestruzzo viene inserito un inserto di acciaio, misurando successivamente la forza di estrazione dal calcestruzzo indurito secondo le modalità previste dalla norma **UNI EN 12504-3.**
La prova è utilizzata soprattutto per il controllo delle strutture prefabbricate e nella costruzione di carte di controllo della resistenza di elementi strutturali in c.a.p. in fase di tesatura di cavi.
b) Tasselli post-inseriti:
Nella struttura in c.a, mediante foratura con trapano, viene inserito un tassello ad espansione, e misurando successivamente la forza di estrazione dal calcestruzzo indurito secondo le modalità previste dalla norma **UNI 10157**.

Gli inserti metallici possono essere del tipo ad espansione forzata o ad espansione geometrica; la profondità utile dell'inserto non deve essere minore di 35 mm.
Il numero minimo di tasselli deve essere di tre per ogni punto di prova.

Norme di riferimento:
UNI EN 12504-3:2005 - Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Parte 3: Determinazione della forza di estrazione

1.419.7 Prova di aderenza (Pull-Off)

Il metodo Pull-Off si basa su un disco d'acciaio con bullone di trazione che viene incollato sulla superficie del calcestruzzo mediante adesivo a base di resina epossidica, bicomponente ad indurimento rapido e previa esecuzione di un'incisione della zona con punta diamantata fissata ad un trapano. Dopo l'indurimento del collante viene applicata una forza di trazione mediante un martinetto agganciato al nodo sferico del bullone di trazione.
La prova è ritenuta idonea per il controllo periodico delle strutture, per l'analisi dei danni riportati dalle superfici in calcestruzzo, per la misura dell'aderenza di intonaci e malte su superfici in calcestruzzo, per il controllo del grado di adesione di rivestimenti isolanti a strutture di ponti e dell'efficacia dell'adesione al substrato di rivestimenti anticorrossivi e di finiture pittoriche.

1.419.8 Metodo di penetrazione (Sonda Windsor)

La sonda di Windsor è un metodo penetrometrico e consiste nella penetrazione di una sonda sparata nel materiale oggetto dell'indagine da una pistola a mezzo di una carica calibrata .
L'equipaggiamento tipo richiesto da questa metodica consiste di una pistola, di cartucce calibrate, di sonde di metallo temprato e geometria nota, sonde di Windsor, di un calibro e di altri attrezzi secondari connessi con le operazioni di prova.
Nel calcestruzzo in opera la prova viene eseguita con tre sonde, sparate grazie ad una speciale dima munita di tre fori posti ai vertici di un triangolo equilatero, di lato 177 mm (7 in), la media dei tre valori sarà il valore unico, caratteristico di quella posizione. Le singole lunghezze di infissione sono misurate con l'ausilio di un calibro e di una piastrina di riscontro.

Norme di riferimento:
ASTM C 803 - Penetration Resistance of Hardened Concrete.

1.420 *Controlli non distruttivi*

1.420.1 Prove sclerometriche

La prova è molto semplice può rivelarsi particolarmente utile in virtù dell'assenza di danneggiamento della struttura durante la prova.
L'impiego va però regolamentato con una procedura che garantisca le parti, direzione dei lavori ed impresa, nell'interpretazione dei risultati, si dovrà pertanto realizzare una curva di taratura con almeno cinque diversi rapporti a/c ed un numero di cubetti compreso fra 30 e 60, tali comunque da comprendere tutte le classi di resistenza impiegate per la produzione degli elementi in c.a.p. ultimate le strutture e prima della consegna ogni trave/pilastro verrà testata con il metodo sclerometrico (**UNI EN 12504-2**) in almeno sei punti, la curva di taratura, i certificati delle prove sclerometriche saranno consegnati al collaudatore che sulla scorta di questi risultati sperimentali potrà autonomamente procedere alla verifica in situ delle strutture poste in opera.

1.420.2 Rilievi microsismici o ad ultrasuoni

Il metodo ad ultrasuoni utilizza impulsi con frequenza variabile da 50 a 150 kHz, generati e registrati da circuiti elettrici. L'attrezzatura di prova consiste di un generatore degli impulsi meccanici che si trasmettono nel calcestruzzo, di un ricevitore che riceve ed amplifica il segnale e fornisce il valore rilevato del tempo di transito.
Gli impulsi, a voltaggio continuo, sono generati elettronicamente e trasformati in treni d'onda di energia meccanica da un trasduttore trasmettitore che deve aderire perfettamente alla superficie del calcestruzzo, l'adesione sarà realizzata con un idoneo mezzo accoppiante: grasso, stucco, gel, ecc.
Le condizioni climatiche ed operative durante le prove possono influenzare i risultati e devono perciò essere monitorate, inoltre poiché l'intervallo della velocità degli impulsi, relativo alle resistenze correnti del calcestruzzo, è relativamente piccolo, si dovrà usare, specie nelle prove in-situ, particolare cura nelle operazioni di prova.
Per il calcestruzzo si usano trasduttori con frequenza oscillanti fra i 20 ed i 150 kHz e sono molto diffusi anche i trasduttori piezo-elettrici.
Poiché sono le proprietà elastiche del calcestruzzo quelle che influenzano la velocità delle onde, nella interpretazione dei risultati si cercherà di correlare il modulo elastico con la resistenza.

Normativa di riferimento:
UNI EN 12504-4:2005 - Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici

UNI 9742 - Valutazione della deformazione ciclica progressiva in componenti esposti ad elevata temperatura in presenza di sisma;
UNI 9771 - Calcestruzzo indurito. Determinazione della frequenza fondamentale di risonanza flessionale, estensionale e torsionale.

1.420.3 Metodo delle correnti indotte

L'applicazione del metodo delle correnti indotte (*Eddy Currents Testing*, ECT) potrà essere richiesto dal direttore dei lavori all'appaltatore per :
- la determinazione dell'integrità di tubazioni e delle parti saldate;
- la misura dello spessore di rivestimenti;
- la determinazione dell'integrità di cavi conduttori e la localizzazione dei fili danneggiati;
- il rilevamento di inclusioni metalliche in materiali non metallici;
- la misura della conduttività elettrica;
- l'identificazione e discriminazione di leghe metalliche;
- la misura della permeabilità magnetica e dell'effetto di trattamenti termici su di essa.

Norme di riferimento
UNI EN 12084:2003 - Prove non distruttive. Controllo mediante correnti indotte. Principi generali e linee guida;
UNI EN 13860-1:2003 - Prove non distruttive. Controllo mediante correnti indotte. Caratteristiche dell'apparecchiatura e modalità di verifica. Caratteristiche della strumentazione e modalità di verifica UNI.

1.420.4 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo

L'idoneità di agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo verticali o orizzontali dovrà essere verificato con le seguenti prove:
- adesivi applicati a spatola: prova a scorrimento;
- adesivi strutturali iniettabili: prova di comprimibilità.

Norma di riferimento
UNI EN 1799 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Prove per misurare l'idoneità degli agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo.

Art. 165. Rilevazione del copriferro

L'entità minima del copriferro, per i diversi elementi strutturali in c.a., è stabilita dal punto 5.1.6.1.3 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.
Comunque la superficie dell'armatura resistente principale, per le varie sollecitazioni prevalenti, deve distare dalle facce esterne del conglomerato cementizio di almeno 20 mm.
Tali misure vanno congruentemente aumentate in funzione della porosità del calcestruzzo, dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità dell'armatura alla corrosione.

Art. 166. Metodi di prova per acciaio per cemento armato normale precompresso

L'accertamento delle proprietà meccaniche dell'acciaio deve essere determinato in conformità delle seguenti norme:
UNI EN ISO 15630-1:2004 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;
UNI EN ISO 15630-2:2004 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate;
UNI EN ISO 15630-3:2004 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 3: Acciaio per calcestruzzo armato precompresso

Art. 167. Prove sugli infissi

1.421 *Infissi in legno*

Il direttore dei lavori potrà eseguire le seguenti prove su campioni di infissi prelevati casualmente in cantiere per accertare la rispondenza dei materiali forniti alle prescrizioni contrattuali:

a) *Verifiche su porte*

1. Resistenza al carico verticale
2. Resistenza alla torsione statica
3. Resistenza all'urto di corpo molle e pesante
4. Resistenza all'urto di corpo duro
5. Dimensione e perpendicolarità iniziale, dopo clima secco e dopo clima umido
6. Svergolamento, arcuatura e imbarcamento iniziale, dopo clima secco e dopo clima umido

b) *Verifiche su finestre*
1. Resistenza alla torsione statica
2. Resistenza alla deformazione nel piano dell'anta
3. Sforzi di manovra
4. Permeabilità all'aria
5. Tenuta all'acqua
6. Resistenza al vento.

1.422 *Infissi in metallo*
Le prove di permeabilità all'aria, tenuta all'acqua e resistenza al vento debbono essere eseguite secondo le seguenti norme:

a) Prove in laboratorio
UNI EN 1026 - Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Metodo di prova.
UNI EN 1027 - Finestre e porte - Tenuta all'acqua. Metodo di prova.
UNI EN 12211 - 30/06/2001 - Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Metodo di prova.

b) Classificazioni in base alle prestazioni
UNI EN 12207 - Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Classificazione
UNI EN 12208 - Finestre e porte - Tenuta all'acqua. Classificazione
UNI EN 12210 - - Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Classificazione

Capitolo 9
NORME AMMINISTRATIVE E CONTABILI

Art. 168. Disposizioni generali relative ai lavori da eseguirsi in economia

L'appaltatore, ai sensi dell'art. 5, comma 2 del Capitolato generale d'appalto, deve provvedere ai materiali e ai mezzi d'opera che siano richiesti e indicati dal direttore dei lavori per essere impiegati nei lavori in economia contemplati in contratto.

Art. 169. Tempo utile per l'ultimazione dei lavori

Il tempo utile per l'impresa per ultimare i lavori in appalto è stabilito in _____ giorni naturali successivi e continui decorrenti dalla data del verbale di consegna.

Art. 170. Cause specifiche di sospensioni dei lavori

In applicazione dell'art. 111 del Regolamento n. 554/1999 i lavori in appalto potranno essere sospesi _____ (*parzialmente o totalmente*) nelle seguenti specifiche circostanze: _____
_____.
In tali casi, qualora le interruzioni superino i limiti previsti o siano state ordinate in carenza di presupposti, l'indennizzo spettante all'appaltatore sarà così quantificato: _____ .

Art. 171. Penale per ritardata ultimazione dei lavori

In caso di ritardata ultimazione dei lavori, ai sensi dell'art. 117 del Regolamento n. 554/1999 e dell'art. 22 del capitolato generale d'appalto approvato con D.M. 10 aprile 2000 n. 145, all'impresa appaltatrice sarà applicata una penale della misura di euro _____ (_____) per ogni giorno di ritardo, pari ___ a (*0,3 ÷1*) per mille dell'importo netto contrattuale e comunque non superiore al 10 per cento.

Art. 172. Premio d'accelerazione

In caso di anticipata ultimazione dei lavorti in appalto, ai sensi dell'art. 23 del capitolato generale d'appalto approvato con D.M. 10 aprile 2000 n. 145, all'impresa appaltatrice sarà corrisposto un premio d'accelerazione della misura di euro _____ (_____) per ogni giorno di anticipo, pari ___ a (*0,3 ÷1*) per mille dell'importo netto contrattuale e comunque non superiore al 10 per cento, sempre che l'esecuzione dei lavori sia stata conforme alle obbligazioni assunte.
L'importo del premio d'accelerazione sarà corrispoto in sede di redazione del conto finale.

Art. 173. Pagamenti in acconto

Per l'esecuzione dei lavori all'appaltatore non è dovuta alcuna anticipazione sul importo contrattuale.
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 ritenute di legge, raggiunga la cifra di euro _____ (_____); contestualmente saranno pagati le percentuali relative agli oneri di sicurezza che non sono soggetti a ribasso d'asta.
I lavori a corpo saranno pagati in base alla percentuale realizzata.
Il termine per l'emissione dei certificati di pagamento relativi agli acconti del corrispettivo d'appalto è fissato, in giorni _____ *(max 45 giorni)* a decorrere dalla maturazione di ogni stato di avanzamento dei lavori.
Il termine per disporre i pagamenti degli importi dovuti in base al certificato è fissato in giorni _____ *(max 30 giorni)* a decorrere dalla data di emissione del certificato di pagamento.

Art. 174. Conto finale

Il conto finale, ai sensi dell'art. 173 del Regolamento approvato con D.P.R. 21 dicembre 1999 n. 554, dovrà essere compilato entro _____ giorni dalla data dell'ultimazione dei lavori.

Art. 175. Modalità e termini del collaudo tecnico-amministrativo

Il completamento delle operazioni di collaudo tecnico-amministrativo dovrà avvenire entro e non oltre _____ (*max sei mesi*) dall'ultimazione dei lavori con l'emissione del relativo certificato di collaudo provvisorio e l'invio dei documenti all'amministrazione, così come prescritto dall'art. 192 del Regolamento n. 554/1999.

INDICE

ART. 1. DICHIARAZIONE IMPEGNATIVA DELL'APPALTATORE ---------- 1

ART. 2. OGGETTO DELL'APPALTO ---------- 2

ART. 3. FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE ---------- 2

ART. 4. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL COMMITTENTE ---------- 2

ART. 5. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL RESPONSABILE DEI LAVORI ---------- 3

ART. 6. DIREZIONE DEI LAVORI ---------- 3

ART. 7. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL DIRETTORE DEI LAVORI ---------- 3

ART. 8. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL COORDINATORE IN MATERIA DI SICUREZZA PER LA PROGETTAZIONE ---------- 4

ART. 9. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL COORDINATORE IN MATERIA DI SICUREZZA PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI ---------- 4

ART. 10. RISERVATEZZA DEL CONTRATTO ---------- 4

ART. 11. PENALI ---------- 4

ART. 12. DIFESA AMBIENTALE ---------- 5

ART. 13. TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI ---------- 5

ART. 14. ORDINI DI SERVIZIO ---------- 5

ART. 15. CONSEGNA, INIZIO ED ESECUZIONE DEI LAVORI ---------- 5

ART. 16. IMPIANTO DEL CANTIERE E PROGRAMMA DEI LAVORI ---------- 6

ART. 17. ACCETTAZIONE DEI MATERIALI ---------- 6

ART. 18. ACCETTAZIONE DEGLI IMPIANTI ---------- 7

ART. 19. SOSPENSIONI, RIPRESE E PROROGHE DEI LAVORI ---------- 7

ART. 20. SOSPENSIONE DEI LAVORI PER PERICOLO GRAVE ED IMMEDIATO O PER MANCANZA DEI REQUISITI MINIMI DI SICUREZZA ---------- 8

ART. 21. VARIAZIONI DEI LAVORI ---------- 8

ART. 22. LAVORO NOTTURNO E FESTIVO ---------- 8

ART. 23. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE ---------- 8

ART. 24. PERSONALE DELL'APPALTATORE---------- 11

ART. 25. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL DIRETTORE TECNICO DI CANTIERE ---- 11

ART. 26. FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEI LAVORATORI AUTONOMI E DELLE IMPRESE SUBAPPALTATRICI ---------- 11

ART. 27. DISCIPLINA DEL CANTIERE ---------- 12

ART. 28. DISCIPLINA DEI SUBAPPALTI---------- 12

ART. 29. RINVENIMENTO DI OGGETTI ---------- 12

ART. 30. CAUZIONE DEFINITIVA E ASSICURAZIONE ---------- 12

ART. 31. NORME DI SICUREZZA ---------- 13

ART. 32. VALUTAZIONE DEI LAVORI - CONDIZIONI GENERALI ---------- 14

ART. 33. VALUTAZIONE DEI LAVORI A CORPO---------- 14

ART. 34. FORMA DELL'APPALTO---------- 14

ART. 35. IMPORTO DELL'APPALTO---------- 14

ART. 36. DISTRIBUZIONE DEGLI IMPORTI ---------- 15

ART. 37. LAVORI IN ECONOMIA ---------- 15

ART. 38. NUOVI PREZZI ---------- 15

ART. 39. INVARIABILITÀ DEI PREZZI ---------- 15

ART. 40. STATI DI AVANZAMENTO DEI LAVORI - PAGAMENTI ---------- 16

ART. 41. CONTO FINALE ---------- 16

ART. 42. PROVE E VERIFICHE DEI LAVORI, RISERVE DELL'APPALTATORE ---------- 16

ART. 43. ULTIMAZIONE DEI LAVORI, CONSEGNA DELLE OPERE, COLLAUDO---------- 16

ART. 44. RELAZIONE E CERTIFICATO DI COLLAUDO---------- 17

ART. 45. COLLAUDO STATICO ---------- 18

ART. 46. PROROGHE---------- 18

ART. 47. ANTICIPATA CONSEGNA DELLE OPERE ---------- 18

ART. 48. DIFETTI DI COSTRUZIONE E GARANZIA---------- 18

ART. 49. DANNI ALLE OPERE ---------- 19

ART. 50. MORTE O FALLIMENTO DEI CONTRAENTI ---------- 19

ART. 51. CAUSE DI FORZA MAGGIORE---------- 20

ART. 52. ACCETTAZIONE---------- 21

ART. 53. IMPIEGO DI MATERIALI CON CARATTERISTICHE SUPERIORI A QUELLE CONTRATTUALI ---------- 21

ART. 54. IMPIEGO DI MATERIALI O COMPONENTI DI MINOR PREGIO---------- 21

ART. 55. MATERIALI RICICLATI ---------- 21

ART. 56. NORME DI RIFERIMENTO ---------- 21

ART. 57. PROVVISTA DEI MATERIALI ---------- 22

ART. 58. SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO 22

ART. 59. ACCERTAMENTI DI LABORATORIO E VERIFICHE TECNICHE ---------- 22

ART. 60. INDENNITÀ PER OCCUPAZIONI TEMPORANEE E DANNI ARRECATI---------- 22

ART. 61. MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE---------- 23

1.1 Identificazione certificazione ----------23

1.2 Prove sperimentali----------23

1.3 Procedure di controllo di produzione in fabbrica ----------23

1.4 Certificato d'accettazione ----------23

ART. 62. COMPONENTI DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO---------- 23

1.5 Leganti per opere strutturali ----------23
1.5.1 Fornitura ---------- 23
1.5.2 Marchio di conformità---------- 24

PROPRIETÀ---------- 24

VALORI LIMITE---------- 24

CLASSE DI RESISTENZA ---------- 24

32,5 ---------- 24

32,5R ---------- 24

42,5 ---------- 24

42,5R ---------- 24

52,5 ---------- 24

42,5R ---------- 24

LIMITE INFERIORE DI RESISTENZA (N/MM^2) ---------- 24

2 GIORNI ---------- 24

---------- 24

8,0 ---------- 24

8,0 ---------- 24

18,0 ---------- 24

18,0 ---------- 24

28,0 ---------- 24

7 GIORNI ---------- 24

14,0 ---------- 24

---------- 24

---------- 24

---------- 24

---------- 24

---------- 24

28 GIORNI ---------- 24

30,0 ---------- 24

30,0 ---------- 24

40,0 ---------- 24

40,0 ---------- 24

50,0 ---------- 24

50,0 ---------- 24

45---------- 25

40---------- 25

11---------- 25

LIMITE SUPERIORE---------- 25

4,0---------- 25

4,5---------- 25

TIPO III/B ---------- 25

4,5---------- 25

TIPO III/C ---------- 25

5,0---------- 25

0,11 ---------- 25

POZZOLANICITÀ ---------- 25

POSITIVA A 15 GIORNI ---------- 25
1.5.3 Metodi di prova---------- 25

1.6 Aggregati ----------25
1.6.1 Sistema di attestazione della conformità ---------- 25
1.6.2 Marcatura CE ---------- 26
1.6.3 Controlli d'accettazione---------- 26
1.6.4 Sabbia ---------- 27
1.6.4.1 Verifiche sulla qualità---------- 27
1.6.5 Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi ---------- 27
1.6.6 Norme per gli aggregati leggeri---------- 27

1.7 Aggiunte ----------28
1.7.1 Ceneri volanti ---------- 28
1.7.2 Microsilice ---------- 28

1.8 Additivi ----------28
1.8.1 Additivi acceleranti ---------- 28

1.8.2 Additivi ritardanti ---- 29
1.8.3 Additivi antigelo ---- 29
1.8.4 Additivi fluidificanti e superfluidificanti ---- 29
1.8.5 Additivi aeranti ---- 30
1.8.6 Agenti espansivi ---- 30
1.8.7 Antievaporanti ---- 30
1.8.8 Prodotti disarmanti ---- 30
1.8.9 Metodi di prova ---- 30

1.9 Acqua di impasto ---- 30

1.10 ---- 31

1.11 Classi di resistenza del conglomerato cementizio ---- 31

ART. 63. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO ---- 31

1.12 Requisiti principali ---- 31

1.13 Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio ---- 32
1.13.1 Controlli di produzione in fabbrica e procedure di qualificazione ---- 32
1.13.2 Mantenimento e rinnovo della Qualificazione ---- 32
1.13.3 Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati ---- 33
1.13.4 I controlli e la documentazione di accompagnamento ---- 33
1.13.5 Prove di qualificazione e verifiche periodiche della qualità ---- 34

1.14 Acciaio per cemento armato e cemento armato precompresso ---- 34
1.14.1 Acciaio per cemento armato laminato a caldo ---- 34
1.14.2 Acciai per cemento armato trafilati a freddo ---- 35
1.14.3 Accertamento delle proprietà meccaniche ---- 35
1.14.4 Caratteristiche dimensionali ---- 35
1.14.4.1 Barre e rotoli ---- 35
1.14.5 Procedure di controllo in stabilimento ---- 36
1.14.6 Reti e tralicci elettrosaldati ---- 36
1.14.6.1 Procedure di controllo in stabilimento ---- 37
1.14.7 Saldabilità ---- 37

MASSIMO CONTENUTO DI ELEMENTI CHIMICI IN % ---- 37
1.14.8 Tolleranze dimensionali ---- 37
1.14.9 Altri tipi di acciai ---- 37
1.14.9.1 Acciai inossidabili ---- 37
1.14.9.2 Acciai zincati ---- 38

1.15 Controlli nei centri di trasformazione o nei luoghi di lavorazione delle barre. Accettazione in cantiere. 38

VALORI LIMITE DI ACCETTAZIONE ---- 38
1.15.1 Prove di aderenza ---- 39

1.16 Norme di riferimento ---- 40

ART. 64. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO ---- 40

1.17 Generalità ---- 40

1.18 Caratteristiche chimiche, fisiche e geometriche ---- 41

TABELLA 17.1 ---- 41

1.19 Controlli obbligatori ---- 41
1.19.1 Prescrizioni comuni. Modalità di prelievo ---- 42
1.19.1.1 Controlli in stabilimento ---- 42
1.19.1.2 Controlli negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione o nel luogo di formazione dei cavi ---- 42

1.20 Norme di riferimento ---- 43

ART. 65. ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE ---- 43

1.21 Generalità ---- 43

1.22 Acciaio laminato ---- 43
1.22.1 Prodotti piani e lunghi ---- 43
1.22.2 Profilati cavi ---- 44
1.22.3 Controlli sui prodotti laminati ---- 44
1.22.4 Fornitura dei prodotti laminati ---- 44

1.23 Acciaio per getti ---- 44

1.24 Acciaio per strutture saldate ---- 44
1.24.1 Composizione chimica degli acciai ---- 44
1.24.2 Fragilità alle basse temperature ---- 44

1.25 Bulloni e Chiodi ---- 44
1.25.1 Bulloni ---- 44

TABELLA 18.2 ---- 44
1.25.2 Bulloni per giunzioni ad attrito ---- 45
1.25.3 Chiodi ---- 45

1.26 Acciai inossidabili ---- 45

1.27 Procedure di controllo su acciai da carpenteria ---- 45
1.27.1 Generalità ---- 45
1.27.1.1 Elementi di lamiera grecata e profilati formati a freddo ---- 45
1.27.2 Controlli in stabilimento ---- 46
1.27.2.1 Suddivisione dei prodotti ---- 46
1.27.2.2 Prove di qualificazione ---- 46
1.27.2.3 Controllo continuo della qualità della produzione ---- 46
1.27.2.4 Verifica periodica della qualità ---- 47
1.27.2.5 Controlli su singole colate ---- 47
1.27.2.6 Officine di trasformazione ---- 47
1.27.2.7 Centri di prelavorazione di componenti strutturali ---- 48
1.27.3 Controlli in cantiere ---- 48
1.27.3.1 Prelievo e domanda di prova al laboratorio ---- 48
1.27.3.2 Certificato di prova ---- 48
1.27.4 Bulloni e chiodi ---- 49

1.28 Norme di riferimento ---- 51
1.28.1 Esecuzione ---- 51
1.28.2 Elementi di collegamento ---- 51
1.28.3 Profilati cavi ---- 51
1.28.4 Prodotti laminati a caldo ---- 51
1.28.5 Saldature ---- 51
1.28.5.1 Raccomandazioni e procedure ---- 51
1.28.5.2 Preparazione dei giunti ---- 52
1.28.5.3 Qualificazione dei saldatori ---- 52
1.28.5.4 Controlli non distruttivi ---- 52

ART. 66. MATERIALI E PRODOTTI A BASE DI LEGNO PER USI STRUTTURALI ---- 52

1.29 Generalità ----52
1.29.1 Legno massiccio ---- 52
1.29.2 Prodotti a base di legno ---- 53
1.29.3 Valori caratteristici ---- 53
1.29.4 Produttore ---- 53

1.30 Legno massiccio ----53
1.30.1 Profili caratteristici per legno strutturale di provenienza italiana ---- 53
1.30.2 Profili caratteristici per legno strutturale di provenienza non italiana ---- 54
1.30.3 Legno strutturale con giunti a dita ---- 54
1.30.4 Segati di legno ---- 54

1.31 Legno lamellare incollato ----54
1.31.1 Requisiti di produzione ---- 54
1.31.2 Classi di resistenza ---- 54
1.31.2.1 Classificazione sulla base delle proprietà delle lamelle ---- 54
1.31.2.2 Attribuzione diretta in base a prove sperimentali ---- 55
1.31.3 Dimensioni delle lamelle ---- 55
1.31.4 Giunti a dita "a tutta sezione" ---- 55
1.31.5 Controllo della qualità. ---- 55

1.32 Pannelli a base di legno ----55
1.32.1 Pannelli a base di fibra di legno ---- 55
1.32.2 Pannelli a base di particelle di legno ---- 56
1.32.2.1 Norme di riferimento ---- 56
1.32.3 Pannelli di legno compensato e paniforti ---- 56
1.32.3.1 Norme di riferimento ---- 57

1.33 Adesivi ----57

1.34 Elementi meccanici di collegamento ----58

1.35 Durabilità del legno e derivati ----58
1.35.1 Generalità ---- 58
1.35.2 Requisiti di durabilità naturale dei materiali a base di legno ---- 58
1.35.3 Resistenza alla corrosione ---- 59

1.36 Procedure di qualificazione e accettazione del legno ----59
1.36.1 Legno massiccio ---- 59
1.36.1.1 Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati ---- 59
1.36.1.2 Forniture e documentazione di accompagnamento ---- 60
1.36.2 Legno lamellare ---- 60
1.36.3 Pannelli a base di legno ---- 60
1.36.4 Altri prodotti a base di legno ---- 60
1.36.5 Prodotti provenienti dall'estero ---- 60
1.36.6 Laboratori di prove e controlli ---- 61

ART. 67. ELEMENTI COSTRUTTIVI PREFABBRICATI ---- 61

1.37 Generalità ----61

1.38 Requisiti minimi degli stabilimenti e degli impianti di produzione ----61

1.39 Controllo di produzione ----61
1.39.1 Controllo sui materiali per elementi di serie ---- 61
1.39.2 Controllo di produzione di serie "controllata" ---- 62
1.39.3 Prove di tipo iniziali per elementi di serie controllata ---- 62
1.39.4 Marcatura ---- 62

1.40 Procedure di qualificazione ---- 62
1.40.1 Qualificazione dello stabilimento ---- 62
1.40.2 Qualificazione della produzione in serie dichiarata ---- 62
1.40.3 Qualificazione della produzione in serie controllata ---- 63
1.40.4 Sospensioni e revoche ---- 63

1.41 Documenti di accompagnamento della fornitura ---- 63

1.42 Norme complementari relative alle strutture prefabbricate ---- 63
1.42.1 Prodotti prefabbricati ---- 64
1.42.2 Prodotti prefabbricati in serie qualificata dichiarata ---- 64
1.42.3 Prodotti prefabbricati in serie qualificata controllata ---- 64
1.42.4 Responsabilità e competenze ---- 64

ART. 68. ELEMENTI PER SOLAI MISTI IN C.A. ---- 65

1.43 Impiego di blocchi diversi dal laterizio ---- 65

1.44 Solai realizzati con l'associazione di elementi in c.a. e c.a.p. prefabbricati con unioni e/o getti di completamento ---- 65

ART. 69. ELEMENTI STRUTTURALI COMPOSTI ---- 65

1.45 Generalità ---- 65

1.46 Elementi strutturali in acciaio-calcestruzzo ---- 65
1.46.1 Travi composte ---- 65
1.46.2 Solette composte con lamiera grecata ---- 66
1.46.3 Colonne composte ---- 66

ART. 70. APPOGGI STRUTTURALI ---- 66

1.47 Generalità ---- 66

1.48 Posa in opera ---- 66

ART. 71. DISPOSITIVI ANTISISMICI ---- 67

1.49 Generalità ---- 67

1.50 Tipologie ---- 67

1.51 Procedure di qualificazione ---- 67

1.52 Posa in opera ---- 68

CAPITOLO 4 ---- 69

ART. 72. MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO E IMPIANTISTICHE ---- 69

ART. 73. GESSO ED ELEMENTI IN GESSO ---- 69

1.53 Generalità ---- 69

1.54 Fornitura e conservazione ---- 69

1.55 Norme di riferimento ---- 69

ART. 74. CALCI ---------- 69

ART. 75. LATERIZI ---------- 69

1.56 Generalità ----------69

1.57 Requisiti ----------69

1.58 Controlli di accettazione----------69

1.59 Elementi in laterizio per solai----------70

1.60 Tavelle e tavelloni----------70

ART. 76. MANUFATTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE ---------- 70

1.61 Generalità ----------70

1.62 Marmo ----------70

1.63 Granito----------71

1.64 Travertino----------71

1.65 Pietra ----------71

1.66 Requisiti d'accettazione ----------71

1.67 Manufatti da lastre ----------71

1.68 Manufatti in spessore ----------71

1.69 Manufatti a spacco e sfaldo ----------72

1.70 Prove d'accettazione ----------72

ART. 77. PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE E CONTROSOFFITTI ---------- 72

1.71 Generalità ----------72

1.72 Caratteristiche dei prodotti in legno per pavimentazione ----------73

1.73 Classificazione su metodo di formatura ed assorbimento d'acqua delle piastrelle in ceramica--------73

1.74 Prodotti in gomma per pavimentazioni ----------74

1.75 Prescrizioni dei prodotti in vinile----------74

1.76 Prodotti di resina ----------75

1.77 Prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni ----------75

1.78 Mattonelle di cemento----------75
1.78.1 Norme di riferimento ---------- 75

1.79 Masselli di calcestruzzo----------76
1.79.1 Norme di riferimento ---------- 76

1.80 Prodotti in pietre naturali----------76

1.81 Mattonelle di asfalto----------76

1.82 Prove di accettazione dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle----------77

1.83 Pavimentazioni sportive sintetiche ----------77
1.83.1 Norme di riferimento ---------- 77

1.84 Rivestimenti resinosi ----------77

1.85 Requisiti prestazionali della pavimentazione antisdrucciolevole----------78

1.86 Controsoffitti ----------78
1.86.1 Generalità---------- 78
1.86.2 Elementi di sospensione e profili portanti ---------- 78
1.86.3 Controsoffitti in pannelli di gesso ---------- 79
1.86.4 Controsoffitti in lastre di cartongesso ---------- 79
1.86.5 Controsoffitti in perline di legno ---------- 79
1.86.6 Controsoffitti in pannelli di fibre minerali ---------- 79

ART. 78. PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI---------- 79

1.87 Caratteristiche----------79

1.88 Prodotti rigidi ----------80
1.88.1 Piastrelle di ceramica ---------- 80
1.88.2 Lastre di pietra naturale ---------- 80
1.88.3 Elementi di metallo o materia plastica---------- 80
1.88.4 Lastre di cartongesso ---------- 80
1.88.5 Lastre di fibrocemento ecologico---------- 80
1.88.6 Lastre di calcestruzzo---------- 81

1.89 Prodotti flessibili ----------81
1.89.1 Carte da parati ---------- 81
1.89.2 Rivestimenti tessili---------- 81
1.89.3 Rivestimento ignifugo---------- 81
1.89.4 Norme di riferimento ---------- 81

1.90 Prodotti fluidi o in pasta----------81
1.90.1 Intonaci ---------- 81
1.90.1.1 Armatura degli intonaci interni ---------- 82
1.90.2 Prodotti vernicianti---------- 82

ART. 79. SIGILLANTI, ADESIVI E GEOTESSILI ---------- 82

1.91 Sigillanti ----------82

1.92 Adesivi ----------83
1.92.1 Adesivi per piastrelle ---------- 83
1.92.1.1 Norme di riferimento---------- 83
1.92.2 Adesivi per rivestimenti ceramici ---------- 83
1.92.2.1 Norme di riferimento---------- 83
1.92.3 Metodi di prova---------- 84

1.93 Geotessili----------84
1.93.1 Geotessili. Norme di riferimento ---------- 84
1.93.2 Nontessuti. Norme di riferimento ---------- 85

ART. 80. PRODOTTI E MATERIALI PER PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE ---------- 85

1.94 Prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari----------85

1.95 Prodotti ed i componenti per facciate continue. ----------85

1.96 Prodotti e componenti per partizioni interne prefabbricate ----------86

1.97 Prodotti a base di cartongesso----------86

1.98 Blocchi di gesso----------86

1.99 Norme di riferimento----------86

ART. 81. PRODOTTI PER COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA) ---------- 86

1.100 Definizioni----------86

1.101 Lastre di materia plastica rinforzata ----------87

1.102 Lastre di metallo ----------87

1.103 Prodotti di pietra----------87

1.104 Strato d'isolamento della copertura----------88

1.105 Normativa di riferimento----------88

ART. 82. IMPERMEABILIZZAZIONI E COPERTURE PIANE ---------- 89

1.106 Generalità ----------89

1.107 Membrane----------89

1.108 Prodotti forniti in contenitori ----------89

1.109 Membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore ----------89
1.109.1 Caratteristiche di accettazione ---------- 89

1.110 Membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore 90

1.111 Membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria----------90

1.112 Membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua ----------90

1.113 Membrane destinate a formare strati di protezione ----------90

1.114 Membrane a base di elastomeri e di plastomeri ----------91
1.114.1 Tipologie ---------- 91
1.114.2 Classi di utilizzo---------- 91
1.114.3 Accettazione ---------- 91

1.115 Prodotti forniti sotto forma di liquidi o paste ----------91
1.115.1 Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni---------- 92
1.115.2 Malte asfaltiche---------- 92
1.115.3 Asfalti colati ---------- 92
1.115.4 Mastice di rocce asfaltiche ---------- 92
1.115.5 Mastice di asfalto sintetico ---------- 92
1.115.6 Prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici ---------- 92

1.116 Rinforzo di guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose ----------93

1.117 Altre norme di riferimento----------93

ART. 83. VETRI ---------- 93

1.118 Norme di riferimento ----------93

1.119 Vetri di sicurezza. Prove----------94
1.119.1 Prova d'urto ---------- 94
1.119.2 Prova di flessione ---------- 94

1.120 Applicazione delle lastre di vetro di sicurezza ----------94

ART. 84. INFISSI IN LEGNO ED IN METALLO ---------- 95

1.121 Generalità. Definizioni----------95

1.122 Forme. Luci fisse----------95

1.123 Serramenti interni ed esterni----------95

1.124 Schermi (tapparelle, persiane, antoni)----------96

1.125 Prescrizioni dimensionali idonei ai portatori di handicap ----------96

1.126 Infissi esterni----------96

1.127 Serramenti in acciaio----------96
1.127.1 Materiali e norme di riferimento per l'accettazione ---------- 96
1.127.2 Finitura superficiale e verniciatura ---------- 97
1.127.3 Guarnizioni ---------- 98
1.127.4 Sigillanti ---------- 98

1.128 Porte resistenti al fuoco----------98
1.128.1 Commercializzazione CEE. ---------- 98
1.128.1.1 Marchio di conformità (UNI 9723) ---------- 98
1.128.2 Porte installate lungo le vie di uscita---------- 98
1.128.2.1 Criteri di installazione ---------- 98
1.128.3 Sistemi di apertura delle porte ---------- 99
1.128.4 Porte scorrevoli e porte girevoli ---------- 99
1.128.5 Installazione in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito 99
1.128.5.1 Accesso ---------- 99
1.128.5.2 Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie ---------- 99
1.128.5.3 Caratteristiche costruttive---------- 99
1.128.5.4 Accesso e comunicazioni ---------- 99
1.128.6 Norme di riferimento ----------100

ART. 85. PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO ----------100

1.129 Definizioni---------- 100

1.130 Classificazione dei materiali ---------- 100

1.131 Caratteristiche costruttive ---------- 100

1.132 Materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera ---------- 101

ART. 86. PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO ---- 101

1.133 Definizioni ---- 101

1.134 Caratteristiche costruttive ---- 102

1.135 Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera ---- 102

ART. 87. APPARECCHI SANITARI ---- 102

1.136 Terminologia, classificazione e limiti di accettazione ---- 102

1.137 Requisiti ---- 102

1.138 Rispondenza alle norme UNI ---- 103
1.138.1 Lavabi, lavamani e lavelli da cucina ---- 103
1.138.2 Vasi ---- 103
1.138.3 Orinatoi ---- 103
1.138.4 Bidè ---- 103
1.138.5 Vasche da bagno ---- 103
1.138.6 Piatti doccia e cabine doccia ---- 103

1.139 Spazi minimi funzionali per egli apparecchi sanitari ---- 103
1.139.1 Spazi minimi ---- 103
1.139.2 Spazi minimi per i soggetti portatori di handicap deambulanti e su sedia a ruote ---- 103
1.139.3 Accorgimenti per la collocazione degli apparecchi sanitari ---- 104
1.139.4 Impugnature di sicurezza ---- 104
1.139.5 Casi di adeguamento ---- 104
1.139.6 Visitabilità ---- 104

ART. 88. RUBINETTI SANITARI ---- 104

1.140 Categorie ---- 104

1.141 Caratteristiche ---- 104

1.142 Fornitura e stoccaggio ---- 105

1.143 Tubi di raccordo rigidi e flessibili (Per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria). 105

1.144 Rubinetti idonei ai portatori di handicap ---- 105

1.145 Norme di riferimento ---- 105

ART. 89. SCARICHI DEGLI APPARECCHI SANITARI ---- 105

1.146 Generalità ---- 105

1.147 Rubinetti a passo rapido, flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi) ---- 106

1.148 Cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi ---- 106

ART. 90. TUBAZIONI GLI IMPIANTI DI ADDUZIONE DELL'ACQUA E GAS, FOGNATURE, ECC. - 106

1.149 Tubi in acciaio ---- 106
1.149.1 Tolleranze ---- 106
1.149.2 Tipologie tubi ---- 107

1.149.2.1 Tubi senza saldatura ---- 107
1.149.2.2 Tubi con saldatura ---- 107
1.149.3 Designazione e marcatura dei materiali ---- 107
1.149.4 Rivestimento interno ---- 107
1.149.4.1 Norme di riferimento: ---- 108
1.149.5 Rivestimento esterno ---- 108

1.150 Tubazioni in gres ---- 109
1.150.1 Norme di riferimento ---- 109

1.151 Tubazioni in PVC ---- 110
1.151.1 Tubi per condotte interrate di convogliamento di gas combustibili ---- 110
1.151.2 Designazione e marcatura ---- 110
1.151.3 Raccordi ---- 110
1.151.4 Giunzioni ---- 110

1.152 Tubazioni di fibrocemento ---- 111
1.152.1 Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico per sistemi a gravità ---- 111
1.152.2 Marcatura e denominazione ---- 111
1.152.3 Giunti, raccordi e guarnizioni ---- 112
1.152.4 Controllo della qualità ---- 112

1.153 Tubi in polietilene reticolato (PE-X) ---- 112

1.154 Tubi in polipropilene (PP) ---- 112

1.155 Tubi in polietilene ad alta densità (PE ad) ---- 112
1.155.1 Raccordi per le tubazioni per la distribuzione dell'acqua ---- 113
1.155.2 Designazione e marcatura ---- 113
1.155.3 Norme di riferimento ---- 113

1.156 Tubi in rame ---- 113
1.156.1 Impieghi ---- 113
1.156.2 Designazione ---- 114
1.156.3 Tolleranze ---- 114
1.156.4 Condizioni dello stato superficiale ---- 114
1.156.5 Prove di curvatura, allargamento e bordatura ---- 114
1.156.6 Verifica di qualità ---- 114
1.156.7 Marcatura ---- 114
1.156.8 Prove per verificare l'assenza di difetti ---- 114

1.157 Tubi in ghisa sferoidale ---- 116
1.157.1 Rivestimento interno ---- 116
1.157.1.1 Rivestimento esterno ---- 116
1.157.2 Raccordi ---- 116
1.157.3 Protezione esterna in polietilene ---- 116
1.157.4 Requisiti di accettazione ---- 116
1.157.5 Marcatura dei tubi e raccordi ---- 117

1.158 Tubi in alluminio ---- 117

1.159 Valvole ---- 117

1.160 Pompe ---- 117

ART. 91. DEMOLIZIONI ---- 118

1.161 Interventi preliminari ---- 118

1.162 Sbarramento della zona di demolizione ---- 118

1.163 Idoneità delle opere provvisionali ---------- 118

1.164 Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione ---------- 118

1.165 Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta ---------- 118

1.166 Proprietà degli oggetti ritrovati ---------- 118

1.167 Proprietà dei materiali da demolizione ---------- 119

1.168 Demolizione per rovesciamento ---------- 119

ART. 92. SCAVI E SBANCAMENTI IN GENERALE ---------- 119

1.169 Ricognizione ---------- 119

1.170 Viabilità nei cantieri ---------- 119

1.171 Splateamento e sbancamento ---------- 120

1.172 Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli ---------- 120

1.173 Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento ---------- 120

1.174 Impiego di esplosivi ---------- 120

1.175 Deposito di materiali in prossimità degli scavi ---------- 120

1.176 Presenza di gas negli scavi ---------- 121

1.177 Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi ---------- 121

1.178 Smacchiamento dell'area ---------- 121

1.179 Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione ---------- 121

ART. 93. DIVIETI PER L'APPALTATORE DOPO L'ESECUZIONE DEGLI SCAVI ---------- 121

ART. 94. RIPARAZIONE DI SOTTOSERVIZI ---------- 121

ART. 95. RILEVATI E RINTERRI ---------- 122

ART. 96. FONDAZIONI DIRETTE ---------- 122

1.180 Scavi di fondazione ---------- 122

1.181 Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva 122

1.182 Magrone ---------- 122

ART. 97. OPERE E STRUTTURE DI MURATURA ---------- 123

1.183 Criteri generali per l'esecuzione ---------- 123
1.183.1 Murature di mattoni e di blocchi cavi di cls a faccia vista ---------- 123
1.183.2 Murature a cassa vuota ---------- 124

1.184 Facce a vista delle murature di pietrame---- 124

1.185 Spessore minimo dei muri---- 124

1.186 Cordoli di piano ---- 125

1.187 Cordoli di collegamento fra la fondazione e la struttura in elevazione---- 125

1.188 Muratura armata ---- 125
1.188.1 Generalità---- 125
1.188.2 Dettagli costruttivi ---- 125
1.188.2.1 Armature in corrispondenza delle aperture ---- 125
1.188.2.2 Armature verticali ---- 125
1.188.2.3 Armature orizzontali ---- 126
1.188.2.4 Armatura diffusa ---- 126

1.189 Murature e riempimenti in pietrame a secco – Vespa ---- 126
1.189.1 Murature in pietrame a secco ---- 126
1.189.1.1 Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili) 126
1.189.2 Vespai e intercapedini---- 126

ART. 98. CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO---- 127

1.190 Calcestruzzo leggero strutturale ---- 127
1.190.1 Definizioni ---- 127
1.190.2 Aggregato leggero ---- 127
1.190.2.1 Definizioni---- 127
1.190.2.2 Caratteristiche dei granuli ---- 127
1.190.2.3 Coefficiente di imbibizione ---- 127
1.190.3 Composizione del calcestruzzo ---- 127
1.190.3.1 Definizioni---- 127
1.190.3.2 Acqua ---- 127
1.190.3.3 Aria occlusa---- 128
1.190.4 Confezione e posa del calcestruzzo ---- 128
1.190.4.1 Confezione ---- 128
1.190.4.2 Consistenza ---- 128
1.190.4.3 Posa e compattazione ---- 128
1.190.5 Proprietà del calcestruzzo indurito ---- 128
1.190.5.1 Massa volumica ---- 128
1.190.5.2 Resistenza caratteristica a compressione---- 128
1.190.5.3 Resistenza a trazione ---- 128
1.190.5.4 Modulo elastico ---- 129

1.191 Calcestruzzo per strutture in c.a. normale---- 129
1.191.1 Trasporto e consegna ---- 129
1.191.2 Getto---- 129
1.191.2.1 Modalità ---- 129
1.191.2.2 Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito---- 130
1.191.2.3 Getti in climi freddi---- 130
1.191.2.4 Getti in climi caldi ---- 130
1.191.3 Vibrazione e compattazione---- 130
1.191.4 Stagionatura e protezione---- 130
1.191.5 Fessurazione superficiale ---- 131
1.191.6 Norma di riferimento: ---- 131
1.191.7 Maturazione accelerata a vapore ---- 131
1.191.8 Disarmo delle strutture ---- 131
1.191.9 Casseforme e puntelli---- 132
1.191.9.1 Caratteristiche delle casseforme ---- 132
1.191.9.2 Pulizia e trattamento ---- 132
1.191.9.3 Giunti e riprese di getto---- 133

1.191.9.4 Legature delle casseforme e distanziatori delle armature ---- 133
1.191.9.5 Predisposizione di fori, tracce, cavità, etc. ---- 133
1.191.10 Disarmo ---- 133
1.191.10.1 Disarmanti ---- 133
1.191.10.2 Ripristini e stuccature ---- 133

1.192 Prescrizioni per il calcestruzzo a faccia vista ---- 133

ART. 99. ESECUZIONE DI OPERE IN CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO ---- 134

1.193 Compattazione dei getti ---- 134

1.194 Spessore di ricoprimento delle armature di precompressione ---- 134

1.195 Testate di ancoraggio dell'armatura di precompressione ---- 134

1.196 Posa delle barre. dei cavi e loro messa in opera ---- 134
1.196.1 Operazioni di tiro ---- 134
1.196.2 Protezione dei cavi ed iniezioni ---- 135
1.196.2.1 Caratteristiche della malta ---- 135
1.196.2.2 Operazioni di iniezione ---- 135
1.196.2.3 Condotti ---- 135
1.196.2.4 Iniezioni ---- 135

ART. 100. ARMATURE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN CEMENTO ARMATO ---- 136

1.197 Controllo del peso e della sezione ---- 136

1.198 Giunzioni e saldature ---- 136

1.199 Realizzazione delle gabbie e posizionamento delle armature per c.a. ---- 136

1.200 Armature minime degli elementi strutturali in c.a ---- 136
1.200.1 Generalità ---- 136
1.200.2 Armatura longitudinale ---- 136
1.200.3 Travi: armatura trasversale, armatura a taglio e a torsione ---- 137
1.200.4 Copriferro e interferro ---- 137
1.200.5 Ancoraggio delle barre e loro giunzioni ---- 137
1.200.6 Pilastri ---- 137
1.200.7 Strutture bidimensionali piane e curve ---- 137

ART. 101. SOLAI MISTI DI C.A. E C.A.P. E BLOCCHI FORATI IN LATERIZIO ---- 138

1.201 Generalità ---- 138
1.201.1 Solai misti di c.a. e c.a.p. e blocchi forati in laterizio ---- 138
1.201.1.1 Prescrizioni dimensionali minime ---- 138
1.201.1.2 Esecuzione ---- 138
1.201.1.3 Solai con travetti precompressi prefabbricati e blocchi in laterizio ---- 139
1.201.2 Norme complementari relative ai solai misti e blocchi diversi dal laterizio ---- 139
1.201.3 Norme complementari relative ai solai realizzati con l'associazione di elementi in e.a. e c.a.p. prefabbricati con unioni e/o getti di completamento ---- 139

ART. 102. ESECUZIONE DI STRUTTURE IN LEGNO ---- 140

1.202 Generalità ---- 140

1.203 Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione ---- 140
1.203.1 Instabilità laterale ---- 140
1.203.2 Incollaggio ---- 140

1.203.3 Unioni con dispositivi meccanici ---- 141
1.203.4 Assemblaggio ---- 141

ART. 103. ESECUZIONE COPERTURE CONTINUE (PIANE) ---- 141

1.204 Definizioni ---- 141
1.204.1 Copertura non termoisolata non ventilata ---- 142
1.204.2 Copertura ventilata ma non termoisolata ---- 142
1.204.3 Copertura termoisolata e ventilata ---- 142

1.205 Realizzazione degli strati ---- 142

1.206 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera ---- 143

1.207 Lucernari ---- 143
1.207.1 Generalità ---- 143
1.207.2 Lucernari continui ---- 144
1.207.3 Lucernari a piramide ---- 144
1.207.4 Lucernari continui a sesto ribassato ---- 144
1.207.5 Lucernari continui a vela ---- 144
1.207.6 Lucernari a cupola ---- 144
1.207.7 Norme di riferimento ---- 144

ART. 104. ESECUZIONE COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA) ---- 144

1.208 Generalità ---- 144

1.209 Strati funzionali ---- 144

1.210 Realizzazione degli strati ---- 145

1.211 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera ---- 145

ART. 105. OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE ---- 146

1.212 Definizioni ---- 146

1.213 Categorie di impermeabilizzazioni ---- 146

1.214 Realizzazione ---- 146
1.214.1 Impermeabilizzazione di opere interrate ---- 146
1.214.2 Impermeabilizzazioni di elementi verticali ---- 147

1.215 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera ---- 147

ART. 106. ESECUZIONE DELLE PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE ---- 147

1.216 Definizioni ---- 147

1.217 Strati funzionali ---- 147
1.217.1 Pareti a cortina (facciate continue) ---- 147
1.217.2 Pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, ecc. ---- 148
1.217.3 Partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito ---- 148

1.218 Parete divisoria modulare ---- 148
1.218.1 Generalità ---- 148
1.218.2 Modulo cieco ---- 148
1.218.3 Modulo vetrato ---- 148
1.218.4 Modulo porta ---- 148

1.218.5 Normativa di riferimento ---- 149
1.218.6 Norme antincendio ---- 149

1.219 Strutture in vetrocemento ---- 149
1.219.1 Generalità ---- 149
1.219.2 Coperture praticabili piane o inclinate ---- 149
1.219.3 Pareti interne o esterne verticali ---- 149

ART. 107. INTONACI ---- 149

1.220 Intonaco grezzo ---- 149

1.221 Intonaco grezzo fratazzato ---- 149

1.222 Intonaco civile ---- 149

1.223 Intonaco resistente alla fiamma ---- 149

1.224 Paraspigoli ---- 150

ART. 108. OPERE DI VETRAZIONE E SERRAMENTISTICA ---- 150

1.225 Definizioni ---- 150

1.226 Realizzazione ---- 150

1.227 Posa in opera dei serramenti ---- 150

1.228 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera ---- 151

ART. 109. ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI ---- 151

1.229 Definizioni ---- 151

1.230 Strati funzionali ---- 151

1.231 Realizzazione degli strati ---- 152

1.232 Materiali ---- 152

1.233 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera ---- 153

ART. 110. OPERE DI RIFINITURA VARIE ---- 153

1.234 Decorazioni ---- 153

1.235 Tinteggiature e verniciature ---- 153

1.236 Tappezzerie ---- 154

1.237 Rivestimenti per interni ed esterni ---- 154
1.237.1 Definizioni ---- 154
1.237.2 Sistemi realizzati con prodotti rigidi ---- 154
1.237.3 Sistemi realizzati con prodotti flessibili ---- 154
1.237.4 Sistemi realizzati con prodotti fluidi ---- 155
1.237.5 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera ---- 155

ART. 111. GIUNTI DI DILATAZIONE ---- 155

1.238 Giunti di dilatazione per pavimenti ---- 155
1.238.1 Pavimenti ---- 155
1.238.2 Pavimenti sopraelevati ---- 156
1.238.3 Pavimenti finiti ---- 156

1.239 Giunti di dilatazione per facciate, pareti e soffitti ---- 156
1.239.1 Facciate, pareti e soffitti a faccia vista ---- 156
1.239.2 Facciate, pareti e soffitti sotto-intonaco ---- 156
1.239.3 Facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto ---- 156
1.239.4 Facciate, pareti e soffitti a lavori finiti ---- 156

ART. 112. SISTEMI DI COLLEGAMENTO ALLE STRUTTURE ---- 158

ART. 113. IMPIANTI IDRICO-SANITARI ---- 158

1.240 Caratteristiche dei materiali ---- 158
1.240.1 Prescrizioni normative ---- 158

1.241 Contatori per acqua ---- 158
1.241.1 Contatori per acqua fredda ---- 158
1.241.2 Contatori per acqua calda ---- 159

1.242 Criteri di esecuzione ---- 159
1.242.1 Posa in opera delle tubazioni ---- 159
1.242.2 Ancoraggi delle tubazioni a vista ---- 159
1.242.3 Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi ---- 159

1.243 Isolamento termico ---- 159
1.243.1 Materiali isolanti ---- 159

1.244 Protezione contro la corrosione ---- 160
1.244.1 Generalità ---- 160
1.244.2 Mezzi impiegabili per la protezione passiva ---- 160
1.244.3 Mezzi impiegabili per la protezione attiva ---- 160
1.244.4 Protezione passiva ed attiva ---- 160

1.245 Rete di ventilazione ---- 160
1.245.1 Sistemi di aerazione delle reti di ventilazione ---- 160
1.245.2 Materiali ammessi ---- 161
1.245.3 Requisiti minimi delle tubazioni di ventilazione ---- 161

1.246 Rete di scarico delle acque di rifiuto ---- 161
1.246.1 Generalità. Classificazioni ---- 161
1.246.2 Materiali ---- 162
1.246.3 Criteri di esecuzione ---- 163
1.246.4 Diramazioni di scarico ---- 163
1.246.5 Colonne di scarico ---- 164
1.246.6 Collettori di scarico ---- 165
1.246.7 Dispositivo a chiusura idraulica ---- 166
1.246.8 Pozzetti di ispezioni ---- 166

1.247 Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali ---- 166
1.247.1 Generalità ---- 166
1.247.2 Materiali e criteri di esecuzione ---- 166
1.247.3 Canali di gronda ---- 167
1.247.4 Pluviali ---- 167
1.247.5 Collettori di scarico ---- 168
1.247.6 Pozzetto a chiusura idraulica ---- 168
1.247.7 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera ---- 168
1.247.8 Norme di riferimento ---- 168

1.247.9 Pompe ---- 169

1.248 Prove e verifiche ---- 169
1.248.1 Generalità ---- 169
1.248.2 Prova di tenuta idraulica delle reti di distribuzione ---- 169
1.248.3 Prova di portata rete acqua fredda ---- 169
1.248.4 Prova idraulica a caldo ---- 170
1.248.5 Prova di erogazione di acqua calda ---- 170
1.248.6 Prova di circolazione e coibentazione delle rete di distribuzione di acqua calda ad erogazione nulla 170

1.249 Prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria ---- 170
1.249.1 Verifica del livello del rumore ---- 170

ART. 114. IMPIANTI DI ADDUZIONE DEL GAS ---- 170

1.250 Generalità ---- 170

1.251 Norme di riferimento ---- 170
1.251.1 Impianti a gas di rete: progettazione, installazione, manutenzione ---- 170
1.251.2 Dispositivi di sorveglianza di fiamma. Termostati ---- 171
1.251.3 Condotte di distribuzione del gas. Tubi. Impianti di derivazione di utenza del gas ---- 171
1.251.4 Impianti a gas GPL ---- 171

1.252 Tubazioni ---- 171
1.252.1 Tubi di acciaio ---- 171
1.252.2 Tubi di rame ---- 171
1.252.3 Tubi in polietilene per impianto interno di distribuzione gas ---- 171

1.253 Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, valvole ---- 172
1.253.1 Tubazioni in acciaio ---- 172
1.253.2 Tubazioni in rame ---- 172
1.253.3 Tubazioni in polietilene ---- 172

1.254 Posa in opera ---- 172
1.254.1 Modalità di posa in opera all'esterno dei fabbricati ---- 173
1.254.1.1 Posa in opera interrata ---- 173
1.254.1.2 Posa in opera in vista ---- 173
1.254.1.3 Posa in opera in canaletta ---- 173
1.254.2 Modalità di posa in opera all'interno dei fabbricati ---- 173
1.254.2.1 Posa in opera in appositi alloggiamenti ---- 173
1.254.2.2 Posa in opera in guaina ---- 173
1.254.3 Particolarità costruttive e divieti ---- 174

1.255 Gruppo di misurazione. Contatore ---- 174

1.256 Prova di tenuta idraulica ---- 174

1.257 Sistemi di sicurezza ---- 174
1.257.1 Definizioni ---- 174
1.257.2 Criteri tecnici di riferimento per l'installazione ---- 175
1.257.2.1 Criteri generali ---- 175
1.257.2.2 Criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale (metano) ---- 175
1.257.2.3 Criteri di installazione dei rivelatori di GPL (gas di petrolio liquido) ---- 176

1.258 Conformità degli apparecchi a gas ---- 176

ART. 115. IMPIANTI TERMICI ---- 176

1.259 Impianti termici alimentati da combustibili gassosi ---- 176
1.259.1 Termini, definizioni e tolleranze dimensionali ---- 176

1.259.2 Luoghi di installazione degli apparecchi ---- 177
1.259.2.1 Installazione all'aperto ---- 177
1.259.2.2 Installazione in locali esterni ---- 178
1.259.2.3 Installazione in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito ---- 178
1.259.3 Locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici ed ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore ---- 179
1.259.3.1 Ubicazione ---- 179
1.259.3.2 Caratteristiche costruttive ---- 179
1.259.3.3 Aperture di aerazione ---- 179
1.259.3.4 Disposizione degli impianti all'interno dei locali ---- 179
1.259.3.5 Accesso ---- 180
1.259.3.6 Limitazioni per l'installazione a quota inferiore a -5 m e sino a -10 m al di sotto del piano di riferimento 180
1.259.4 Locali per forni da pane, lavaggio biancheria, altri laboratori artigiani e sterilizzazione ---- 180
1.259.4.1 Caratteristiche costruttive ---- 180
1.259.4.2 Accesso e comunicazioni ---- 180
1.259.5 Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie ---- 180
1.259.5.1 Caratteristiche costruttive ---- 181
1.259.5.2 Accesso e comunicazioni ---- 181
1.259.5.3 Installazioni in locali in cui avviene anche la consumazione di pasti ---- 181
1.259.6 Locali di installazione di generatori di aria calda a scambio diretto ---- 181
1.259.6.1 Locali destinati esclusivamente ai generatori ---- 181
1.259.6.2 Locali di installazione destinati ad altre attività ---- 181
1.259.6.3 Condotte aerotermiche ---- 182
1.259.7 Locali di installazione di moduli a tubi radianti ---- 182
1.259.7.1 Caratteristiche dei locali ---- 182
1.259.7.2 Disposizione dei moduli all'interno dei locali ---- 182
1.259.8 Installazione all'interno di serre ---- 182
1.259.9 Impianto elettrico ---- 183
1.259.10 Mezzi di estinzione degli incendi ---- 183
1.259.11 Segnaletica di sicurezza ---- 183
1.259.12 Esercizio e manutenzione ---- 183

1.260 Impianti termici alimentati da combustibili liquidi ---- 183
1.260.1 Luoghi di installazione degli apparecchi ---- 183
1.260.2 Installazione all'aperto ---- 184
1.260.2.1 Disposizioni comuni ---- 184
1.260.2.2 Disposizioni particolari ---- 184
1.260.2.3 Tubi e nastri radianti installati all'aperto ---- 184
1.260.3 Installazione in locali esterni ---- 184
1.260.4 Installazione in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito 184
1.260.4.1 Disposizioni comuni ---- 184
1.260.4.2 Locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici ed ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore ---- 185
1.260.4.3 Locali per forni da pane, lavaggio biancheria, altri laboratori artigiani e sterilizzazione. ---- 186
1.260.4.4 Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie ---- 186
1.260.4.5 Locali di installazione di generatori di aria calda a scambio diretto ---- 187
1.260.4.6 Locali di installazione di moduli a tubi radianti ---- 188
1.260.4.7 Locali di installazione di nastri radianti ---- 188
1.260.5 Installazione di apparecchi all'interno di serre ---- 189
1.260.6 Deposito di combustibile liquido ---- 189
1.260.6.1 Ubicazione ---- 189
1.260.6.2 Capacità ---- 189
1.260.6.3 Modalità di installazione ---- 189
1.260.6.4 Accesso e comunicazioni ---- 190
1.260.6.5 Aperture di aerazione ---- 190
1.260.6.6 Porte ---- 190
1.260.6.7 Caratteristiche dei serbatoi ---- 190
1.260.7 Disposizioni complementari ---- 191

1.260.7.1 Dispositivi accessori ---- 191
1.260.7.2 Impianto elettrico ---- 191
1.260.7.3 Mezzi di estinzione degli incendi ---- 191
1.260.7.4 Segnaletica di sicurezza ---- 191

1.261 Coibentazione delle reti di distribuzione dei fluidi caldi ---- 191

1.262 Sistema di termoregolazione ---- 192

1.263 Camini ---- 192
1.263.1 Caratteristiche geometriche ---- 193
1.263.2 Caratteristiche costruttive ---- 193
1.263.3 Canali da fumo ---- 194
1.263.4 Dispositivi accessori per camini e canali da fumo. Depuratori di fumo ---- 194

1.264 Sistemi di espansione ---- 195
1.264.1 Vaso di espansione aperto ---- 195
1.264.2 Vaso di espansione chiuso ---- 195

1.265 Unità terminali a convenzione naturale ---- 195
1.265.1 Radiatori ---- 195
1.265.2 Piastre radianti ---- 195
1.265.3 Tubi alettati ---- 196
1.265.4 Termoconvettori ---- 196
1.265.5 Pannelli radianti ---- 196

1.266 Verifiche e prove ---- 196
1.266.1 Verifiche preliminari e prove ---- 196
1.266.2 Tempi di collaudo ---- 197
1.266.3 Caratteristiche dei locali ---- 197
1.266.4 Valore della temperatura esterna. Misurazioni ---- 197
1.266.5 Valore della temperatura interna. Misurazioni. Sfasamento tra le misurazioni delle temperature esterna ed interna. 197
1.266.6 Temperatura media di mandata e di ritorno dell'acqua ---- 198

1.267 Verifica del generatore di calore ---- 198
1.267.1 Controllo del grado di fumosità. Limiti delle emissioni ---- 198
1.267.2 Temperatura dei fumi ---- 198
1.267.3 Rendimento della combustione ---- 199

1.268 Requisisti della prestazione energetica degli edifici ---- 199

1.269 Certificazione energetica dell'edificio ---- 200

ART. 116. IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE ---- 200

1.270 Riferimenti legislativi e normativi ---- 201

1.271 Requisiti dell'impianto di climatizzazione ---- 201

1.272 Sistemi di climatizzazione ---- 201
1.272.1 Classificazione ---- 201
1.272.2 Gestione ---- 202

1.273 Componenti degli impianti climatizzazione ---- 202

1.274 Gruppi frigoriferi ---- 202

1.275 Raffreddamento del gruppo frigorifero ---- 203

1.276 Circolazione dei fluidi ---- 203
1.276.1 Pompe di circolazione ---- 203
1.276.2 Ventilatori ---- 203

1.277 Distribuzioni dei fluidi termovettori ---- 203
1.277.1 Tubazioni ---- 203
1.277.2 Canalizzazioni ---- 204

1.278 Apparecchi per la climatizzazione ---- 204
1.278.1 Gruppi di trattamento dell'aria (condizionatori) ---- 204
1.278.2 Unità terminali a convenzione forzata – Ventilconvettori ---- 204
1.278.3 Induttori ---- 205
1.278.4 Espansione dell'acqua dell'impianto ---- 205
1.278.5 Regolazioni automatiche. Tolleranze massime ---- 205
1.278.6 Alimentazione e scarico dell'impianto ---- 205
1.278.7 Verifiche del direttore dei lavori ---- 205

ART. 117. IMPIANTO ANTINCENDIO AD ACQUA ---- 206

1.279 Impianto di spegnimento incendi ad idranti ---- 206

1.280 CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE E DEI MATERIALI ---- 206

1.281 Organi di intercettazione ---- 209

1.282 Pompe sommerse ---- 210
Corpo dei rubinetti esterni ---- 210
Corpo dei rubinetti da incasso ---- 210
Manette ed altre parti in vista ---- 210
Vitone di tenuta ---- 211

1.283 Apparecchiature ---- 211

Complessi antincendio UNI 45 ---- 211

Idranti esterni a colonna ---- 211

Cassette portamanichetta ---- 211

Attacchi per autopompa dei VVF. ---- 212

Accessori dell'impianto antincendio ---- 212

Prescrizioni di posa ---- 212

1.284 Modalità di collaudo ---- 212

1.285 Documentazione da fornire ---- 212

ART. 118. IMPIANTI ELETTRICI ---- 214

1.286 Qualità dei materiali ---- 214
1.286.1 Norme di riferimento ---- 214

1.287 Oneri specifici per l'appaltatore ---- 214

1.288 Modalità di esecuzione degli impianti ---- 214

1.289 Cavi e conduttori ---- 215
1.289.1 Definizioni ---- 215

1.289.2 Posa in opera delle condutture ---- 215
1.289.3 Prescrizioni relative alle condutture ---- 215
1.289.4 Prescrizioni relative a condutture di impianti particolari ---- 216
1.289.5 Norme di riferimento ---- 216
1.289.6 Sezioni minime dei conduttori ---- 216

1.290 Tubazioni di protezione dei cavi ---- 217
1.290.1 Norme di riferimento ---- 218

1.291 Quadri elettrici ---- 218
1.291.1 Generalità ---- 218
1.291.2 Tipologie di quadri elettrici ---- 218
1.291.2.1 Quadro generale ---- 218
1.291.2.2 Quadri secondari di distribuzione ---- 218
1.291.2.3 Quadri di reparto, di zona o di piano ---- 219
1.291.2.4 Quadri locali tecnologici ---- 219
1.291.2.5 Quadri speciali (es. sale operatorie, centrale di condizionamento, centrale termica ecc.) ---- 219
1.291.3 Grado di protezione degli involucri ---- 219
1.291.4 Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione ---- 219
1.291.5 Caratteristiche degli armadi e dei contenitori per quadri elettrici ---- 219
1.291.6 Targhe ---- 220
1.291.7 Identificazioni ---- 220
1.291.8 Predisposizione per ampliamenti futuri ---- 220

1.292 Cassette di derivazione ---- 220

1.293 Giunzioni ---- 220

1.294 Supporto, frutto e placca ---- 220
1.294.1 Impianto di terra ---- 221
1.294.1.1 Impianti a tensione nominale ≤ 1000 V c.a. ---- 221
1.294.1.2 Impianti a tensione nominale > 1000 V c.a. ---- 221
1.294.1.3 Elementi dell'impianto di terra ---- 221
1.294.1.4 Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi ---- 223
1.294.1.5 Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione ---- 224

1.295 Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche ---- 224
1.295.1 Generalità ---- 224
1.295.2 Composizione dell'impianto ---- 224
1.295.3 Captatori ---- 224
1.295.4 Sistemi di protezione LPS ---- 225
1.295.5 Verifiche ---- 225
1.295.6 Norme di riferimento ---- 225

1.296 Protezione contro i contatti diretti e indiretti ---- 225

1.297 Protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti e i corto circuiti ---- 226

ART. 119. VERIFICHE DELL'IMPIANTO ELETTRICO ---- 226

1.298 Generaltà ---- 226

1.299 Esame a vista ---- 226
1.299.1 Verifica qualitativa e quantitativa ---- 227
1.299.2 Verifica della sfilabilità dei cavi e controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti ---- 227
1.299.3 Verifica dei tracciati per le condutture incassate ---- 227
1.299.4 Verifica dei gradi di protezione degli involucri (protezioni contro i contatti diretti) ---- 228
1.299.5 Controllo dei collegamenti a terra ---- 228
1.299.6 Controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici (bagno e doccia) ---- 229
1.299.7 Verifica delle condutture, cavi e connessioni ---- 229

1.299.8 Verifica dei dispositivi di sezionamento e di comando ---- 230
1.299.9 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e della apposizione dei contrassegni di identificazione ---- 230
1.299.10 Verifica del rispetto delle prescrizioni del D.M. n. 236/1989, in merito alla collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione ---- 230

1.300 Prove di verifica e controlli ---- 231
1.300.1 Prova della continuità dei conduttori di protezione ---- 231
1.300.2 Prova di funzionamento alla tensione nominale ---- 231
1.300.3 Prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva ---- 231
1.300.4 Prova d'intervento degli interruttori differenziali ---- 232
1.300.5 Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto ---- 232
1.300.6 Misura della resistenza del dispersore ---- 232
1.300.7 Misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto ---- 232
1.300.8 Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro ---- 232
1.300.9 Misura della caduta di tensione ---- 232
1.300.10 Misura dei segnali in uscita alle prese TV ---- 232

1.301 Calcoli di controllo ---- 233
1.301.1 Controllo del coefficiente di stipamento ---- 233
1.301.2 Controllo del coordinamento fra correnti d'impiego e portate dei conduttori ---- 233
1.301.3 Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi - 233

ART. 120. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE. VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE ---- 233

1.302 Generalità ---- 233

1.303 Esami a vista ---- 233

1.304 Impianti di illuminazione interna ---- 233
1.304.1 Misura dell'illuminamento medio e dell'uniformità ---- 233
1.304.1.1 Misura dell'illuminamento medio ---- 233
1.304.2 Misura di luminanza nel campo visivo ---- 234
1.304.3 Abbagliamento ---- 234
1.304.4 Misura del contrasto ---- 234

1.305 Impianti di illuminazione esterna ---- 234
1.305.1 Misura dell'abbagliamento ---- 235
1.305.2 Misura del colore della luce ---- 235

ART. 121. SISTEMA DI RIVELAZIONE INCENDI ---- 236

ART. 122. IMPIANTO DI FONIA E TRASMISSIONE DATI ---- 247

ART. 123. IMPIANTO FOTOVOLTAICO ---- 249

ART. 124. ASCENSORI E PIATTAFORME ELEVATRICI ---- 258

1.306 Norme sugli ascensori ---- 258

1.307 Considerazioni generali e osservazioni preliminari ---- 258
1.307.1 Considerazioni generali ---- 258
1.307.2 Osservazioni preliminari ---- 258

1.308 Cabina ---- 258

1.309 Elementi di sospensione e elementi di sostegno ---- 258

1.310 Controllo delle sollecitazioni (compresa la velocità eccessiva) ---------- 258

1.311 Motore ---------- 258

1.312 Comandi ---------- 258

1.313 Rischi per le persone al di fuori della cabina ---------- 259

1.314 Rischi per le persone nella cabina ---------- 259

1.315 Altri rischi ---------- 259

1.316 Marcatura ---------- 260

1.317 Istruzioni per l'uso ---------- 260

1.318 Marcatura CE di conformità ---------- 260

1.319 Componenti di sicurezza ---------- 261

1.320 Requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori per i soggetti portatori di handicap ---------- 261

1.321 Piattaforme elevatrici ---------- 261

1.322 Regole di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi ---------- 262

1.322.1 Disposizioni generali ---------- 262
1.322.2 Vano di corsa ---------- 262
1.322.2.1 Vano aperto ---------- 262
1.322.2.2 Vano protetto ---------- 262
1.322.2.3 Vano a prova di fumo ---------- 262
1.322.3 Accessi al locale del macchinario, agli spazi del macchinario e/o alle aree di lavoro ---------- 263
1.322.4 Aerazione del vano di corsa, dei locali del macchinario, delle pulegge di rinvio e/o degli ambienti contenenti il macchinario ---------- 263
1.322.5 Misure di protezione attiva ---------- 263
1.322.6 Vani di corsa per ascensore antincendio ---------- 264
1.322.7 Vano di corsa per ascensore di soccorso ---------- 264
1.322.8 Norme di esercizio ---------- 265

ART. 125. IMPIANTI DI ANTIEFFRAZIONE ED ANTINTRUSIONE ---------- 265

1.323 Norme di riferimento ---------- 265

1.324 Prove sulle apparecchiature ---------- 265

1.325 Caratteristiche tecniche degli impianti ---------- 266

1.326 Verifiche ---------- 266

1.327 Istruzioni per la manutenzione ---------- 266

ART. 126. SCAVI DELLE TRINCEE, COORDINAMENTO ALTIMETRICO E RISPETTO DELLE LIVELLETTE PER LA POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI ---------- 267

1.328 Generalità ---------- 267

1.329 Interferenze con edifici ---------- 267

1.330 Attraversamenti di manufatti ---------- 267

1.331 Interferenze con servizi pubblici sotterranei ---- 267

1.332 Realizzazione della fossa ---- 268
1.332.1 Opere provvisionali ---- 268
1.332.2 Tipologie di scavi ---- 268

ART. 127. LETTO DI POSA PER TUBAZIONI ---- 268

1.333 Appoggio su suoli naturali ---- 268

1.334 Appoggio su materiale di riporto ---- 269

1.335 Appoggio su calcestruzzo ---- 269

1.336 Camicia in calcestruzzo ---- 269

ART. 128. MODALITÀ ESECUTIVE PER LA POSA IN OPERA DI TUBAZIONI ---- 269

1.337 Controllo e pulizia dei tubi ---- 269

1.338 Nicchie in corrispondenza dei giunti ---- 270

1.339 Continuità del piano di posa ---- 270

1.340 Protezione catodica delle tubazioni metalliche ---- 270

1.341 Tubi danneggiati durante la posa in opera ---- 270

1.342 Piano di posa ---- 270

1.343 Modalità di posa in opera ---- 270

ART. 129. RINTERRO DELLE TUBAZIONI ---- 271

1.344 Generalità ---- 271

1.345 Esecuzione del rinterro ---- 271

1.346 Raccomandazioni per la compattazione ---- 272

SEZIONE II – REALIZZAZIONE DI OPERE STRADALI ---- 272

ART. 130. SOVRASTRUTTURA STRADALE - CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE STRADE 272

1.347 Terminologia relativa alla sovrastruttura ---- 272

1.348 Premessa ---- 272
1.348.1 Sovrastruttura ---- 273
1.348.1.1 Definizione ---- 273
1.348.1.2 Strati della sovrastruttura ---- 273
1.348.2 Tipi di sovrastrutture ---- 273
1.348.2.1 Sovrastruttura flessibile ---- 273
1.348.2.2 Sovrastruttura rigida ---- 274
1.348.2.3 Sovrastruttura semirigida ---- 274
1.348.2.4 Sovrastruttura rigida polifunzionale ---- 274
1.348.3 Sottofondo ---- 274
1.348.3.1 Definizione ---- 274

1.348.3.2 Sottofondo migliorato o stabilizzato ---- 274
1.348.4 Trattamenti ---- 274
1.348.4.1 Trattamento superficiale ---- 274
1.348.4.2 Trattamento di ancoraggio ---- 275
1.348.4.3 Trattamento di impregnazione ---- 275
1.348.4.4 Trattamento di penetrazione ---- 275
1.348.5 Tipi particolari di pavimentazioni o di strati ---- 275
1.348.5.1 Pavimentazione ad elementi discontinui ---- 275
1.348.5.2 Pavimentazione di blocchetti prefabbricati di calcestruzzo, detta anche di masselli di calcestruzzo autobloccanti 275
1.348.5.3 Massicciata ---- 275

1.349 Elementi costitutivi dello spazio stradale ---- 275

1.350 Caratteristiche geometriche ---- 277
1.350.1 Larghezza delle corsie ---- 277
1.350.2 Larghezza del margine interno e del margine laterale ---- 277
1.350.3 Larghezza del marciapiede ---- 277
1.350.4 Regolazione della sosta ---- 277

ART. 131. MISTI CEMENTATI PER STRATI FONDAZIONE E DI BASE ---- 277

1.351 Generalità ---- 277

1.352 Materiali costituenti e loro qualificazione ---- 277
1.352.1 Aggregati ---- 277
1.352.2 Cemento ---- 278
1.352.3 Acqua ---- 278
1.352.4 Aggiunte ---- 278
1.352.5 Miscele ---- 278

1.353 Accettazione delle miscele ---- 279

1.354 Confezionamento delle miscele ---- 279
1.354.1 Preparazione delle superfici di stesa ---- 279

1.355 Posa in opera delle miscele ---- 279

1.356 Protezione superficiale dello strato finito ---- 279

1.357 Controlli ---- 280

ART. 132. MISTI GRANULARI PER STRATI DI FONDAZIONE ---- 280

1.358 Generalità ---- 280

1.359 Materiali ---- 281
1.359.1 Aggregati ---- 281
1.359.2 Miscele ---- 281

1.360 Accettazione del misto granulare ---- 282

1.361 Confezionamento del misto granulare ---- 282

1.362 Posa in opera del misto granulare ---- 282

1.363 Controlli ---- 282
1.363.1 Materiali ---- 283
1.363.2 Miscele ---- 283
1.363.3 Costipamento ---- 283

1.363.4 Portanza---283
1.363.5 Sagoma---283

ART. 133. CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO TRADIZIONALI CON E SENZA RICICLATO PER STRATO DI BASE---283

1.364 Generalità --- 283

1.365 Materiali costituenti e loro qualificazione--- 283
1.365.1 Legante---283
1.365.2 Additivi ---284
1.365.3 Aggregati ---284
1.365.4 Miscele---285
1.365.4.1 Accettazione delle miscele---286
1.365.4.2 Confezionamento delle miscele---287
1.365.4.3 Preparazione delle superfici di stesa ---287
1.365.4.4 Posa in opera delle miscele ---288

1.366 Controlli --- 288

ART. 134. OPERE D'ARTE ---289

1.367 Caditoie stradali--- 289
1.367.1 Generalità---289
1.367.2 Pozzetti per la raccolta delle acque stradali---289
1.367.3 Materiali ---290
1.367.4 Marcatura---290
1.367.5 Caratteristiche costruttive---290
1.367.5.1 Aperture di aerazione ---290
1.367.5.2 Dimensione di passaggio ---290
1.367.5.3 Profondità di incastro---291
1.367.5.4 Sedi---291
1.367.5.5 Protezione spigoli---291
1.367.5.6 Fessure ---291
1.367.5.7 Cestelli e secchi scorificatori ---291
1.367.5.8 Stato della superficie---291
1.367.5.9 Sbloccaggio e rimozione dei coperchi---291
1.367.5.10 Dispositivi di chiusura e di coronamento ---291

1.368 Camerette d'ispezione--- 292
1.368.1 Ubicazione ---292
1.368.2 Caratteristiche costruttive---292
1.368.3 Dispositivi di chiusura e di coronamento ---292
1.368.3.1 Gradini d'accesso---292

1.369 Pozzetti prefabbricati --- 292

1.370 Pozzetti realizzati in opera --- 292

1.371 Collegamento del pozzetto alla rete --- 293

1.372 Pozzetti di salto (distinti dai dissipatori di carico per salti superiori ai 7-10 m)--- 293

1.373 Pozzetti di lavaggio (o di cacciata)--- 293

1.374 Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli--- 293
1.374.1 Tubazioni---293
1.374.1.1 Tubazioni in c. a. v.---293
1.374.1.2 Tubazioni in P.V.C. rigido---293
1.374.1.3 Pozzetti e chiusini---294

1.374.2 Canalette ---- 294
1.374.2.1 Canalette ad embrici ---- 294
1.374.3 Cunette ---- 294
1.374.4 Cunicoli ---- 294
1.374.5 Rivestimento per cunette e fossi di guardia ---- 295
1.374.5.1 Elementi prefabbricati in c.a.v. ---- 295
1.374.5.2 Conglomerato cementizio, gettato in opera ---- 295
1.374.5.3 Muratura di pietrame ---- 295

1.375 Cordonature ---- 295

SEZIONE III ---- 295

ART. 135. IMPIANTI ELETTRICI IN GENERALE ---- 295

1.376 Materiali e prescrizione di qualità dei materiali elettrici ---- 295

NORME IMPIANTI ELETTRICI ---- 296

1.377 Oneri specifici per l'appaltatore ---- 296

1.378 Modalità di esecuzione degli impianti ---- 296

ART. 136. CAVIDOTTI ---- 297

1.379 Esecuzione di cavidotti ---- 297

1.380 Posa direttamente nel terreno ---- 297

1.381 Posa entro tubazione interrata ---- 297

1.382 Posa in condotti o cunicoli interrati ---- 297

1.383 Distanze di rispetto dei cavi interrati ---- 297
1.383.1 Distanza da cavi di telecomunicazione ---- 297
1.383.2 Distanza da tubazioni metalliche ---- 297
1.383.3 Distanza da serbatoi contenente fluidi infiammabili ---- 297
1.383.4 Distanza da gasdotti ---- 297

1.384 Esecuzione di cavidotti lungo strade esistenti ---- 297

ART. 137. POZZETTI ---- 298

1.385 Generalità ---- 298

1.386 Raggi di curvatura ---- 298

1.387 Pozzetti con chiusino in ghisa ---- 298

1.388 Pozzetto prefabbricato interrato ---- 298

ART. 138. BLOCCHI DI FONDAZIONI - PALI DI SOSTEGNO ---- 298

1.389 Blocchi di fondazione dei pali ---- 298

1.390 Pali di sostegno ---- 299

ART. 139. LINEE PER ENERGIA ELETTRICA ---- 299

ART. 140. CASSETTE - GIUNZIONI - DERIVAZIONI - GUAINE ISOLANTI ---- 300

ART. 141. FORNITURA E POSA DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE ---- 300

1.391 Grado di protezione ---- 300

1.392 Prove ---- 300

1.393 Requisiti per la prevenzione dell'inquinamento luminoso ---- 300

1.394 Documentazione tecnica ---- 301

ART. 142. FORNITURA E POSA DEL CONTENITORE DEL GRUPPO DI MISURA E DEL COMPLESSO DI ACCENSIONE E PROTEZIONE ---- 301

ART. 143. IMPIANTO DI TERRA – DISPERSORI ---- 302

ART. 144. TERRA DA COLTIVO RIPORTATA ---- 303

ART. 145. SUBSTRATI DI COLTIVAZIONE ---- 303

ART. 146. CONCIMI ORGANICI E MINERALI ---- 303

***1.395 Concimi organici* ---- 303**

1.396 Concimi minerali ---- 304
1.396.1 Concimi minerali semplici ---- 304
1.396.2 Concimi minerali composti ---- 304
1.396.3 Concimi minerali a base di elementi secondari ---- 304
1.396.3.1 Concimi minerali a base di microelementi (oligo-elementi) ---- 304

1.397 Acqua per innaffiamento ---- 304

1.398 Estrazione dal vivaio e controllo delle piante ---- 304

1.399 Generalità ---- 304

1.400 Alberi ---- 305

ART. 147. PRECAUZIONI DA PRENDERE FRA L'ESTRAZIONE E LA MESSA A DIMORA ---- 305

ART. 148. PERIODO DI MESSA A DIMORA ---- 305

ART. 149. PREPARAZIONE DELLE PIANTE PRIMA DELLA MESSA A DIMORA ---- 306

ART. 150. PREPARAZIONE DELLE BUCHE E DEI FOSSI PER LA MESSA A DIMORA DELLE PIANTE 306

ART. 151. CARICO, TRASPORTO E ACCATASTAMENTO DELLE PIANTE ---- 306

1.401 Messa a dimora di piante ---- 306

1.402 Generalità ---------- 306

1.403 Collocazione delle piante e riempimento delle buche ---------- 306

1.404 Conche di irrigazione ---------- 306

1.405 Pali di sostegno, ancoraggi e legature ---------- 307

ART. 152. TAPPETI ERBOSI IN STRISCE E ZOLLE ---------- 307

ART. 153. SCARPATE IN RILEVATO O IN SCAVO ---------- 307

ART. 154. SEMINE ---------- 307

ART. 155. IDROSEMINA ---------- 308

ART. 156. SPOSTAMENTO DI PIANTE ---------- 308

ART. 157. PROTEZIONE DELLE PIANTE ESISTENTI DA CONSERVARE ---------- 309

ART. 158. PROTEZIONE DELLE PIANTE MESSA A DIMORA ---------- 309

ART. 159. SALVAGUARDIA DELLA VEGETAZIONE ESISTENTE ---------- 309

ART. 160. MANUTENZIONI COLTURALI FINO ALL'ESECUZIONE DEL COLLAUDO ---------- 310

ART. 161. CONTROLLI REGOLAMENTARI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO ---------- 311

1.406 Resistenza caratteristica ---------- 311

1.407 Controlli di qualità del conglomerato ---------- 311

1.408 Valutazione preliminare della resistenza caratteristica ---------- 311

1.409 Controllo di accettazione ---------- 311
1.409.1 Controllo Tipo A ---------- 312
1.409.2 Controllo Tipo B ---------- 312
1.409.3 Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo ---------- 312

1.410 Prove complementari ---------- 313

1.411 Prelievo ed esecuzione della prova a compressione ---------- 313
1.411.1 Prelievo di campioni ---------- 313
1.411.2 Dimensioni dei provini ---------- 313
1.411.3 Confezionamento dei provini ---------- 313
1.411.4 Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini ---------- 313
1.411.5 Marcatura dei provini ---------- 314
1.411.6 Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere ---------- 314
1.411.7 Domanda di prova al Laboratorio Ufficiale ---------- 314
1.411.8 Conservazione e maturazione ---------- 314
1.411.9 Resoconto della prova di compressione ---------- 315

ART. 162. CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO ---------- 315

1.412 Prove per la misura della consistenza ---------- 315

1.413 Controllo della composizione del calcestruzzo fresco ---- 316

1.414 Determinazione della quantità d' acqua d' impasto essudata (Bleeding) ---- 316

ART. 163. ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA ---- 316

1.415 Le prescrizioni normative ---- 316

1.416 Misura dell'indice di maturità del calcestruzzo ---- 316

1.417 Misura del ritiro idraulico/rigonfiamento del calcestruzzo ---- 317

1.418 Misura della permeabilità ---- 317

ART. 164. ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO INDURITO ---- 317

1.419 Controlli distruttivi ---- 317
1.419.1 Prove di trazione diretta ---- 317
1.419.2 Prova di trazione indiretta o prova brasiliana ---- 318
1.419.3 Prova a trazione per flessione ---- 318
1.419.4 Misura del modulo di elasticità ---- 318
1.419.5 Carotaggio ---- 318
1.419.5.1 Estrazione dei provini ---- 319
1.419.5.2 Verbale di prelevamento dei campioni di calcestruzzo indurito ---- 319
1.419.5.3 Calcolo della resistenza del calcestruzzo ---- 319
1.419.6 Metodo di estrazione (Pull-Out) ---- 320
1.419.7 Prova di aderenza (Pull-Off) ---- 321
1.419.8 Metodo di penetrazione (Sonda Windsor) ---- 321

1.420 Controlli non distruttivi ---- 321
1.420.1 Prove sclerometriche ---- 321
1.420.2 Rilievi microsismici o ad ultrasuoni ---- 321
1.420.3 Metodo delle correnti indotte ---- 322
1.420.4 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo ---- 322

Norma di riferimento ---- 322

ART. 165. RILEVAZIONE DEL COPRIFERRO ---- 322

ART. 166. METODI DI PROVA PER ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO NORMALE PRECOMPRESSO 322

ART. 167. PROVE SUGLI INFISSI ---- 322

1.421 Infissi in legno ---- 322

1.422 Infissi in metallo ---- 323

ART. 168. DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE AI LAVORI DA ESEGUIRSI IN ECONOMIA ---- 324

ART. 169. TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI ---- 324

ART. 170. CAUSE SPECIFICHE DI SOSPENSIONI DEI LAVORI ---- 324

ART. 171. PENALE PER RITARDATA ULTIMAZIONE DEI LAVORI ---- 324

ART. 172. PREMIO D'ACCELERAZIONE ---------- 324

ART. 173. PAGAMENTI IN ACCONTO ---------- 324

ART. 174. CONTO FINALE ---------- 324

ART. 175. MODALITÀ E TERMINI DEL COLLAUDO TECNICO-AMMINISTRATIVO ---------- 325

INDICE ---------- 326