PROVINCIA DI IMPERIA

COMUNE DI TAGGIA

IMPIANTO INTEGRATO DI TRATTAMENTO, RECUPERO E VALORIZZAZIONE DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI DELLA PROVINCIA DI IMPERIA

IDRO EDIL S.R.L.

WASTE TREATMENT TECHNOLOGIES

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

TAV.	SCALA	COM	DOC	FOGLIO	REV.
R15	/	839	PP.B020	01 DI 01	4

ICARIA

ICARIA srl
SOCIETÀ DI INGEGNERIA

Via La Spezia, 6 - 00182 Roma
Corso Cavour, 445 - 05018 Orvieto (Tr)
tel +39 0763 34 08 75 Fax +39 0763 34 12 51
www.icariasrl.it info@icariasrl.it

ORDINE degli INGEGNERI
INGEGNERE
Vladimiro
ROTISCIANI
civile ed ambientale
industriale
dell'informazione
A 376
Provincia di TERNI

REVISIONE	DATA	OGGETTO	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO
4	APRILE 2017	REVISIONE a seguito Delib. C.P. N.2 del 20.02.2017	C.S.	A.S.	V.R.	V.R.
3	SETTEMBRE 2014	REVISIONE	S.L.	G.T.	R.S.	V.R.
0	GENNAIO 2012	EMISSIONE	L.F/C.S.	G.T.	R.S.	V.R.

IMPIANTO INTEGRATO DI TRATTAMENTO, RECUPERO E VALORIZZAZIONE DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI DELLA PROVINCIA DI IMPERIA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

R15 – CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

SOMMARIO

1 PREMESSA 3

1.1 GENERALITÀ 3
1.2 DESCRIZIONE SOMMARIA DELL'IMPIANTO 3

2 DATI DI PROGETTO, DIMENSIONALI E PRESTAZIONALI 6

2.1 DATI DI PROCESSO E DIMENSIONAMENTO IMPIANTO 6
2.2 PRESTAZIONI 7

3 PRESCRIZIONI TECNICHE DI CARATTERE GENERALE 9

3.1 GENERALITÀ 9
3.2 QUALITÀ E PROVENIENZA DELLE APPARECCHIATURE E DEI MATERIALI 9
3.3 MESSA IN FUNZIONE - COLLAUDO - RISPONDENZA ALLE NORME. 10
3.4 GENERALITÀ DELL'ESECUZIONE ED ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI 12
3.5 PROVE SUI MATERIALI 13

4 DISCIPLINARE 14

4.1 GENERALITÀ 14
4.2 OPERE CIVILI 14
4.3 OPERE ELETTROMECCANICHE ED IMPIANTISTICHE 14

5 VALUTAZIONI GENERALI SULLA "GESTIONE E CONDUZIONE IMPIANTO INTEGRATO" 15

5.1 CONSIDERAZIONI GENERALI 15
5.2 CONSIDERAZIONI AGGIUNTIVE 16
5.3 PROFILI E MANSIONARIO 16
5.4 ORGANIGRAMMA GESTIONE E CONDUZIONE IMPIANTO 20
5.5 ESERCIZIO IMPIANTO INTEGRATO - MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA 20
5.5.1 Presenze personale 20
5.5.2 Modalità di svolgimento del lavoro 21
5.5.3 Cicli di manutenzione periodica 22
5.5.4 Manutenzione ordinaria, programmata e straordinaria 23
5.6 SCHEDE DI MANUTENZIONE 26
5.7 MOTORI A GAS 33

6 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELLE OPERE CIVILI 38

6.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI 38
6.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO 82

7 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE 207

1 PREMESSA

1.1 Generalità

Il presente documento illustra le caratteristiche prestazionali e dimensionali degli apparati e dei componenti e descrive le opere civili che concorrono alla realizzazione dell'impianto integrato di trattamento, recupero e valorizzazione dei rifiuti urbani della Provincia di Imperia.

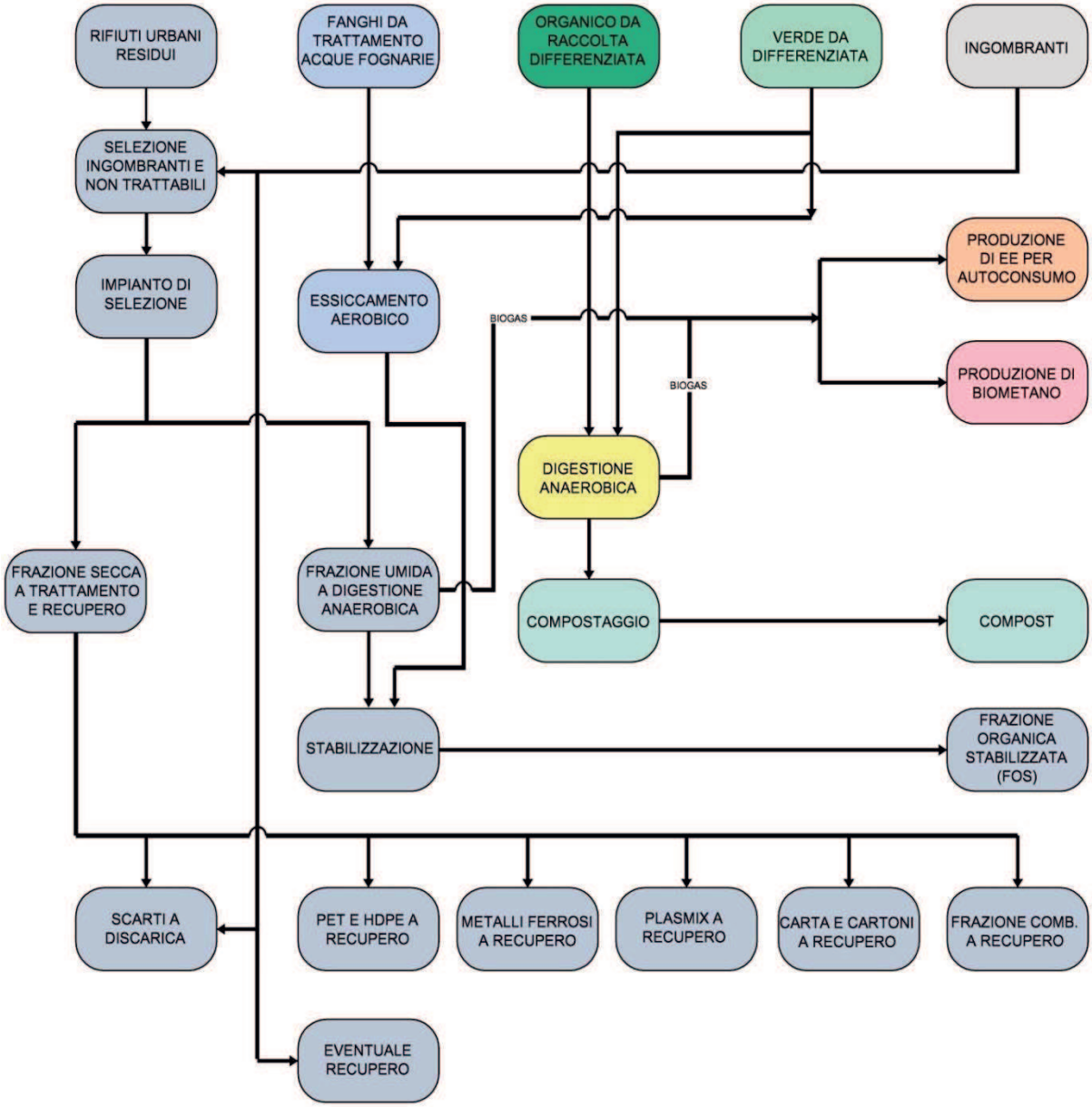
1.2 Descrizione sommaria dell'impianto

L'impianto di trattamento si estende su una superficie complessiva di 44.000 metri quadri totalmente recintata e accessibile attraverso un ingresso principale posto sul lato sud della proprietà, a sua volta collegato all'ampia viabilità che si sviluppa sul perimetro interno dell'impianto.
La disposizione delle varie sezioni dell'impianto all'interno dell'area è stata studiata nel rispetto dei criteri generali di sicurezza e per ottenere il migliore utilizzo degli spazi in relazione anche ai flussi di materiale da movimentare realizzando, in tal modo, circuiti di mezzi scorrevoli e sicuri.
Nel corpo centrale dell'area, su una superficie complessiva di circa 22.500 metri quadri, sorgono gli edifici atti ad ospitare le sezioni funzionali dell'impianto che sono riassunte qui di seguito:

a. Sezione di ricezione rifiuti e pre-trattamento (triturazione primaria);
b. Sezione di ricevimento e preparazione della FORSU proveniente dalla raccolta differenziata;
c. Sezione di ricezione e trasferimento fanghi.
d. Sezione di selezione meccanica RSU;
e. Sezione di digestione anaerobica a secco del sottovaglio primario e della FORSU;
f. Sezione di digestione aerobica, biostabilizzazione e bioessiccazione del digestato;
g. Sezione di raffinazione della frazione organica biostabilizzata;
h. Sezione di upgrading biogas e stoccaggio/distribuzione biometano.

Tutte le fasi di processo sono espletate all'interno di edifici chiusi che sono mantenuti in costante depressione da un sistema che aspira l'aria; una parte è impiegata nei processi biologici per poi fluire, con la restante, attraverso un sistema di trattamento costituito da scrubbers chimici e da biofiltri di generose dimensioni.
Tutte le fasi di trattamento biologico intensivo (digestione, biostabilizzazione e bioessiccazione) sono espletate all'interno di reattori chiusi modulari (bio-celle e/o tunnels). Questo consente un completo controllo del processo e la limitazione dei volumi di aria esausta da trattare.
L'impianto nel suo insieme si compone di diverse sezioni tecnologiche dimensionate per poter trattare nel modo più adeguato le quantità e le qualità di rifiuti previsti in ingresso. Lo schema di cui

alla figura che segue fornisce un'idea complessiva della destinazione dei vari flussi e dei processi utilizzati per il loro trattamento:



In particolare la sezione di digestione anaerobica e del successivo trattamento aerobico è suddivisa in due sottosezioni dedicate rispettivamente alla frazione organica derivante dalla separazione meccanica dei rifiuti misti ed alla parte proveniente invece tramite raccolta differenziata. In questo modo si potranno avere in uscita dal trattamento aerobico due prodotti distinti che possono avere conseguentemente due destinazioni diverse:

1. la FOS (Frazione Organica Stabilizzata) utilizzata come materiale tecnico in discarica o, qualora se ne presenti la possibilità, a ripristini ambientali anche nello stesso ambito della discarica;

2. il compost da raccolta differenziata verso tutti quegli utilizzi consentiti dalle norme applicabili al caso in oggetto.

Per quanto riguarda la parte degli ingombranti e gli eventuali elementi non trattabili dall'impianto in oggetto è prevista la loro separazione subito dopo la fase di scarico dei rifiuti e il loro accumulo in un'area adiacente a quella di deposito dei rifiuti per il successivo trasferimento alla apposita sezione di riduzione dimensionale e trasferimento in discarica; è prevedibile che una parte di tale flusso, al momento non quantificabile, possa essere avviata a recupero presso impianti debitamente autorizzati.

Una parte del biogas prodotto nella fase di digestione anaerobica viene impiegato per la produzione di energia elettrica a parziale copertura degli autoconsumi.

Tale produzione viene garantita mediante motori alternativi abbinati a generatori elettrici.

Parte del calore prodotto dai cogeneratori viene utilizzato per mantenere il digestore anaerobico alla temperatura di esercizio ottimale.

La parte del biogas prodotto nella fase di digestione anaerobica non utilizzata per la produzione di EE, viene impiegato per la produzione di biometano per l'autotrazione. L'impianto è composto da un sistema di upgrading del biogas, di compressione, di stoccaggio e di distribuzione.

2 DATI DI PROGETTO, DIMENSIONALI E PRESTAZIONALI

2.1 Dati di processo e dimensionamento impianto

L'impianto di trattamento rifiuti urbani e speciali assimilati è dimensionato, nelle sue condizioni nominali, per un conferimento annuo di 102.000 ton/anno, corrispondenti a ~ 330 ton/g per 310 g/anno di esercizio impianto :

DESCRIZIONE	UNITA'	Scenario di Progetto (RSU)	Scenario di progetto (FORSU e Verde)
- Quantità annua di rifiuti conferiti	Ton/anno	49.000	45.000 (26.000+19.000)
- Giorni lavorati per settimana	Giorni/sett	6	6
- Giorni lavorati per anno	Giorni/anno	310	310
- Turni operativi per giorno trattamento meccanico	Turni/giorno	1	1
- Turni operativi per giorno trattamento biologico	Turni/giorno	1	1
- Ore di operatività impianto per turno	Ore/Turno	6,15	6,15
- Ore effettive di operatività per turno	Ore/Turno	5,0	6,0
- Quantità media di rifiuti ricevuti al giorno	Ton/giorno	158	145

Dal punto di vista dimensionale degli apparati si sono assunte le seguenti potenzialità:

- potenzialità nominale della sezione di trattamento meccanico: 70.000 ton/a;
- potenzialità nominale della sezione biologica: 65.000 ton/a;
- potenzialità della sezione di raffinazione compost: 40.000 ton/a.

Si è ipotizzato un conferimento di riferimento per i fanghi di circa 9.000 tonnellate annue, da gestire nell'ambito della flessibilità operativa dell'impianto.

Anche per il conferimento dei rifiuti umidi-differenziati si ipotizzano importanti variazioni in aumento in contemporanea anche al consolidamento della raccolta differenziata dei rifiuti (RD).

Conseguentemente viene fissata in 65.000 tonnellate annue la capacità di trattamento anaerobico complessivo della frazione organica ricavata dal processo di trattamento dei rifiuti indifferenziati e della frazione organica da RD.

L'impianto è stato generosamente dimensionato per far fronte a conferimenti momentanei di punta legati a fattori di stagionalità e pertanto è dotato di adeguate ridondanze, nelle parti più critiche, per assicurare la continuità di esercizio in condizioni di totale sicurezza.

Il principio di base nella scelta della tipologia di trattamento rientra nella logica di perseguire il più possibile il recupero di materia e di energia, lasciando allo stoccaggio definitivo in discarica solo il compito di smaltimento residuale.

La scelta tecnologica è basata sul concetto di **BATNEEC** (**Best Available Technologies Not Entailing Excessive Cost**), tendente a privilegiare la migliore tecnologia disponibile a costi non eccessivi.

Il sistema inoltre è stato studiato nel quadro di una prestazione ambientale ottimale, tenendo cioè conto non solo delle quantità di materiali ed energia recuperate ma anche dell'entità delle emissioni nell'ambiente, dell'autoconsumo energetico e, più in generale, dei carichi ambientalmente rilevanti loro connessi.

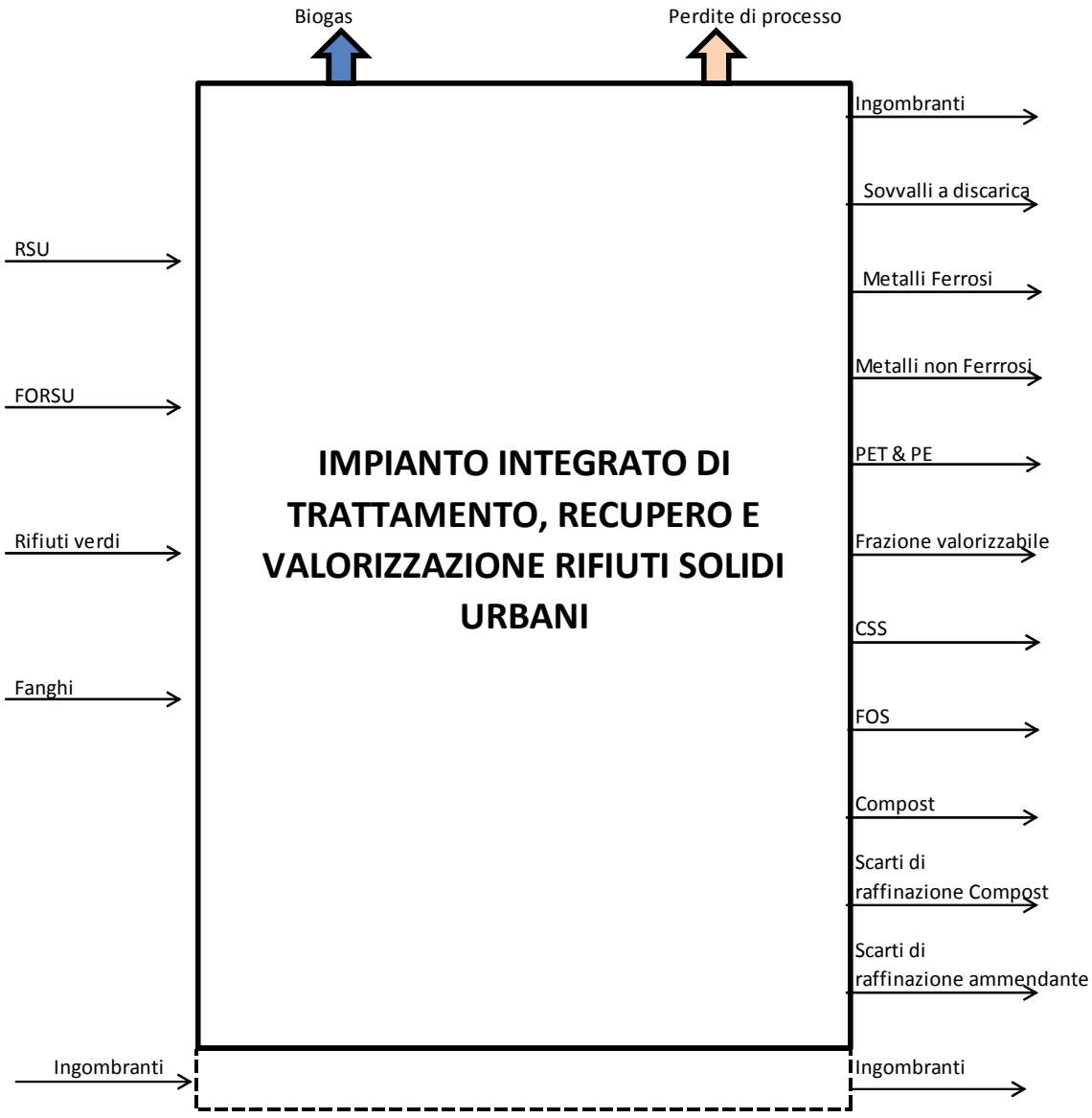
Particolare cura è stata data anche alla possibilità di ottenere dal trattamento dei residui sottoprodotti per i quali l'eventuale smaltimento possa essere effettuato con i minori rischi.

Altro importante criterio seguito è quello dell'affidabilità delle tecnologie e le scelte impiantistiche fatte sono basate su tecnologie consolidate e largamente validate su scala industriale per frazioni di rifiuto analoghe a quelle previste al trattamento.

L'articolazione impiantistica è stata studiata in modo che sia garantita la flessibilità di esercizio: la modularità delle tecnologie proposte costituisce un criterio-base generale, in particolar modo per l'impiantistica al servizio di zone con importante produzione fluttuante di rifiuto e con prospettive di evoluzione del sistema delle raccolte differenziate, con conseguente variazione della proporzione tra frazioni organiche differenziate e rifiuto urbano residuo.

2.2 Prestazioni

Con riferimento ai conferimenti richiamati al punto precedente, è possibile eseguire un bilancio di massa dei flussi in/out dell'impianto; tale bilancio è riportato nella relazione R2-Relazione tecnica impianto di trattamento rifiuti.


Biogas
Perdite di processo
Ingombranti
Sovvalli a discarica
RSU
Metalli Ferrosi
Metalli non Ferrrosi
FORSU
IMPIANTO INTEGRATO DI TRATTAMENTO, RECUPERO E VALORIZZAZIONE RIFIUTI SOLIDI URBANI
PET & PE
Rifiuti verdi
Frazione valorizzabile
CSS
Fanghi
FOS
Compost
Scarti di raffinazione Compost
Scarti di raffinazione ammendante
Ingombranti
Ingombranti

3 PRESCRIZIONI TECNICHE DI CARATTERE GENERALE

3.1 Generalità

Anche se di seguito non ulteriormente specificati ed anche ove venga fatto riferimento a normative eventualmente superate, i materiali, i prodotti finiti, gli elementi da "assemblare" o già "assemblati" s'intendono sempre e comunque rispondenti alle leggi ed alle norme, comprese quelle UNI, CEI, ISPESL, Marchio CE, Direttiva Macchine, o in assenza di normativa nazionale alla Legislazione della Comunità Europea e alle principali normative tecniche internazionali (ISO, VDE, BS, ASTM…), vigenti, all'atto della vidimazione del progetto. Il marchio CE dovrà essere presente su tutti i componenti ed assiemi funzionali che lo richiedono per legge. I materiali forniti saranno sempre della migliore qualità, perverranno da quelle località che la Ditta riterrà di sua convenienza.
La Ditta dovrà provvedere a rimuovere dal cantiere le forniture ed i materiali rifiutati qualora la Direzione Lavori, accertandone la qualità, li riconosca non dotati dei requisiti indicati nei disegni di progetto e/o nel presente Capitolato ed a sostituirli a sue spese con altri idonei.
La Ditta è obbligata a far eseguire, a cura di laboratori ufficiali tutte le prove regolamentari che fossero richieste dalla Direzione Lavori.
La progettazione dovrà inoltre rispettare tutta la legislazione e la normativa vigente e quella sopravvenuta fino alla data della presentazione dell'offerta.

3.2 Qualità e provenienza delle apparecchiature e dei materiali

Tutte le apparecchiature e i materiali impiegati debbono essere della migliore qualità, ben lavorati corrispondenti perfettamente al servizio cui sono destinati.
La Ditta ha l'obbligo di esibire alla Direzione Lavori dietro richiesta, le fatture senza prezzi e i documenti atti a comprovare la provenienza dei diversi materiali e apparecchiature.
Qualora la direzione lavori rifiuti dei materiali o degli apparati, ancorché messi in opera, perché esso, a suo insindacabile giudizio li ritiene di qualità, lavorazione e prestazione non corrispondenti alle prescrizioni contrattuali o non adatti al perfetto funzionamento dell'opera, la Ditta deve sostituirli, a sua cura e spese, con altri che soddisfino alle condizioni prescritte.
Per le seguenti voci si farà riferimento alle specifiche del Capitolato Generale d'Appalto vigente per i lavori pubblici.

- campioni;
- demolizioni e rimozioni;
- scavi in genere;

- scavi sbancamento;
- scavi di fondazione;
- scavi subacquei e prosciugamenti;
- puntellature e sbadacchiature degli scavi;
- palificazioni;
- opere in conglomerato cementizio;
- calcestruzzi, cementi e leganti in genere.

3.3 Messa in funzione - collaudo - rispondenza alle norme.

Ogni apparato dovrà essere permanentemente munito dei seguenti dati impressi su targhe metalliche:

a) nome esteso dell'apparato e codice identificativo;
b) nome del costruttore e marchio di fabbrica;
c) potenzialità;
d) ogni istruzione particolare per il suo appropriato e sicuro uso.

I materiali per la costruzione dovranno essere della migliore qualità per soddisfare tutte le condizioni di esercizio, come ad esempio, robusta carpenteria metallica, isolanti tali da assicurare lunga durata, ecc.
L'impianto dovrà essere fornito completo e messo a punto dopo aver completato le verifiche preliminari, il costruttore inizierà, d'Intesa con la Direzione Lavori, le prove di messa a punto e in particolare dovrà:

a) assicurarsi del corretto funzionamento di tutti i controlli incluse le sicurezze;
b) effettuare la taratura delle regolazioni;
c) far funzionare l'impianto alla potenzialità nominale per un tempo sufficiente ad assicurarsi che vengano controllati tutti gli aspetti del funzionamento;
d) eseguire tutti i necessari aggiustaggi e tarature delle varie parti dell'impianto e degli apparecchi di controllo prima della consegna.

Le istruzioni relative sia alle principali regolazioni di funzionamento che agli interventi di emergenza dovranno essere affisse permanentemente nel locale di manovra e controllo in luoghi di facile consultazione.
Durante il periodo di istruzione in funzionamento, gli operatori dovranno essere informati della periodicità della manutenzione durante il funzionamento normale.

Dovranno essere comunque fornite le istruzioni scritte di esercizio e di manutenzione che conterranno:

a) Istruzioni per il funzionamento e la regolazione;
b) Istruzioni per le procedure di manutenzione e di riparazione;
c) Istruzioni relative alla frequenza e al metodo di prova degli allarmi di sicurezza;
d) Segnalazione dei punti di lubrificazione ed ingrassaggio ed il tipo raccomandato di lubrificanti;
e) Elenco delle parti di ricambio più significative ai fini dell'ordinaria manutenzione;
f) Sistema per l'individuazione dei guasti e schemi sintetici con la posizione delle valvole e dei controlli;
g) Distinta delle valvole;
h) Distinta delle apparecchiature;
i) Schema generale del cablaggio elettrico;
j) Segnalazione di eventuali condizioni di rischio;
k) Indicazione sul posizionamento e tipologia relative alla segnaletica obbligatoria presente su macchine impianti ed aree di lavoro.

Gli impianti forniti dovranno rispondere alle norme antinfortunistiche, alle prescrizioni dei VV.FF., alle norme sull'igiene degli ambienti di lavoro ed a tutte le norme e prescrizioni obbligatorie per legge (PED, Marchio CE, Direttiva Macchine, ...).
Si dovranno pertanto prevedere spazi sufficienti per l'accesso a tutte le parti degli impianti dove è necessario, per un funzionamento sicuro, intervenire frequentemente sia in fase di esercizio che di manutenzione.
Inoltre tutte le parti di impianto che lo richiedono dovranno essere dotate di tutte le omologazioni di conformità alle norme vigenti in ambito impiantistico (PED, VVFF, ULSS, Marchio CE etc.)
Copia di tutti i relativi certificati, libretti e simili, dovrà essere conservata nell'impianto.
Le strutture in c.a. dovranno essere denunciate al Genio Civile prima dell'inizio delle opere.
La progettazione dovrà rispettare tutta la legislazione e la normativa vigente alla data attuale e la sopravvenuta sino alla data della presentazione dell'offerta.
In definitiva, il costruttore e/o la Ditta sono responsabili oggettivamente della sicurezza del prodotto, come da normativa in vigore.

3.4 Generalità dell'esecuzione ed ordine da tenersi nell'andamento dei lavori

Per le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro e per le caratteristiche dei manufatti si farà riferimento alle indicazioni dei disegni di progetto forniti dalla Ditta Appaltatrice, alle descrizioni del presente Capitolato, ed ove necessitino, alle prescrizioni e disposizioni che verranno impartite dalla Direzione Lavori.

In ogni caso i lavori saranno sempre eseguiti secondo la migliore regola d'arte, adottando quei particolari accorgimenti costruttivi di dettaglio che, anche se non descritti e menzionati, si dovessero dimostrare necessari per rendere funzionali ogni singolo elemento e l'opera nel suo complesso. Nell'esecuzione dei lavori dovranno essere quindi rispettate le normative tecniche dettate dalle varie discipline concernenti la costruzione quali scienza delle costruzioni, meccanica dei terreni, idraulica, fisica tecnica, ecc. I lavori saranno svolti, per la parte tecnica amministrativa, secondo il D.Lgs 50/2016 e relativi regolamenti attuativi/ linee guida ANAC.

Prima di iniziare l'esecuzione delle opere, la Ditta proporrà alla Direzione Lavori lo sviluppo di dettaglio qualitativo e temporale delle opere secondo dettagliato programma nel rispetto del programma generale offerto.

Sulla traccia del programma concordato la Ditta potrà sviluppare i lavori nel modo che riterrà più opportuno, in maniera di darli completamente ultimati nel tempo contrattuale, nel cui calcolo si è tenuto conto dell'incidenza dei giorni per rallentamenti o soste nella misura delle normali previsioni di andamento stagionale sfavorevole.

Come prescritto nella normativa dei lavori pubblici vigente, salva l'osservanza delle norme relative alla disciplina del lavoro, la Ditta non può far lavorare gli operai oltre i limiti massimi fissati dalle leggi e dagli accordi sindacali di lavoro, né di notte, senza la preventiva autorizzazione della Direzione dei Lavori. Qualora l'autorizzazione sia data per ragioni di convenienza della Ditta, questi non ha il diritto ad alcun compenso oltre i prezzi contrattuali.

Salva sempre l'osservanza delle norme relative alla disciplina del lavoro, la Direzione dei Lavori, qualora ravvisi la necessità che i lavori siano continuati ininterrottamente, o siano eseguiti in condizioni eccezionali, ne dà ordine scritto della Ditta, la quale è obbligata ad uniformarsi, salvi gli eventuali indennizzi che possono competerle e salva l'eventuale formazione di nuovi prezzi.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva la facoltà di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio sotto comminatoria della stessa penale di cui allo schema di contratto per ogni giorno di ritardo, senza che la Ditta possa rifiutarsi, o farne oggetto di compensi speciali.

3.5 Prove sui materiali

L'Impresa ha l'obbligo di prestarsi in ogni tempo alla prova dei materiali da costruzione o impiegati o da impiegarsi, provvedendo a tutte le opere di prelevamento ed invio dei campioni agli Istituti di prova che saranno indicati dalla D.L. e pagando le relative spese. Dei campioni può essere ordinata la conservazione nell'Ufficio Engineering dell'Amministrazione Appaltante, munendoli di suggelli a firma della Direzione dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più atti a garantire l'autenticità.

4 DISCIPLINARE

4.1 Generalità

L'impianto in oggetto, essendo compreso nel punto 5.2 dell'Allegato I, della Direttiva 96/61/CE del Consiglio del 24 settembre 1996 sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (G. U. CE n. L 257 del 10/10/1996) così come modificato ed integrato dalle successive normative, è sottoposto alla procedura di autorizzazione integrata ambientale.

Le soluzioni proposte dovranno pertanto avvalersi delle **«migliori tecniche disponibili»**. Si riportano le seguenti definizioni:

«migliori tecniche disponibili»: la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costituire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione intesi ad evitare oppure, ove ciò si riveli impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso.

Per:

- «tecniche», si intende sia le tecniche impiegate sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e chiusura dell'impianto;
- «disponibili», qualifica le tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte nello Stato membro di cui si tratta, purché il gestore possa avervi accesso a condizioni ragionevoli;
- «migliori», qualifica le tecniche più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso.

4.2 Opere civili

Per la descrizione delle opere civili si rimanda alla relazione R4 - Relazione delle Opere Civili. Le caratteristiche prestazionali delle opere sono descritte al capitolo 6.

4.3 Opere elettromeccaniche ed impiantistiche

Per la descrizione delle opere elettromeccaniche ed impiantistiche si rimanda alla relazione **R3 Relazione delle Opere Elettromeccaniche.**

5 VALUTAZIONI GENERALI SULLA "Gestione e Conduzione Impianto Integrato"

5.1 Considerazioni generali

L'organizzazione delle varie attività è stata ipotizzata considerando che il processamento degli RSU ed affini si realizzi su un turno di lavorazione di 6 h e 15', mentre le attività accessorie di gestione e manutenzione si svolgono in orario giornaliero.

L'ipotesi organizzativa complessiva è la seguente:

i. personale turnista

il personale del turno avente funzioni operative di conduzione sarà presente dalle 7 alle 13,15 (6h e 15'). L'orario dei turnisti farà comunque riferimento a fattori stagionali ed ai programmi di conferimento rifiuti relazionato a sua volta dalle modalità di raccolta RSU del bacino.

Il conferimento rifiuto all'impianto dovrebbe essere concentrato nel periodo del turno in modo da evitare lo stazionamento di rifiuti non lavorati sull'impianto.

ii. personale giornaliero operativo

il personale addetto alla manutenzione ed ai servizi generali e di supporto tecnologico svolgerà le proprie funzioni in un orario tale da assicurare l'assistenza all'esercizio.

iii. personale giornaliero amministrativo

il personale avente funzioni gestionali ed amministrative sarà presente presumibilmente dalle ore 9 alle 18.

iv. personale di conduzione discarica

Il personale addetto alla coltivazione della discarica opererà sostanzialmente in turno unico giornaliero in sintonia con le necessità di trasferimento dei residui del processamento RSU

5.2 Considerazioni aggiuntive

La sezione di produzione energetica (motori a gas) prevede un funzionamento per 24 h/giorno e per sette giorni la settimana.

In relazione all'elevato grado di automazione e di sicurezza intrinseca degli impianti, non è strettamente richiesta presenza continua di personale, si prevede pertanto di far funzionare in automatico tale sezione con l'automatico disinserimento parziale e/o totale in caso di avaria (ed invio del gas in esubero alla torcia di emergenza). Parallelamente saranno attivati dei telecomandi che segnaleranno il verificarsi dell'evento al personale specializzato, in reperibilità, che provvederà ad intervenire prontamente.

L'impianto si porta automaticamente in sicurezza.

Anche i sistemi di captazione automatica e trattamento aria opereranno con continuità; nell'ipotesi di malfunzionamento e/o arresti negli orari notturni e festivi si procederà con le modalità del capoverso precedente.

5.3 Profili e mansionario

Responsabile Impianto – R.I.

Tale funzione è svolta da un laureato o da un diplomato in discipline tecniche.

Il R.I. sovrintenderà alla conduzione – gestione funzionale dell'impianto di trattamento RSU e smaltimento coadiuvato dal responsabile tecnico della discarica.

- è responsabile della corretta conduzione dell'impianto in tutti i suoi aspetti, tecnico, gestione personale, sicurezza, emissioni ambientali, amministrazione;
- controlla e verifica la rispondenza della documentazione gestionale rifiuti e residui, acquisti, ecc.;
- gestisce e coordina il reporting tecnico-amministrativo con Enti (ASL, VVFF, Provincia, Comuni, Uffici Finanziari, ecc.).
- opera in diretto contatto con i capiturno e gli addetti alla manutenzione;

Responsabile amministrativo

Tale funzione è svolta da un laureato in discipline amministrative o da un diplomato in materie amministrative e contabili.

- garantisce la contabilità generale per la predisposizione del bilancio societario;
- assicura l'ottimale gestione finanziaria dell'azienda;
- garantisce tutti gli adempimenti in materia fiscale e tributaria;

- garantisce la completezza, l'attendibilità, la puntualità dei dati e delle informazioni economiche, patrimoniali e finanziarie;
- gestisce i rapporti e si coordina con l'ufficio esterno di consulenza del lavoro;

garantisce il rispetto della regolamentazione sancita dai decreti legislativi 231/2001 (responsabilità penale personalità giuridica) e 139/2003 (trattamento dei dati personali).

Addetti all'impianto

Controllano, operano ed intervengono sui processi che hanno luogo nelle sezioni d'impianto a loro affidate.
Eseguono le operazioni e le azioni in campo secondo le indicazioni del R.I.
Controllano le variabili operative per mezzo della strumentazione.
Segnalano tempestivamente condizioni di esercizio anomale e/o malfunzionamenti ripetitivi.
Svolgono le operazioni routinarie della manutenzione conservativa e preventiva.

Operatori mezzi mobili

Sono incaricati dell'alimentazione delle linee di trattamento e della gestione dei sovvalli fino al carico del mezzo di trasporto in discarica.
Rimuovono ingombranti, non processabili dal bacino di ricezione.
Operano in stretto contatto con gli addetti all'impianto e l'R.I. segnalando tempestivamente conferimenti RSU anomali e situazione apparati.
Provvedono allo scarico e carico delle celle della sezione biologica e alle alimentazioni della linea di raffinazione.
Provvedono ad eseguire i controlli e le manutenzioni di routine del mezzo mobile.

Addetto alla sala controllo

L'addetto alla sala controllo è un diplomato tecnico con esperienza e conoscenze in meccanica, elettrotecnica, chimica.
Esercisce l'impianto e coordina il personale del turno (capoturno).
Esegue il monitoraggio dell'impianto mediante il sinottico e/o pagine video dell'impianto di automazione e controllo verificando che il flusso di materiale e il funzionamento delle varie apparecchiature sia in linea con le attese. Comunica direttamente con il R.I. per ogni eventuale malfunzionamento e/o necessità di intervento.
Provvede ad eseguire le operazioni di avviamento e fermata dei sistemi.

Addetto alla pesa

Provvede al controllo dell'accesso degli automezzi, al controllo della pesatura degli stessi, sia in entrata che in uscita, al fine di determinare il peso netto dei rifiuti consegnati e dei prodotti in ricezione.

E' dunque anche responsabile della pesatura di tutto il materiale in ingresso ed uscita e, per quanto possibile, esegue un primo controllo qualitativo dei RSU.

Esegue il suo lavoro in conformità alle norme sulle rilevazioni del peso, programma i controlli periodici delle pese ed apparati accessori.

Mantiene la registrazione di tutti i materiali in ingresso ed in uscita.

Ogni giorno comunica i totali all'Amministrazione ed al R.I.

E' responsabile del controllo del coordinamento del traffico dei camion di rifiuti ed altri mezzi ed è coordinatore delle aree di conferimento dei rifiuti.

Controlla anche il movimento in/out di visitatori, svolgendo anche un servizio di sorveglianza dell'ingresso principale.

Addetto alla manutenzione

Supervisiona tutte le apparecchiature meccaniche ed elettromeccaniche dell'impianto e garantisce il funzionamento affidabile delle stesse.

Identifica e risolve i malfunzionamenti delle apparecchiature.

Crea ed aggiorna un registro di tutti i malfunzionamenti verificatisi nell'impianto e degli interventi di manutenzione.

Applica un programma di manutenzione preventiva e di routine in collaborazione con il personale turnista.

Aggiorna l'inventario di parti di ricambio a magazzino.

Interviene attivamente nella fase di manutenzione straordinaria ed accidentale coadiuvato, quando necessario, da service esterni.

Analista chimico (se previsto)

Tecnico con funzioni di analista-chimico di laboratorio.

Esegue le analisi di laboratorio necessarie alla buona conduzione dei processi anche coordinando interventi esterni.

Esegue le operazioni di monitoraggio ambientale riferendo periodicamente al Responsabile Impianto i risultati delle sue indagini.

Analizza con il R.E. i dati qualitativi dei materiali in ingresso ed in uscita dall'impianto, tenendone sotto controllo la qualità.

Supporta il responsabile del controllo di sicurezza ed ambiente nelle sue attività.

Responsabile tecnico discarica (R.T.)

E' responsabile della corretta implementazione del piano di coltivazione della discarica e di tutte le altre indicazioni fornite dal Manuale Operativo.
Dispone la predisposizione degli spazi quotidianamente necessari per l'abbancamento dei rifiuti; coordina la manutenzione e i conferimenti in discarica sia per quanto riguarda i rifiuti che i materiali tecnici necessari.
Sovrintende il programma di manutenzione della discarica e dei mezzi mobili operanti nell'area di discarica.
Coordina le attività degli addetti alle pulizie della discarica.
Opera in stretto contatto con il R.I.

Operatori mezzi mobili della discarica

Mettono in atto le indicazioni fornite dal Responsabile Tecnico della discarica provvedendo al trasporto dei rifiuti dall'impianto all'area di abbancamento e disponendoli conformemente agli ordini ricevuti segnalano all'R.T. eventuali necessità di scostamenti dal piano di coltivazione.
Provvedono ad eseguire i controlli e le manutenzioni di routine dei mezzi mobili.

Operatori pulizia impianto

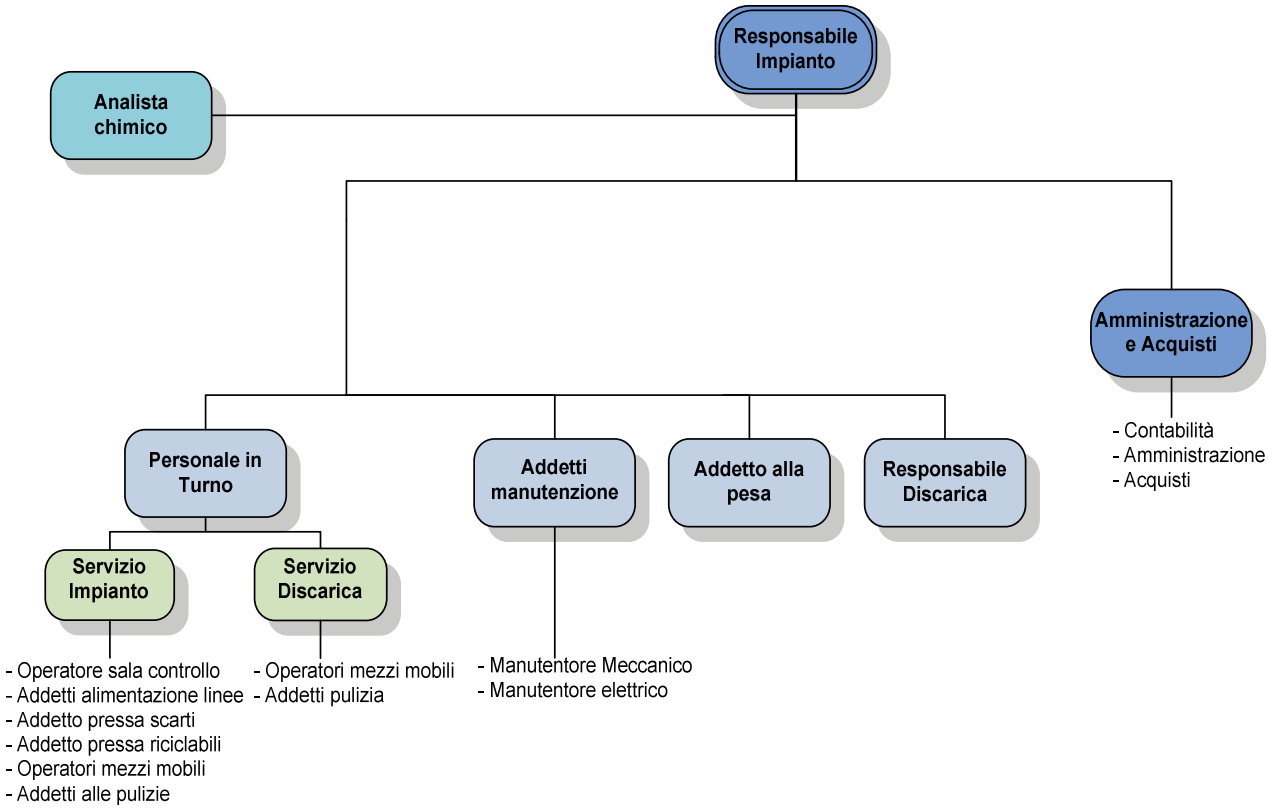
Provvedono, alla fine del turno, alla pulizia delle macchine installate sull'impianto.
Segnalano all'addetto alle manutenzioni eventuali criticità delle condizioni delle macchine riscontrate durante le operazioni di pulizia.

Operatori pulizia discarica

Provvedono, durante tutto il periodo di abbancamento, al recupero dei rifiuti che possono essere dispersi nell'area della discarica incluso le strade di accesso.

5.4 Organigramma gestione e conduzione impianto

Il diagramma di cui alla figura seguente mostra lo schema organizzativo che sarà implementato per la gestione dell'intero sistema.



Il numero complessivo di addetti necessari per la gestione del sistema ammonta a 25÷30.

5.5 Esercizio Impianto Integrato - Manutenzione Ordinaria e Straordinaria

5.5.1 Presenze personale

Il funzionamento dell'impianto è articolato su quattro principali orari lavorativi e precisamente:

- ***Funzionamento diurno, per cinque giorni la settimana, otto h/die***

Questo orario di lavoro è seguito dal Responsabile dell'impianto, dal personale dell' Amministrazione / Acquisti e dall'Analista chimico.

Gli orari di lavoro del Responsabile potranno essere opportunamente sfalsati per garantire una più ampia copertura del periodo lavorativo.

- ***Funzionamento diurno, per sei giorni la settimana sei h/die***

Per quanto attiene al ricevimento rifiuti, l'avvio a destinazione finale delle frazioni trattate e degli scarti a discarica è necessario operare per almeno sei giorni la settimana, riservando la sola domenica al riposo settimanale; anche il personale addetto alla manutenzione ed ai servizi generali opera nell'ambito dell'orario giornaliero. In orario giornaliero opera anche il personale di esercizio della discarica.

- ***Funzionamento su due turni giornalieri, per sei giorni la settimana sei h/die***

Il secondo turno di lavoro si rende necessario solo per la sezione di digestione anaerobica. Le operazioni di scarico, pulizia e nuovo carico delle celle può infatti richiedere la presenza del personale anche in un turno pomeridiano che avrà la stessa durata di quello diurno.

- ***Funzionamento continuo, per 24 ore il per sette giorni la settimana***

Le sezioni impiantistiche di digestione anaerobica (digestori) e trattamento aerobico delle frazioni umide, le sezioni di produzione energia elettrica e le apparecchiature di deodorizzazione dell'aria aspirata, devono funzionare in continuo, per garantire il corretto svolgimento delle trasformazioni della biomassa con recupero energetico ed evitare lo spandimento di odori molesti in ambiente.

5.5.2 Modalità di svolgimento del lavoro

Il funzionamento degli impianti si svolgerà come detto su un turno fatta eccezione per la gestione delle celle nella sezione di digestione anaerobica.

Nel primo turno saranno presenti complessivamente in campo 7÷8 addetti, rispettivamente dedicati all'alimentazione dei rifiuti, alle linee di trattamento e selezione, al controllo del funzionamento delle macchine ed alla gestione delle celle; a questi deve aggiungersi l'operatore di sala controllo.

L'operatore di sala controllo svolge la funzione di capoturno.

Gli operatori dei mezzi mobili operanti nell'area di ricezione dei rifiuti, non appena ricevuto il benestare da parte del capo turno condizionato dal buon funzionamento di tutte le apparecchiature (a vuoto) e a condizione che la quantità di rifiuti ricevuta sia sufficiente per il funzionamento in continuo del sistema, danno inizio alle operazioni di carico delle linee.

L'operatore di sala controllo in contatto con il personale in campo verifica:

- Il normale funzionamento delle linee attraverso le pagine video del sistema di automazione:
    - lo stato di funzionamento di tutti i motori (*marcia/arresto*);

- le segnalazioni di tutti gli allarmi installati (*sovraccarico, arresto accidentale, assorbimento elevato per le macchine di potenza maggiore, incendio, ecc.*);
- i parametri di funzionamento delle sezioni di deodorizzazione dell'aria (*biofiltro, filtri a maniche, ventilatori, ecc.*);
- i parametri di funzionamento della linea di produzione biogas;
- i parametri di funzionamento della sezione di produzione dell'energia elettrica;

- la situazione generale dell'impianto, mediante i monitor di controllo installati in apposita posizione.

Gli altri addetti al funzionamento in campo dei vari apparati, spostandosi sui vari settori del ciclo di trattamento RSU, assicurano il regolare esercizio dei singoli apparati, la rimozione delle balle di sostanza secca, il cambio matasse, ecc.

Terminati i turni diurni, rimangono in funzione quelle apparecchiature per le quali è necessario assicurare un funzionamento continuo; per queste apparecchiature è sufficiente tuttavia un monitoraggio a distanza come in precedenza descritto.

In realtà queste apparecchiature sono progettate per garantire un funzionamento completamente automatico, sorvegliato mediante strumentazione in campo connessa con un sistema di allarmi centralizzato in comunicazione remota con il R.I/R.E.

L'impianto, in caso di avaria, o comunque in situazioni di emergenza, si porta automaticamente in sicurezza.

5.5.3 Cicli di manutenzione periodica

Per garantire l'affidabilità necessaria all'impianto, caratterizzato da un coefficiente di utilizzo molto elevato, è da prevedere un accurato piano di manutenzione programmata preventiva.

Il programma è organizzato in due fasi principali: la manutenzione ordinaria e quella straordinaria.

La manutenzione ordinaria, che si svolge normalmente durante le fasi di normale lavoro dell'impianto, comprende la pulizia ed il controllo delle apparecchiature, gli interventi manutentivi ordinari e la verifica funzionale all'inizio od alla fine dei turni di lavoro.

Il personale (operatori e addetti alla manutenzione) opera seguendo le indicazioni di manutenzione generale, specifiche per ogni singola macchina, riportate in apposite schede del manuale di manutenzione; sarà vincolante il registrare gli interventi effettuati, le regolazioni attuate, i malfunzionamenti riscontrati, consentendo in questo modo di avere un quadro preciso dell'affidabilità del sistema, prevedendo ed orientando le manutenzioni su schemi che garantiscano i migliori risultati nel tempo.

Per le operazioni di manutenzione straordinaria e programmata può essere necessario, in relazione alla gravità dell'intervento, l'impiego di "service" esterni.

Le operazioni più onerose in termini di tempo verranno per quanto possibile concentrate nel periodo programmato di fermo impianto.

Il programma comprende le sostituzioni periodiche e preventive delle parti soggette ad usura, la regolazione degli apparati (*tensioni dei tappeti e delle cinghie di trasmissione, ecc.)*, la taratura degli strumenti di misura, la sostituzione dei lubrificanti.

Anche per tutte queste fasi verranno compilate le schede di intervento che costituiranno un validissimo riferimento per la programmazione delle successive sequenze di manutenzione.

Un ciclo verifiche a parte è riservato agli apparati e componentistica di sicurezza.

In quest'ambito, oltre al controllo ordinario e straordinario dei sistemi antincendio, centralizzati e locali, dei sistemi di sicurezza posti sulle apparecchiature (ad es. i sistemi di arresto a fune perimetrale per i trasportatori a nastro) ed in generale di tutto quanto attiene alla sicurezza (sistema di allarmi, controllo delle sequenze di funzionamento delle macchine, ecc.), sarà riservata la massima attenzione al controllo della disponibilità ed all'effettivo uso dei dispositivi di protezione individuale da parte del personale operativo.

Anche per queste operazioni si potrà fare ricorso in parte a personale esterno specializzato, che provvederà anche a tenere i necessari corsi d'istruzione ed aggiornamento al personale d'impianto.

5.5.4 Manutenzione ordinaria, programmata e straordinaria

Per la determinazione di queste tipologie è necessario premettere alcune considerazioni.

La manutenzione ordinaria, così come la programmata, verrà eseguita con interventi periodici e frequenza stabilita durante i normali turni lavorativi.

In caso di necessità improvvise e/o imprevedibili, tali da pregiudicare il normale processo di trattamento, dette operazioni saranno completate anche oltre il normale orario di lavoro.

5.5.4.1 Manutenzione ordinaria

E' costituita da quell'insieme di interventi effettuati sulle varie componenti dell'impianto che:

- non comportano interruzioni dell'esercizio se non di modesta durata (max 24 ore);
- hanno lo scopo di limitare usure e deterioramenti e diminuire la possibilità di guasti;
- sono realizzabili con il personale diretto;
- comportano l'impiego di materiali di modeste dimensioni e peso;
- sono programmabili con cadenze cicliche.

In particolare si intende:

- pulizia dell'area di pertinenza dell'impianto, con particolare riguardo alle zone interessate dalle movimentazioni dei materiali;
- manutenzione alla recinzione dell'impianto, compreso il taglio e la rimozione di erbe che investono le recinzioni;
- manutenzione ordinaria delle apparecchiature dell'impianto;
- mantenimento dei rivestimenti protettivi delle parti metalliche e dei fabbricati civili costituenti l'impianto;
- reintegro e/o cambio olio motori secondo un programma suggerito dalle case costruttrici le macchine e/o secondo le prescrizioni di fornitura dei lubrificanti;
- lubrificazione e ingrassaggio delle parti meccaniche che, per indicazione del costruttore, hanno necessità di periodico intervento;
- sfalcio dell'erba nell'area di pertinenza dell'impianto, cura delle essenze arboree ubicate nell'area dell'impianto e loro potatura annuale;
- manutenzione ordinaria dell'impianto elettrico, comprendente la sostituzione di fusibili, lampade spia, teleruttori, relè termici, nonché controllo continuo del rifasatore del cosφ;
- manutenzione ordinaria agli strumenti di controllo, regolazione e misura, comprendente la sostituzione dei "consumables";
- adozione di tutte le misure atte ad eliminare eventuali presenze di roditori o altri animali nocivi effettuando le necessarie derattizzazioni o disinfestazioni (con ricorso a "service" specialistico);
- per quant'altro sopra non esplicitamente specificato si farà riferimento ai manuali delle ditte costruttrici per la regolare e corretta manutenzione delle macchine costituenti l'impianto nella sua globalità.

5.5.4.2 *Manutenzione programmata*

Per prevenire danni derivanti dall'usura e/o dalla corrosione delle apparecchiature dei vari componenti dell'impianto e per mantenerli nel migliore stato di conservazione ed efficienza operativa, è necessario prevedere un adeguato piano per la manutenzione programmata preventiva.

Per manutenzione programmata si intendono tutti quegli interventi periodici consigliati dai costruttori delle apparecchiature affinché sia garantito il loro buon funzionamento. Questi interventi rivestono grande importanza perché permettono di valutare lo stato delle macchine nel tempo e, se ben pianificati, ne allungano la vita lavorativa.

I principali tipi di intervento sono:

- periodica rotazione nell'utilizzo delle apparecchiature plurime;
- smontaggio delle parti rotanti ed in movimento (motori, riduttori, accoppiamenti, alberi di trasmissione) per un controllo di officina e loro rimontaggio dopo pulizia;
- controllo accurato delle tenute, delle vibrazioni, della rumorosità, dei riscaldamenti anomali;
- ispezione di tutte le opere civili con particolar riguardo a quelle sottoposte a carico naturale (vasche soggette a continui svuotamenti e riempimenti, travi portanti, basamenti di ancoraggio di macchine);
- cambio dell'olio secondo le prescrizioni delle case costruttrici;
- controllo dello stato d'usura delle parti elettriche;
- ripristino della verniciatura delle parti metalliche;
- ripristino della tinteggiatura delle parti civili.

Ogni particolare costruttivo, dalle modalità realizzative delle carpenterie fino alle disposizioni planimetriche delle diverse macchine, è stato studiato per consentire di operare con la massima semplicità gestionale possibile e per eseguire con rapidità e sicurezza tutti gli interventi di manutenzione.

Gli interventi descritti sono tutti eseguibili durante le normali attività lavorative e con lo stesso personale presente in impianto.

5.5.4.3 *Manutenzione straordinaria*

Per manutenzione straordinaria e ripristini-rinnovi si intendono tutti quegli interventi sulle apparecchiature elettromeccaniche dell'impianto che si rendono eventualmente necessari per guasti e rotture imprevedibili o per causa di forza maggiore o per rifiuti non idonei, o per esaurimento vita tecnica dell'apparecchiatura.

Eventuali disservizi impongono di intervenire tempestivamente e provvedere alla manutenzione straordinaria con personale ed attrezzature proprie oppure servizi di strutture esterne specializzate allo scopo.

Opportuni documenti saranno predisposti per la registrazione degli interventi di manutenzione straordinaria.

NOTA

Per tutte le forniture di offerte e componenti complessi si farà riferimento, nella stesura delle schede di manutenzione, alle istruzioni particolareggiate contenute nei "manuali d'uso e manutenzione" di ciascun fornitore.

5.6 Schede di manutenzione

A puro titolo esemplificativo si riportano qui di seguito alcuni esempi di schede di manutenzione riferite ad alcune delle apparecchiature installate sull'impianto in oggetto:

MANUTENZIONE PESE A PONTE	Giornaliero	Mensile	Bimestrale	Trimestrale	Semestrale	Annuale	Due anni	NOTE
Controlli periodici:								
• Controllare integrità e funzionalità lettore a bordo pesa		X						
• Controllo serraggio bulloni			X					
• Controllo gruppi autocentranti			X					
• Controllo celle di carico			X					
• Controllo scatola di giunzione			X					
• Controllo cavo schermato			X					
• Pulizia periodica botole di ispezione			X					
• Verifica metrica della pesa				X				
• Verifica impianto di messa a terra					X			
• Controllo ed eventuale sostituzione tamponi in gomma per l'ammortizzazione degli urti					X			
• Aggiornamento software di gestione						X		
• Verniciatura periodica della piattaforma							X	
Tempo totale e personale per l'esecuzione degli interventi								
• Tempo totale								ore/anno
• Numero apparecchiature installate								n. 2+1
• Tempo totale impiegato								ore/anno
Personale impiegato:								
• Manutentore specializzato								n.
• Ore totali manutentore specializzato								ore/anno
• Manutentore comune								n.
• Ore totali manutentore comune								ore/anno

MANUTENZIONE BARRIERE DI ACCESSO E SISTEMA SEMAFORICO	Settimanale	Mensile	NOTE
Controlli periodici:			
• Verifica funzionalità ed integrità della sbarra, semafori	X		
• Controllo molle, supporti, leverismo, cavi, fotocellula di sicurezza		X	
Tempo totale e personale per l'esecuzione degli interventi			
• Tempo totale			ore/anno
• Numero apparecchiature installate			n.
• Tempo totale impiegato			ore/anno
Personale impiegato:			
• Manutentore specializzato			n.
• Ore totali manutentore specializzato			ore/anno
• Manutentore comune			n.
• Ore totali manutentore comune			ore/anno

MANUTENZIONE PORTONI AD AVVOLGIMENTO RAPIDO	Mensile	Annuale	NOTE
Controlli periodici:			
• Controllo livello olio riduttore	X		
• Controllo corretto scorrimento telo nella guida	X		
• Controllo condizioni del manto in PVC	X		
• Controllo funzionamento fotocellule di sicurezza	X		
• Controllo funzionalità sensore a spira magnetica	X		
• Controllo integrità della cinghia di sollevamento	X		
• Ingrassaggio supporti su rulli	X		
• Sostituzione olio riduttore		X	
Tempo totale e personale per l'esecuzione degli interventi			
• Tempo totale per la esecuzione degli interventi			ore/anno
• Numero apparecchiature installate			n.
• Tempo totale impiegato			ore/anno
Personale impiegato:			
• Manutentore specializzato			n.
• Ore totali manutentore specializzato			ore/anno
• Manutentore comune			n.
• Ore totali manutentore comune			ore/anno

MANUTENZIONE DEL TRITURATORE PRIMARIO Pag. 1 di 3	**Ogni 500 ore**	**Ogni 1.000 ore**	**Ogni 1.500 ore**	**Ogni 2.000 ore**	**Ogni 2.500 ore**	**Ogni 5.000 ore**	**Ogni 10.000 ore**	**NOTE**
Controlli periodici:								
• Ingrassaggio generale di tutti i punti previsti dal manuale uso e manutenzione	**X**							
• Sostituzione degli utensili di taglio del rotore e del contropettine	**X**							
• Controllo e verifica serraggio della bulloneria del macchinario con chiave dinamometrica	**X**							
• Sostituzione filtri aria motore elettrico	**X**							
• Controllo e verifica del corretto serraggio dei conduttori elettrici nei quadri elettrici di automazione ed in campo.	**X**							
• Sostituzione olio idraulico su centralina controllo pettine		**X**						
• Sostituzione olio su riduttore principale		**X**						
• Verifica livello olio su riduttori			**X**					
• Sostituzione delle spazzole del motore elettrico in corrente continua				**X**				
• Sostituzione delle bronzine antiusura di chiusura del pettine					**X**			
• Sostituzione delle fasce antiusura del rotore					**X**			
• Ventole di raffreddamento del motore elettrico						**X**		
• Verifica dell'efficienza del motore elettrico principale ed eventuale manutenzione completa all'avvolgimento di indotto nonché ai cuscinetti di movimentazione						**X**		
• Giunti parastrappi tra motore e riduttore						**X**		
• Sostituzione della dinamo tachimetrica						**X**		

MANUTENZIONE DEL TRITURATORE PRIMARIO Pag. 2 di 3	**Ogni 500 ore**	**Ogni 1.000 ore**	**Ogni 1.500 ore**	**Ogni 2.000 ore**	**Ogni 2.500 ore**	**Ogni 5.000 ore**	**Ogni 10.000 ore**	**NOTE**
• Revisione del riduttore principale						X		
• Sostituzione dei labirinti di chiusura dei cuscinetti						X		
• Sostituzione del contro pettine						X		
• Sostituzione delle bombole d'azoto di tenuta del contro pettine						X		
• Sostituzione delle fasce antiusura del rotore						X		
• Sostituzione motore elettrico di principale di macinazione							X	
• Sostituzione della pompa idraulica di movimentazione del contro pettine							X	
• Sostituzione cuscinetti del rotore							X	
• Sostituzione di tutti i perni di fissaggio dei componenti meccanici							X	
Materiali e parti di consumo da sostituire:								
• Grasso lubrificante come da manuali uso e manutenzione riportati	X							
• Chiavi dinamometriche opportune	X							
• set utensili di taglio per rotore e per contropettine completi di viti di fissaggio	X							
• kit filtri aria per motore elettrico principale	X							
• Olio idraulico per centralina olio		X						
• Olio per riduttore epicicloidale		X						
• Kit spazzole per motore elettrico in corrente continua				X				
• Set fasce antiusura del rotore					X			
• Set bronzine di scorrimento del pettine					X			

MANUTENZIONE DEL TRITURATORE PRIMARIO Pag. 3 di 3	**Ogni 500 ore**	**Ogni 1.000 ore**	**Ogni 1.500 ore**	**Ogni 2.000 ore**	**Ogni 2.500 ore**	**Ogni 5.000 ore**	**Ogni 10.000 ore**	**NOTE**
• Kit ventole di raffreddamento						X		
• Giunti parastrappi						X		
• Dinamo tachimetrica						X		
• Kit labirinti di tenuta cuscinetti						X		
• Kit bombole d'azoto						X		
• Kit fasce antiusura rotore						X		
• Kit pompa idraulica completa di tubazioni flessibili							X	
• Motore elettrico principale							X	
• Kit cuscinetti del rotore							X	
• Kit perni di fissaggio contro pettine ecc.							X	
Tempo totale e personale per la esecuzione degli interventi:								
• Tempo totale								ore/anno
• Numero apparecchiature installate								n.
• Tempo totale impiegato								ore/anno
Personale impiegato:								
• Manutentore specializzato								n.
• Ore totali impiegate manutentore specializzato								ore/anno
• Manutentore comune								n.
• Ore totali impiegate manutentore comune								ore/anno

MANUTENZIONE NASTRI TRASPORTATORI, TRASPORTATORI A TAPPARELLE METALLICHE Pag. 1 di 2	**Ogni 500 ore**	**Ogni 1000 ore**	**Ogni 1500 ore**	**Ogni 2000 ore**	**Ogni 2500 ore**	**Ogni 5000 ore**	**Ogni 10000 ore**	**NOTE**
Controlli periodici:								
• Ingrassaggio generale di tutti i punti previsti dal manuale uso e manutenzione	**X**							
• Controllo e verifica serraggio della bulloneria del macchinario con chiave dinamometrica	**X**							
• Controllo e verifica del corretto serraggio dei conduttori elettrici nei quadri elettrici di automazione ed in campo e dei dispositivi di sicurezza.	**X**							
• Controllo visivo, verifica tensionamento e lubrificazione catene trasportatore a tapparelle	**X**							
• Sostituzione delle bavette di contenimento				**X**				
• Sostituzione dei tappeti gommati						**X**		
• Sostituzione di eventuali rulli di trasporto usurati						**X**		
• Sostituzione delle guide di scorrimento antiusura delle catenarie							**X**	
• Sostituzione delle catene di scorrimento							**X**	
Materiali e parti di consumo da sostituire:								
• Grasso lubrificante come da manuali uso e manutenzione riportati	**X**							
• chiavi dinamometriche opportune	**X**							

MANUTENZIONE NASTRI TRASPORTATORI, TRASPORTATORI A TAPPARELLE METALLICHE Pag. 2 di 2	**Ogni 500 ore**	**Ogni 1000 ore**	**Ogni 1500 ore**	**Ogni 2000 ore**	**Ogni 2500 ore**	**Ogni 5000 ore**	**Ogni 10000 ore**	**NOTE**
• Bavette di contenimento grasso lubrificante come da manuali uso e manutenzione riportati				X				
• chiavi dinamometriche opportune				X				
• Set di tappeti gommati per i trasportatori						X		
• Set rulli di trasporto per nastri trasportatori						X		
• chiavi dinamometriche opportune						X		
• Set catene a rulli di trasporto							X	
• Set guide di scorrimento per i trasportatori							X	
• Chiavi dinamometriche opportune							X	
Tempo totale e personale per la esecuzione degli interventi:								
• Tempo totale								ore/anno
• Numero apparecchiature installate								n.
• Tempo totale impiegato								ore/anno
Personale impiegato:								
• Manutentore specializzato								n.
• Ore totali impiegate manutentore specializzato								ore/anno
• Manutentore comune								n.
• Ore totali impiegate manutentore comune								ore/anno

5.7 Motori a gas

MANUTENZIONE GRUPPO DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA Pag. 1 di 5	**giornaliero**	**1500 ore**	**3000 ore**	**12000 ore**	**24000 ore**	**48000 ore**	**NOTE**
Controlli periodici:							
• Livello acqua motore e circuito intercooler	X						Operazioni svolte con impianto in esercizio
• Pressione acqua motore e circuito intercooler	X						
• Livello olio motore	X						
• Livello e densità elettrolita batterie	X						
• Perdite circuito olio/acqua	X						
• Parametri di funzionamento	X						
• Motore(pressine, temperatura)	X						
• Rumori e vibrazioni anomale	X						
• Dispositivo di sfiato aria e vapori olio	X						
• Controllo visivo esterno motore	X						
• Analisi olio motore		X					Operazioni svolte con gruppo fermo per un tempo massimo di 14 ore
• Sostituzione olio motore		X					
• Controllo livello olio		X					
• Sostituzione filtri olio motore		X					
• Sostituzione filtri olio turbina di sovralimentazione		X					
• Controllo sfiato carter		X					
• Controllo ed eventuale sostituzione filtro aria		X					
• Controllo del gioco valvole motore		X					
• Controllo anticipo accensione		X					
• Lubrificazione leverismi		X					
• Controllo distribuzione accensione		X					

MANUTENZIONE GRUPPO DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA Pag. 2 di 5	**giornaliero**	**1500 ore**	**3000 ore**	**12000 ore**	**24000 ore**	**48000 ore**	**NOTE**
• Controllo ed eventuale registrazione del regolatore di giri		**X**					
• Controllo ed eventuale pulizia candele di avviamento		**X**					
• Controllo cavi di alimentazione candele		**X**					
• Controllo soluzione antigelo circuiti di raffreddamento		**X**					
• Controllo batterie di avviamento		**X**					
• Controllo tenuta guarnizione motore e flange		**X**					
• Controllo ed eventuale pulizia alette dei dissipatori di calore		**X**					Operazioni svolte con gruppo fermo per un tempo massimo di 14 ore
• Controllo contropressione gas di scarico		**X**					
• Controllo tenuta gas di scarico		**X**					
• Controllo pressione gas di alimentazione prima e dopo riduttore di pressione		**X**					
• Controllo del sistema di supervisione, dei parametri controllati, delle funzioni di supervisione e allarmi		**X**					
• Verifica corretto funzionamento motore		**X**					
• Tutte le operazioni previste ogni 1500 ore di funzionamento			**X**				
• Misura pressione carter			**X**				Operazioni svolte con gruppo fermo per un tempo massimo di 20 ore
• Controllo delle valvole sul sistema di ventilazione carter			**X**				
• Sostituzione cartuccia filtro aria			**X**				

MANUTENZIONE GRUPPO DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA Pag. 3 di 5	**giornaliero**	**1500 ore**	**3000 ore**	**12000 ore**	**24000 ore**	**48000 ore**	**NOTE**
• Sostituzione candele di avviamento			**X**				
• Controllo elettrovalvola di intercettazione gas di alimentazione			**X**				
• Tutte le operazioni previste ogni 3000 ore				**X**			
• Pulizia circuito di lubrificazione				**X**			
• Pulizia scambiatore di calore olio motore				**X**			
• Controllo ed eventuale sostituzione della valvola sul sistema di ventilazione del carter				**X**			
• Sostituzione filtri aria				**X**			
• Controllo ed eventuale sostituzione dei pickup (accensione, velocità, regolatore di giri)				**X**			
• Controllo, pulizia ed eventuale sostituzione termostati circuiti acqua motore				**X**			Operazioni svolte con gruppo fermo per un tempo massimo di 6 giorni
• Sostituzione guarnizioni circuito acqua motore e giunti in gomma su tubazioni				**X**			
• Controllo ed eventuale sostituzione pignone e riduttore motorino di avviamento				**X**			
• Controllo regolatore di pressione gas di alimentazione e miscelatore				**X**			
• Controllo filtro gas di alimentazione				**X**			

MANUTENZIONE GRUPPO DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA Pag. 4 di 5	**giornaliero**	**1500 ore**	**3000 ore**	**12000 ore**	**24000 ore**	**48000 ore**	**NOTE**
• Controllo e pulizia elettrovalvola di intercettazione gas di alimentazione				X			
• Controllo antivibranti gruppo				X			Operazioni svolte con gruppo fermo per un tempo massimo di 6 giorni
• Controllo e pulizia cilindri e camera di combustione				X			
• Controllo biella				X			
• Controllo ed eventuale sostituzione cuscinetti turbine di sovralimentazione				X			
• Pulizia scambiatore di calore aria di sovralimentazione				X			
• Tutte le operazioni previste ogni 15000 ore					X		
• Pulizia scambiatore di calore olio motore, sostituzione tenute su scambiatore					X		
• Controllo e pulizia pompa di circolazione acqua motore					X		
• Controllo e pulizia pompa di circolazione acqua circuito intercooler					X		Operazioni svolte con gruppo fermo per un tempo massimo di 10 giorni
• Controllo ed eventuale sostituzione antivibranti					X		
• Controllo cuscinetti bilanciere valvole, se necessario sostituire i bilancieri					X		
• Controllo cuscinetti delle aste, se necessario sostituire le boccole					X		
• Controllo e pulizia pistoni, se necessario sostituire fasce raschiaolio					X		

MANUTENZIONE GRUPPO DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA Pag. 5 di 5	**giornaliero**	**1500 ore**	**3000 ore**	**12000 ore**	**24000 ore**	**48000 ore**	**NOTE**
• Smontaggio camicie, se necessario smerigliarle					**X**		
• Revisione generale con fornitore						**X**	Operazioni svolte c/o fornitore durata 15-20 giorni
Tempo totale e personale per l'esecuzione degli interventi							
• Tempo totale (fermo singola unità)							gg/anno
• Numero apparecchiature installate							n.
Personale impiegato:							
• Manutentore specializzato							n.
• Ore totali manutentore specializzato							ore/anno
• Manutentore comune							n.
• Ore totali manutentore comune							1ore/anno

6 Caratteristiche prestazionali delle opere civili

6.1 Qualità e provenienza dei materiali

GENERALITA'

Tutti i materiali che occorrono per la realizzazione delle opere devono essere:

- rispondenti ai requisiti contrattuali
- delle migliori qualità;
- in buono stato di conservazione;
- senza difetti di sorta;
- lavorati a regola d'arte;
- provenienti dalle migliori fabbriche, cave o fornaci;
- adatti all'ambiente in cui vengono impiegati
- dotati di caratteristiche idonee a resistere alle azioni meccaniche, corrosive o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio
- rispondenti alle norme relative alla salute e sicurezza dei lavoratori e dei luoghi di lavoro

Inoltre, i materiali, devono soddisfare i requisiti prescritti dalle Leggi, dal presente Capitolato, dall'Elenco prezzi, dalla Direzione dei Lavori e corrispondere perfettamente al servizio cui sono destinati. Per le apparecchiature in genere è prescritta l'accettazione in officina previo collaudo di accettazione secondo le prescrizioni impartite dalla Committenza tramite la Commissione di Collaudo in Corso d'Opera

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI.
Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del presente Capitolato Speciale, potranno pure essere richiesti i campioni, sempre che siano materiali di normale produzione.
In merito alla scelta dei materiali è raccomandata la preferenza ai prodotti nazionali o comunque a quelli dei Paesi della CE. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.
Al momento dell'approvvigionamento dei materiali in cantiere, l'Appaltatore dovrà compilare un apposito registro, da sottoporre al visto della Direzione dei Lavori, nel quale saranno annotati i materiali affluiti in cantiere, i materiali impiegati nei lavori e quelli allontanati, con il conseguente aggiornamento delle quantità.
La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di non accettare i materiali, ancorché messi in opera, perché essa, a suo motivato giudizio, li ritiene di qualità, lavorazione e funzionamento non adatti alla perfetta riuscita dell'opera, non sufficientemente affidabili e non rispondenti pienamente alle prescrizioni del Capitolato e dell'Elenco prezzi, quindi non accettabili. In questo caso l'Impresa, a sua cura e spese, deve sostituire i materiali non accettati con altri, che soddisfino alle condizioni prescritte.
Pertanto tutti i materiali dovranno essere accettati, previa eventuale campionatura, dalla Direzione dei Lavori.
Quando la Direzione dei Lavori abbia denunziato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle qualità volute. I materiali rifiutati dovranno essere sgomberati immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.
L'Impresa resta comunque totalmente responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto dipende dai materiali stessi, la cui accettazione non pregiudica in nessun caso i diritti della Committenza in sede di collaudo.
Qualora l'Appaltatore, nel proprio interesse o di sua iniziativa, impieghi materiali di dimensioni, consistenza o qualità superiori a quelle prescritte o con una lavorazione più accurata, ciò non gli darà diritto a maggiori compensi e la stima sarà fatta come se i materiali avessero le dimensioni, la consistenza e le qualità stabilite dal contratto.
Qualora venga ammessa dalla Committenza - in quanto non pregiudizievole all'idoneità dell'opera - qualche scarsezza nelle dimensioni, nella consistenza o qualità dei materiali, ovvero una minor lavorazione, la Direzione dei Lavori può applicare un'adeguata riduzione di prezzo in sede di contabilizzazione, salvo esame e giudizio definitivo in sede di collaudo.
Se l'Appaltatore, senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei Lavori, impiegherà materiali di dimensioni, consistenza o qualità inferiori a quelle prescritte, l'opera potrà essere rifiutata e l'Appaltatore sarà tenuto a

rimuovere a sua cura e spese detti materiali ed a rifare l'opera secondo le prescrizioni, restando invariati i termini di ultimazione contrattuale.
L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in ogni tempo ad effettuare tutte le prove prescritte dal presente Capitolato sui materiali impiegati o da impiegarsi nonché sui manufatti sia prefabbricati che formati in opera.
In mancanza di una idonea organizzazione per l'esecuzione delle prove previste, o di una normativa specifica di Capitolato, è riservato alla Direzione dei Lavori il diritto di dettare norme di prova alternative o complementari. Il prelievo dei campioni verrà eseguito in contraddittorio e di ciò verrà steso apposito verbale; in tale sede l'Appaltatore ha facoltà di richiedere, sempre che ciò sia compatibile con il tipo e le modalità esecutive della prova, di assistere o di farsi rappresentare alla stessa.
I campioni delle forniture consegnati dall'Impresa, che debbano essere inviati a prova in tempo successivo a quello del prelievo, potranno essere conservati negli Uffici della Committenza, muniti di sigilli a firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.
In mancanza di una speciale normativa di legge o di Capitolato, le prove potranno essere eseguite presso un Istituto autorizzato, la fabbrica di origine o il cantiere, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori.
In ogni caso, tutte le spese per il prelievo, la conservazione e l'invio dei campioni, per l'esecuzione delle prove, per il ripristino dei manufatti che si siano eventualmente dovuti manomettere, nonché tutte le altre spese simili e connesse, sono a totale, esclusivo carico dell'Appaltatore, salvo nei casi in cui siano dal presente Capitolato espressamente prescritti criteri diversi.
Qualora, senza responsabilità dell'Appaltatore, i lavori debbano essere in tutto o in parte sospesi in attesa dell'esito di prove in corso, l'Appaltatore stesso, mentre non avrà diritto a reclamare alcun indennizzo per danni che dovessero derivargli o spese che dovesse sostenere, potrà richiedere una congrua proroga del tempo assegnatogli per il compimento dei lavori. Per contro, se il perdurare del ritardo risultasse di pregiudizio alla Committenza, l'Appaltatore, a richiesta della Direzione dei Lavori, dovrà prestarsi a far effettuare le prove in causa presso un altro Istituto, sostenendo l'intero onere relativo, in relazione alla generale obbligazione, che egli si è assunto con il Contratto, di certificare la rispondenza dei materiali e delle varie parti dell'opera alle condizioni del Capitolato.
Qualora invece l'esito delle prove pervenga con ritardo per motivi da attribuire alla responsabilità dell'Appaltatore - e semprechè i lavori debbano per conseguenza essere, anche se solo parzialmente, sospesi - spirato il termine ultimativo che la Direzione dei Lavori avrà prescritto, si farà senz'altro luogo all'applicazione della penale prevista per il caso di ritardo nel compimento dei lavori.

PROVE DEI MATERIALI - ACCETTAZIONE

Sarà compito della Committenza per il tramite della Commissione di Collaudo in Corso d'Opera indicare preventivamente eventuali prove da eseguirsi, in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, sui materiali e sulle apparecchiature da impiegarsi nelle opere e negli impianti oggetto dell'appalto.
Le spese da sostenere per tali prove saranno a carico dell'Appaltatore.
La Committenza si assumerà le sole spese per fare eventualmente assistere alle prove propri incaricati. Le prove di accettazione in officina delle apparecchiature dovranno essere concluse con esito positivo e certificato dalla DL almeno un mese prima del loro trasferimento in cantiere per la successiva istallazione. A riguardo l'Appaltatore dovrà fornire un dettagliato cronoprogramma dei lavori di istallazione in modo da consentire la pianificazione dei collaudi in officina. Le sedi e i tempi delle suddette attività saranno stabiliti dalla Commissione di Collaudo in Corso d'Opera, sentita la DL e l'Appaltatore.

I materiali da impiegarsi nella costruzione delle opere, purché riconosciuti idonei, delle migliori qualità e rispondenti ai requisiti più oltre specificati, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, e salvo particolari prescrizioni o ordini impartiti, perverranno da quelle località e/o da quei produttori che l'Impresa a suo giudizio di convenienza, deciderà di scegliere, non potendo perciò avanzare o reclamare alcun diritto di sorta, qualora durante i lavori i materiali venissero riscontrati non più rispondenti ai requisiti, oppure venissero addirittura a mancare. Nell'eventualità di cui sopra, l'Impresa sarà obbligata a ricorrere ad altri produttori, diversi dai precedenti, di qualsiasi località, specificando che in tali casi, tutte le varie prescrizioni riferite alle dimensioni e qualità dei materiali, resteranno invariati.
Il prelievo dei campioni di materiale sarà eseguito in contraddittorio e i campioni oggetto di prova potranno essere conservati dall'Impresa o dalla Direzione Lavori contrassegnati a firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa nel modo adatto a salvaguardare l'autenticità del provino.
Le varie prove ordinate potranno essere eseguite presso il cantiere o nello stabilimento di origine o

produzione o presso un istituto privato autorizzato nelle forme di legge o presso un istituto Universitario per le analisi dei materiali; la scelta sarà a insindacabile giudizio della Direzione Lavori.
Nell'evenienza che i lavori vengano momentaneamente sospesi nell'attesa di regolare certificazione di prove in corso da parte dei vari organi competenti sopra specificato, l'Impresa non potrà accampare alcun diritto ma solamente richiedere, nel caso che il tempo di attesa risulti considerevole, una proroga sul tempo di ultimazione dei lavori, la cui accettazione per altro sarà demandata a insindacabile giudizio della Direzione Lavori.
Per i materiali già approvvigionati a pié d'opera e riconosciuti non idonei la Direzione Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se essi debbano venire scartati; in questo caso l'Impresa dovrà provvedere, a sue spese, all'allontanamento dal cantiere dei materiali dichiarati non idonei entro il termine di 3 (tre) giorni dalla comunicazione delle decisioni della Direzione Lavori.
Le decisioni della Direzione Lavori, in merito all'accettazione dei materiali, non potranno in alcun modo pregiudicare i diritti dell'Amministrazione appaltante in sede di collaudo.
I materiali per i quali sono stati richiesti i campioni potranno essere posti in opera solo dopo l'accettazione da parte della Direzione dei Lavori. Le apparecchiature di ogni tipo dovranno essere preventivamente collaudate ed accettate in officina secondo le modalità stabilite dalla Commissione di Collaudo in Corso d'Opera.
L'Appaltatore dovrà fornire i campioni richiesti con almeno 60 giorni di anticipo sui tempi di effettiva messa in opera L'accettazione dovrà avvenire entro 30 giorni dalla presentazione dei campioni, in difetto di che il ritardo graverà sui termini di consegna delle opere.
Le parti si accorderanno per l'adozione, per i prezzi e per la consegna, qualora nel corso dei lavori si dovessero usare materiali non contemplati nel contratto.
L'Appaltatore non dovrà porre in opera materiali o impianti rifiutati dalla Committenza, provvedendo quindi ad allontanarli dal cantiere.

ACQUA

L'acqua impiegata per la realizzazione delle opere e degli impianti dovrà essere:
- dolce;
- limpida;
- esente da tracce di cloruri o solfati;
- non inquinata da materie organiche;

e comunque non dannosa per l'uso a cui è destinata.

LEGANTI IDRAULICI

Per i leganti idraulici debbono essere rispettate tutte le norme stabilite dalla legge 26 maggio 1965, n. 595: Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici e successive modifiche e integrazioni. Essi dovranno essere approvvigionati in relazione alle occorrenze, con un anticipo tale, tuttavia, rispetto alla data del loro impiego, da consentire l'effettuazione di tutte le prove prescritte presso i Laboratori stabiliti dalla Direzione dei Lavori, e ciò indipendentemente dalle indicazioni riportate sui contenitori, loro sigilli e cartellini che la legge prescrive.
Le disposizioni che dovessero essere impartite dalla Direzione stessa in relazione all'esito delle prove - sia quanto alle modalità d'uso del materiale sia per l'eventuale suo allontanamento e sostituzione con altro migliore - sono obbligatorie per l'Appaltatore, che dovrà tempestivamente eseguirle.
L'Appaltatore non potrà richiedere alcun compenso e accampare alcuna pretesa per i ritardi e le sospensioni che potessero subire i lavori in attesa o in conseguenza dei risultati delle prove.
Oltre alle indicate norme generali, valgono quelle particolari di seguito riportate.

Cementi e agglomerati cementizi
I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella Legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 3 giugno 1968 (Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi) e successive modifiche. Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella Legge 26 maggio 1965, n. 595, nel D.M. 31 agosto 1972 e nel D.M. 14/01/08 (NTC 2008).
A norma di quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'Industria del 9 marzo 1988, n. 126 (Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi), i cementi di cui all'Art. 1 lettera A) della Legge

26 maggio 1965, n. 595 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'Art. 6 della Legge 26 maggio 1965, n. 595 e all'Art. 20 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.
I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

Calci
Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al Regio Decreto 16 novembre 1939, n. 2231; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella Legge 26 maggio 1965, n. 595 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici) nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972 (Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche) e al D.M. 14/01/08 (NTC 2008).

INERTI LAPIDEI PER CONGLOMERATI E MALTE

Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati all'esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia all'epoca dell'esecuzione dei lavori.
La granulometria degli aggregati litici degli impasti potrà essere espressamente prescritta dalla Direzione dei Lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni di messa in opera dei conglomerati e l'Appaltatore dovrà garantire la costanza delle caratteristiche per ogni lavoro.
Fermo quanto sopra, valgono le seguenti prescrizioni particolari:

Sabbie
La sabbia da utilizzare nelle malte e nei calcestruzzi (viva, naturale o artificiale) dovrà essere del tutto libera da materie terrose o organiche. Essa dovrà essere, preferibilmente, di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridente al tatto e dovrà provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Se necessario, la sabbia dovrà essere lavata con acqua dolce per eliminare la eventuali materie nocive. Alla prova di decantazione in acqua, comunque, la perdita in peso non dovrà superare il 2%.
Per il controllo granulometrico, l'Appaltatore dovrà apprestare e mettere a disposizione della Direzione lavori gli stacci UNI 2332.

- La sabbia per murature in genere sarà costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 UNI 2332.
- Per gli intonaci, le stuccature, le murature di paramento o in pietra da taglio, la sabbia sarà costituita da grani passanti allo staccio 0,5 UNI 2332.
- La sabbia per conglomerati cementizi dovrà rispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 3 giugno 1968 e dal D.M. 25 marzo 1980. La granulometria dovrà essere assortita (tra 1 e 5 mm) e adeguata alla destinazione del getto e alle condizioni di posa in opera. Salvo efficace lavaggio e previa autorizzazione della Direzione lavori è fatto assoluto divieto di utilizzo della sabbia marina.

Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'Art. 7.

Ghiaia, ghiaietto (o granisello)
Dovranno derivare da rocce non gelive, preferibilmente di qualità silicea o comunque aventi alta resistenza alla compressione, essere scevre da sostanze eterogenee ed in particolare da sostanze organiche ed argillose; qualora sia prescritto, per le particolari categorie di lavoro, dovranno pure risultare accuratamente vagliate e lavate con acqua dolce. Granulometricamente dovranno sempre risultare ben assortite, ed in particolare per i conglomerati cementizio dovranno corrispondere alle norme di legge; inoltre gli elementi litici dovranno avere, per le diverse categorie di lavori, le seguenti dimensioni massime: mm 2 la sabbia per malte e conglomerati cementizio - mm 15 il ghiaietto per getti in conglomerato cementizio (semplice od armato) aventi spessore limitato - mm 30 la ghiaia per getti in conglomerato cementizio armato di qualsiasi spessore (fatta eccezione per quelli sopra menzionati) - mm 40 la ghiaia per le normali strutture di elevazione in conglomerato cementizio disarmato - mm 50 la ghiaia per le opere di fondazione in conglomerato cementizio disarmato.

Pietrisco, pietrischetto, graniglia
Al pari della ghiaia dovranno derivare da rocce non gelive aventi alta resistenza alla compressione, essere scevri da sabbia, polvere o da altre sostanze eterogenee; inoltre dovranno essere formati da elementi aventi più facce e spigoli vivi, avere i requisiti di durezza e potere legante richiesti per le diverse categorie di lavori ed in generale dovranno avere caratteristiche corrispondenti alle norme del C.N.R. edizione 1953.

In linea generale gli aggregati per i conglomerati cementizi devono essere non reattivi e senza sali, con un massimo di cloruri inferiore allo 0,04% in peso.

ADDITIVI PER IMPASTI CEMENTIZI

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norma secondo i criteri dell'Art. 10.

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 14 febbraio 1992, 9 gennaio 1996 e relative circolari esplicative.

ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO E MANUFATTI IN CEMENTO

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio e in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale e calcestruzzo alleggerito.
Quando vengono impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel Decreto Ministeriale 20 novembre 1987 (Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento).
Nel caso di murature non portanti, le suddette prescrizioni potranno costituire utile riferimento insieme a quelle della norma UNI 8942/2.
Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo potranno contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato Decreto Ministeriale 20 novembre 1987.
La resistenza meccanica degli elementi andrà dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove, che dovranno essere condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel Decreto Ministeriale di cui sopra.
È facoltà del Direttore dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

I manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi. Saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle estremità per consentire una sicura connessione.

LEGNAME

I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui alle vigenti leggi, saranno provveduti tra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati. I requisiti e le prove dei legnami saranno quelli contenuti nelle vigenti norme U.N.I. Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessure.
I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto del palo; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza, né il quarto del

maggiore dei due diametri. Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

MATERIALI FERROSI

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere conformi, per quanto attiene a condizioni tecniche generali di fornitura, dimensioni e tolleranza, qualità e prove, alla normativa UNI vigente all'epoca della esecuzione dei lavori.
L'Appaltatore è tenuto a sostituire con materiale nuovo, meritevole di collaudo, tutti i pezzi che subiscano guasti o rotture durante il trasporto ovvero durante e dopo la loro posa in opera, quando tali rotture risultassero dipendenti da struttura difettosa o da qualità del materiale non corrispondente alle presenti norme tecniche. In questi casi egli è inoltre responsabile dei danni che derivassero alla Committenza o a terzi.
I materiali ferrosi da impiegare nei lavori, devono essere esenti da scorie, soffiature, paglie, ecc. e da qualsiasi difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.
Il ferro comune deve essere di prima qualità, di natura fibrosa a grana omogenea, senza slegamenti, sfogliature, peli, ruggine, di vena dritta e continua, di colore biancoazzurrognolo e dovrà resistere senza rompersi a una trazione di 40 Kg/mmq di sezione. Deve essere malleabile tanto da freddo che a caldo, senza paglietta, sfaldature o altri difetti anche non visibili, deve saldarsi bene, non fendersi o spezzarsi sotto la percossa del martello, non sfaldarsi attorcigliandolo, non guastarsi agli orlii perforandolo.
Il ferro per c.a. si distingue nel modo seguente:

- acciaio F e B 22 - resistenza alla trazione maggiore o uguale a 34 Kg/mmq, limite di snervamento maggiore o uguale al 24%;
- acciaio F e B 32 - resistenza alla trazione maggiore o uguale a 50 Kg/mmq, limite di snervamento maggiore o uguale al 23%;
- acciaio F e B 44 - resistenza alla trazione maggiore o uguale a 55 Kg/mmq, limite di snervamento maggiore o uguale a 44 Kg/mmq, allungamento maggiore o uguale al 12%.

L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro, deve essere di prima qualità esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.
La ghisa deve essere di prima qualità, e di seconda fusione, dolce tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza, deve inoltre essere perfettamente modellata. É assolutamente escluso l'impiego di ghisa fosforosa.
Per gli acciai inossidabili si prescrive che sulla superficie non devono essere visibili difetti di origine meccanica od inclusioni, queste ultime dannose perché funzionano da innesco per la corrosione. L'acciaio XB CN 188, sottoposto per 100 ore alla prova in nebbia salina, non deve presentare tracce di corrosioni.
I materiali ferrosi dei tipi di seguito indicati dovranno inoltre presentare, a seconda della loro qualità, i requisiti caso per caso precisati:

Ferro comune
sarà di prima qualità: dolce, eminentemente duttile, malleabile a freddo ed a caldo, tenace, di marcatissima struttura fibrosa; dovrà essere liscio senza pagliette, sfaldature, screpolature, vene, bolle, saldature aperte, soluzioni di continuità in genere ed altri difetti. La frattura dovrà presentarsi a grana fine e brillante.
I manufatti di ferro che non dovranno essere zincati verranno forniti già protetti con una mano di appropriata vernice anticorrosiva.
I manufatti da sottoporre a zincatura dovranno essere eseguiti in modo tale che con la zincatura non si verifichino deformazioni termiche. La quantità di materiale apportata non dovrà essere inferiore a 0,5 kg per m^2 di superficie zincata. Le modalità di trattamento delle superfici devono essere conformi alle prescrizioni di cui ai successivi articoli.

Acciai per opere in conglomerato cementizio
Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente Decreto Ministeriale del 9 gennaio 1996, Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche, attuativo della Legge 5 novembre 1971, n. 1086. e nelle relative circolari esplicative (Si fa riferimento, in particolare, alla Circolare n. 252 AA.GG./S.T.C., del 15/10/1996, del Ministero dei lavori pubblici, contenente Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al Decreto Ministeriale del 9/1/1996 e a quanto contenuto nelle "Norme tecniche per le Costruzioni D.M. 14.01.2008 e ss.mm.ii.

1) E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine
2) Le precedenti disposizioni valgono per tutti gli acciai da costruzione.

L'approvvigionamento dovrà avvenire con un anticipo tale, rispetto alla data dell'impiego, da consentire l'effettuazione di tutte le prove prescritte.

Si prevede l'impiego di acciaio del tipo B450C saldabile controllato in stabilimento.
L'accertamento delle proprietà meccaniche dovrà essere conforme alle seguenti normative sull'acciaio: EN 10002/1a (marzo 1990)-UNI 564 (febbraio 1960)-UNI 6407 (marzo 1969)

Acciaio B450C
Tensione di rottura nominale
f_{tk} = 540 N/mm2
Tensione di snervamento nominale fyk =450 N/mm2
Allungamento a rottura caratteristico (Agt)k ≥ 7.5 %
Coefficiente parziale di sicurezza: $\gamma_s = 1.15$
Tensione di snervamento di calcolo: $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} =$ 391 N/mm2

Le caratteristiche degli acciai impiegati saranno comprovate mediante prove su campioni da prelevare in cantiere in fase di esecuzione dell'opera con le modalità prescritte nel D.M. 14.01.08.

Acciaio per carpenterie metalliche
Per le carpenterie metalliche si prevede l'impiego di acciaio laminato a caldo del tipo S275 e S355.
L'accertamento delle proprietà meccaniche dovrà essere conforme alle seguenti normative sull'acciaio: UNI EN 10025 armonizzata, UNI EN 10210, UNI EN 10219-1.
Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090.

ACCIAIO S275
Coefficienti parziali sicurezza
Resistenza sezioni Classe 1-2-3-4:
$\gamma_{M0} = 1.05$
Resistenza instabilità membrature:
$\gamma_{M1} = 1.05$
Resistenza frattura sezioni tese (forate):
$\gamma_{M2} = 1.25$
Tensione di rottura caratteristica (t ≤ 40 mm)
f_{tk} = 430 N/mm2
Tensione di snervamento caratteristica (t ≤ 40 mm) f_{yk} = 275 N/mm2
Tensione di rottura caratteristica (t > 40 mm)
f_{tk} = 410 N/mm2

Tensione di snervamento caratteristica (t > 40 mm) $f_{yk} = 255$ N/mm2
bulloni classe

8.8 (UNI EN ISO 4016)

dadi classe

8 (UNI EN ISO 4016)

saldature per spessori ≤ 30 mm

elettrodi E44 di classe 2,3,4;

saldature per spessori > 30 mm

elettrodi E44 di classe 4B

saldature per strutture a temperature di eserc.< a 0°C elettrodi di classe 4B

ACCIAIO S355
Coefficienti parziali sicurezza

Resistenza sezioni Classe 1-2-3-4: $\gamma M0 = 1.05$

Resistenza instabilità membrature: $\gamma M1 = 1.05$

Resistenza frattura sezioni tese (forate):

$\gamma M2 = 1.25$

Tensione di rottura caratteristica (t ≤ 40 mm)

$f_{tk} = 510$ N/mm2

Tensione di snervamento caratteristica (t ≤ 40 mm) $f_{yk} = 355$ N/mm2

Tensione di rottura caratteristica (t > 40 mm)

$f_{tk} = 470$ N/mm2

Tensione di snervamento caratteristica (t > 40 mm) $f_{yk} = 335$ N/mm2
bulloni classe 8.8 (UNI EN ISO 4016)

dadi classe 8 (UNI EN ISO 4016)

saldature per spessori ≤ 30 mm

elettrodi E44 di classe 2,3,4;

saldature per spessori > 30 mm

elettrodi E44 di classe 4B

saldature per strutture a temperature di eserc.< a 0°C elettrodi di classe 4B

Le caratteristiche degli acciai impiegati saranno comprovate mediante prove su campioni da prelevare in cantiere in fase di esecuzione dell'opera con le modalità prescritte nel D.M. 14.01.08.
Per i valori nominali delle proprietà del materiale possono utilizzarsi i seguenti valori:

Modulo elastico:

$E = 210000$ N/mm2

coefficiente di Poisson $\upsilon = 0,3$

modulo di elasticità trasversale: $G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \upsilon)} = 80769$ N/mm2 ;

coefficiente d'espansione termica lineare

per C°-1 (per T fino a 100°); $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$
densità materiale

$\rho = 7850$ kg/m3

Ghisa
La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, escluse assolutamente le ghise fosforose.
Essa dovrà subire poco ritiro durante il raffreddamento, presentare una frattura grigia, a grana fina perfettamente omogenea e compatta, senza presenza alcuna di gocce fredde, screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti, specie se suscettibili di diminuirne la resistenza; dovrà inoltre potersi facilmente lavorare con la lima o con lo scalpello. Verranno senz'altro rifiutati i materiali che presentassero difetti di fusione, siano o no mascherati con piombo, stucco od altri mezzi.
La ghisa dovrà inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

- Resistenza all'urto: una sbarra di saggio lunga 200 mm a sezione trasversale quadrata, di 40 mm di lato, fusa in sabbia molto secca, collocata orizzontalmente su due appoggi a coltello, distanti fra loro 16 cm, e fissata all'incudine di ghisa regolamentare, deve sopportare senza rompersi l'urto di una palla di 12 kg cadente da un'altezza di 60 cm sulla metà dell'intervallo compreso tra i due appoggi.

L'incudine dovrà avere la lunghezza di 250 mm, la larghezza di 100 mm ed essere appoggiata su un letto di sabbia di 40 cm di spessore.

- Resistenza alla flessione: Una sbarra di saggio delle stesse dimensioni e posta su due appoggi, come fissati allo stesso modo, dovrà sopportare nel mezzo un carico di 6.000 kg.
- Resistenza alla trazione Una sbarra di saggio a sezione circolare di circa 30 mm di diametro, assoggettata ad una trazione crescente per gradi, non dovrà rompersi che ad uno sforzo superiore ai 12 kg per mm^2 di sezione trasversale e la frattura dovrà presentare i caratteri sopra indicati.

Per questa prova, le sbarre saranno staccate da un pezzo e lavorate a freddo per mezzo di fresatrice, tornio e lima. Le teste delle sbarre in prova saranno sagomate secondo le forme e le dimensioni che saranno prescritte.

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

Metalli vari
I materiali metallici di vario tipo quali piombo, rame, zinco, ecc. dovranno essere esenti da scorie, soffiature, ecc. o da qualsiasi altro difetto, apparente o latente, di fusione, laminazione, trafilatura o fucinatura e dovranno rispondere a tutte le norme e prescrizioni vigenti e a quelle che potranno essere emanate durante il corso dei lavori.

PRODOTTI DI PIETRE NATURALI E RICOSTRUITE

1) La terminologia riportata, estratta dalla norma UNI 8458, è riferita ai prodotti aventi conformazione e dimensioni predeterminate e non riguarda quelli derivati da frantumazione o i granulati naturali; le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

Marmo (termine commerciale).
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;
- le oficalciti.

Granito (termine commerciale).
Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, feldspati, felspatoidi).

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

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

Pietra (termine commerciale).
Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.
A questa categoria appartengono rocce di varia composizione mineralogica, 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 forme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nelle norme UNI 8458 per quanto concerne i prodotti lapidei e UNI 10330 per i lapidei agglomerati.

2) I prodotti di cui sopra, a seconda che siano forniti grezzi, semilavorati o finiti ed in relazione alla destinazione d'uso prevista nel progetto, con le priorità e specificità indicate nel prospetto riportato nella norma UNI 9725, devono rispondere a quanto segue:
a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto ai sensi della norma UNI 9724/1, 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 riducano 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, contemplate dalla norma UNI 9725 sui criteri di accettazione, il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):
- massa volumica reale ed apparente, misurate secondo le norme UNI 9724/7 e 9724/2 per i prodotti lapidei in generale e, la seconda, ai sensi della norma UNI 10444 per i lapidei agglomerati;
- coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI 9724/2 per i prodotti lapidei in generale e secondo la norma UNI 10444 per i lapidei agglomerati;
- coefficiente di dilatazione termica,
- resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI 9724/3;
- resistenza al gelo,
- resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI 9724/5 per i prodotti lapidei in generale e secondo la norma UNI 10443 per i lapidei agglomerati;
- modulo di elasticità, misurato secondo la norma UNI 9724/8;
- resistenza all'urto, misurabile secondo la norma UNI 10442 per i lapidei agglomerati;
- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 per i prodotti lapidei in generale e secondo la norma UNI 10532 per i lapidei agglomerati;
- microdurezza Knoop, misurata secondo la norma UNI 9724/6;
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 Speciale ed alle prescrizioni di progetto.
Nel seguente prospetto, estratto dalla norma UNI 9725, in relazione alla destinazione d'uso e distinguendo tra prodotti lapidei forniti grezzi, semilavorati o finiti, esse sono distinte in quanto:
1) caratteristiche fondamentali, di elevata significatività in quanto caratterizzanti il prodotto (simbolo "+");
2) caratteristiche facoltative, non caratterizzanti il prodotto, ma in grado di fornire utili indicazioni per il suo impiego (simbolo"• ");

3) altre caratteristiche, non significative o prove non eseguibili (simbolo "-").

Caratteristica	*grezzi*	*semilavorati*			*finiti per uso (1)*				
		A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	
Denominazione petrografica	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dimensioni e forme	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Massa volumica	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Coefficiente di imbibizione	+	+	+	•	+	•	•	•	+
Coefficiente di dilatazione termica	•	•	+	-	•	•	•	•	•
Carico rottura a compressione	+	•	•	-	•	•	•	+	-
Resistenza al gelo	+	•	+	-	+	-	•	•	+
Carico rottura a flessione	+	+	+	-	•	•	•	+	+
Modulo di elasticità normale	+	•	+	-	•	-	-	+	-
Resistenza all'urto	+	+	•	•	+	+	+	+	+
Resistenza all'usura	+	+	•	•	+	+	+	+	-
Microdurezza Knoop	+	•	-	-	+	+	•	•	-

LEGENDA
A=Rivestimenti esterni
B=Rivestimenti interni
C=Pavimenti esterni
D=Pavimenti interni
E=Scale interne rivestite
F=Scale a sbalzo
G=Coperture
(1) Sui semilavorati e sui prodotti finiti non è in genere possibile la determinazione della resistenza a compressione, del modulo elastico e del coefficiente di dilatazione termica lineare; tali caratteristiche dovranno quindi essere determinate su campioni prelevati dal blocco.
I valori dichiarati saranno accettati dalla Direzione dei lavori anche in base ai criteri generali dell'Articolo 39 e con riferimento alla citata norma UNI 9725.

PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE

1 – 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 relativo del presente capitolato.
Costituiscono caso a parte i prodotti per pavimentazioni sopraelevate che, anche se in parte assimilabili a quanto riportato complessivamente in questo in relazione allo strato di rivestimento richiesto dal progetto, sono singolarmente trattati al successivo paragrafo 13 in ragione delle loro esclusive peculiarità.
I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

2 – Pavimentazioni in legno
I prodotti di legno per pavimentazione - tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, ecc. - si intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica (vedere ad esempio le norme UNI 8131 e UNI ISO 5329).
I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

a) Dovranno essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto;
b) Sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi, misurate secondo le norme UNI EN 426, 427, 428, 429; sono ammesse le tolleranze seguenti:
   - piastrelle: lunghezza e larghezza ± 0,3%, spessore ± 0,2 mm;
   - rotoli: lunghezza + 1%, larghezza ± 0,3%, spessore: per tipo monostrato lo spessore

nominale minimo dello strato continuo (esclusi bolle e peduncoli) deve essere di 2 mm, e per quelli multistrato di almeno 1 mm, con scostamenti limite rispetto allo spessore totale ± 0,2 mm.
- piastrelle: scostamento dall'angolo teorico retto £ 0,12% rispetto alle dimensioni nominali del lato;
- rotoli: scostamento dal lato teorico £ 1,5 mm.

c) La durezza, misurata secondo la norma UNI EN ISO 868, deve essere tra 75 e 85 punti di durezza Shore A.
d) La resistenza all'abrasione, misurata secondo la norma UNI 9185 ed espressa e relativa, deve essere £ 300 mm3, applicando al campione, non rotante, un carico di 5 ± 0,1 N.
e) La stabilità dimensionale a caldo, misurata secondo la norma UNI EN 434, deve essere £ 0,3% per le piastrelle e £ 0,4% per i rotoli.
f) La classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984, Allegato 3.1.
g) La resistenza alla bruciatura da sigaretta, determinabile secondo la UNI EN 1399, intesa come alterazioni di colore prodotte dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla norma UNI EN 20105-A02. Non sono inoltre ammessi affioramenti o rigonfiamenti.
h) Il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, misurato secondo la norma EN 423, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento n. 3 della scala dei grigi di cui alla norma UNI EN 20105-A03. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento n. 2. La macchiabilità può essere determinata secondo la UNI EN 423.
i) La resistenza elettrica, intesa come rapporto tra tensione e corrente, misurato secondo la norma UNI 8272/9, per i rivestimenti elettricamente conduttori deve presentare una resistenza elettrica < 0,05 M; per i rivestimenti antistatici, compresa tra 0,05 e 100 M; per i rivestimenti elettricamente isolanti > 100 M.
j) 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 *j)*.
In quanto pavimenti resilienti si deve tenere conto della loro classificazione in funzione della destinazione d'uso, così come definito nella norma UNI EN 685. Altre norme di riferimento per i pavimenti resilienti sono: UNI EN 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 435, 436, 661, 662, 663, 664, 665 e 666.

3 – Pavimentazioni in vinile
I prodotti di vinile, omogenei e non, ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle prescrizioni di cui alla norma UNI EN 649.
Valgono inoltre, per i vari casi previsti, le specifiche di cui alle norme UNI EN 548, 686, 687 e 688.
I metodi di accettazione sono quelli indicati al paragrafo 8.1, facendo riferimento alla norma UNI 5574 contenente i relativi metodi di prova.
I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.
Il foglio di accompagnamento indicherà le caratteristiche di cui alle norme sopra citate.
In quanto pavimenti resilienti si deve tenere conto della loro classificazione in funzione della destinazione d'uso, così come definito nella norma UNI EN 685. Altre norme di riferimento per i pavimenti resilienti sono : UNI EN 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 669, 670, 684, 685 e 718.

4 – Pavimentazioni in resina
I prodotti di resina (fluidi od in pasta) utilizzati per realizzare rivestimenti di pavimenti da in opera, così come definiti nella norma UNI 8297 e con riferimento al prospetto seguente, sono applicabili:
- mediante impregnazione semplice (simbolo" i1");
- mediante impregnazione a saturazione (simbolo "i2");
- a film con spessori fino a 200 m (simbolo "f1") o superiori (simbolo "f2");
- come rivestimenti fluidi cosiddetti autolivellanti (simbolo ""a);
- come rivestimenti spatolati (simbolo "s").

Le caratteristiche indicate come significative nel seguente prospetto, estratto dalla norma UNI 8636, devono

rispondere alle prescrizioni del progetto. Esse sono distinte in quanto:

a) caratteristiche di elevata significatività in quanto caratterizzanti il prodotto (simbolo "+");
b) caratteristiche non caratterizzanti il prodotto, ma in grado di fornire utili indicazioni per il suo impiego (simbolo "• ");
c) caratteristiche non significative o prove non eseguibili (simbolo "-").

I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dal Direttore dei lavori.
I metodi di accettazione sono quelli indicati al paragrafo 8.1, facendo riferimento alle norme UNI 8298 e 8298 FA-212-86, 8298/2, 8298/3, 8298/4, 8298/5, 8298/6, 8298/7, 8298/8, 8298/9, 8298/10, 8298/11, 8298/12, 8298/13, 8298/14, 8298/15 e 8298/16 contenenti i metodi di prova relativi.

GRADO DI SIGNIFICATIVITÀ CARATTERISTICA RISPETTO AI VARI TIPI

	i1	i2	f3	f2	a	s
Prodotto nelle condizioni di fornitura						
Condizioni di presentazione e di immagazzinamento	+	+	+	+	+	+
Identificazione chimico fisica	+	+	+	+	+	+
condizioni d'applicazione (d'impiego)	+	+	+	+	+	+
Prodotto dopo indurimento/essiccazione						
massa volumica	-	-	-	•	+	+
stabilità dimensionale e/o di forma	-	-	-	•	+	+
Flessibilità	-	-	+	+	+	+
Elasticità	-	-	+	+	+	+
resistenza a trazione	-	-	•	•	+	+
resistenza a flessione	-	-	-	-	+	+
resistenza a compressione	-	-	-	-	+	+
coefficiente di dilatazione termica lineare	-	-	-	•	+	+
comportamento all'acqua	-	-	-	-	+	+
resistenza agli agenti chimici	-	-	-	-	+	+
resistenza ai detersivi	-	-	-	-	+	+
reazione al fuoco	-	-			+	+
conduttività termica	-	-	-	-	+	+
Rivestimento applicato caratteristiche fisico dimensionali						
aspetto	+	+	+	+	+	+
spessore	-	-	•	•	+	+
consumo unitario	+	+	+	+	•	•
imbarcamento (perdita di planarità)	-	-	-	•	+	+
stabilità dimensionale e/o di forma	-	-	-	•	+	+
resistenza ad azioni di natura prevalentemente meccanica						
resistenza all'abrasione	+	+	+	+	+	+
resistenza al punzonamento dinamico (urto)	•	+	+	+	+	+
resistenza al punzonamento statico	+	+	+	+	+	+
resistenza all'incisione	•	+	+	+	+	+
scivolosità	-	•	+	+	+	+
adesione del rivestimento al supporto	-	-	+	+	+	+
ritorno elastico	-	-	-	•	+	+
comportamento alle vibrazioni	-	-	-	•	+	+
resistenza a trazione	+	+	+	+	+	+
resistenza a flessione	+	+	+	+	+	+
resistenza a compressione	+	+	+	+	+	+
resistenza ad azioni di natura prevalentemente termica						
comportamento a variazioni di temperatura	+	+	+	+	+	+
comportamento a basse temperature	+	+	+	+	+	+
comportamento ad alte temperature	+	+	+	+	+	+
resistenza all'azione di acqua e vapore						
comportamento all'umidità	+	+	+	+	+	+
comportamento all'acqua (assorbimento e solubilità)	+	+	+	+	(1)	(1)
impermeabilità all'acqua in pressione	-	+	+	+	+	+

impermeabilità al vapore d'acqua	-	•	•	+	+	+
	i1	**i2**	**f3**	**f2**	**a**	**s**
resistenza chimica e radiativa						
resistenza agli agenti chimici	-	•	+	+	(1)	(1)
resistenza ai detersivi	-	•	+	+	(1)	(1)
sviluppo di odore (2)	+	+	+	+	+	+
sviluppo di sostanze tossiche e/o nocive (2)	+	+	+	+	+	+
sviluppo di sostanze volatili (2)	+	+	+	+	+	+
contaminabilità da radiazioni	-	-	+	+	+	+
decontaminabilità da radiazioni	-	-	+	+	+	+
resistenza ad azioni biologiche						
putrescibilità	-	+	+	+	+	+
infestabilità e disinfestabilità	•	+	+	+	+	+
resistenza alle muffe	•	+	+	+	+	+
comportamento al fuoco						
resistenza al fuoco	+	+	+	+	+	+
resistenza alla sigaretta	-	+	+	+	+	+
comportamento termico e acustico						
coefficiente di assorbimento acustico	-	•	•	•	+	+
attenuazione al rumore di calpestio	-	•	•	•	+	+
resistenza termica	-	•	•	•	+	+
comportamento elettrico						
antistaticità	-	-	+	+	+	+
antideflagranza	-		+	+	+	+
conduttività elettrica	-	+	+	+	+	+
durabilità						
agenti atmosferici	-	•	+	+	+	+
invecchiamento termico in aria	•	+	+	+	+	+
invecchiamento termico in acqua	•	+	+	+	+	+
ozono	-	-	+	+	+	+
raggi ultravioletti	-	-	+	+	+	+
stabilità del colore e dell'aspetto	+	+	+	+	+	+
caratteristiche di compatibilità, ricopribilità, manutenibilità, riparabilità						
insudiciabilità, macchiabilità	•	+	+	+	+	+
pulibilità, disinfettabilità	-	+	+	+	+	+
manutenibilità	+	+	+	+	+	+
riparabilità	+	+	+	+	+	+
ricopribilità, compatibilità	+	+	+	+	+	+
giunti e problemi relativi, problemi al contorno	+	+	+	+	+	+

(1) Da valutare sul prodotto
(2) Da valutare durante l'applicazione, durante l'essiccazione e dopo l'esecuzione

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.
Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche e le avvertenze per l'uso e le condizioni per la sicurezza durante l'applicazione.

5 – Pavimentazioni in elementi di calcestruzzo
I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni, a seconda del tipo, devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza e/o a completamento, alle seguenti.

1 - Mattonelle di conglomerato cementizio con o senza colorazione e con superficie levigata; mattonelle di

conglomerato cementizio con o senza colorazione e con superficie striata o con impronta; marmette e mattonelle a mosaico di conglomerato cementizio e di detriti di pietra e con superficie levigata.
I prodotti sopracitati devono rispondere al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, di resistenza alla flessione e coefficiente di usura al Tribometro ed alle prescrizioni del progetto. L'accettazione deve avvenire secondo il paragrafo 13.1, avendo il R.D. sopracitato quale riferimento (sono disponibili anche le norme UNI 2623, 2624, 2625, 2626 e 2627 che sono di carattere descrittivo).

2 - I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni sono 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 norma UNI 9065/1. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza e/o a complemento, ai sensi alla norma UNI 9065/3, devono rispondere a quanto segue:

a) essere esenti da difetti visibili e di forma, definiti nella norma UNI 9065/2, quali protuberanze, bave, incavi, che superino le tolleranze dimensionali indicate. Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di ± 3 mm per un singolo elemento e di ± 2 mm quale media dei provini costituenti il 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 dei provini sottoposti a prova;
c) la massa volumica (non inferiore a 2.100 kg/m3 per il singolo provino e non inferiore 2.200 kg/m3 per la media dei provini sottoposti a prova) non deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) più del 15% per il singolo massello e più del 10% per le medie dei provini sottoposti a prova;
d) il coefficiente di trasmissione meccanica m non deve essere minore del valore nominale dichiarato dal fabbricante per quella geometria di posa;
e) il coefficiente di aderenza delle facce laterali Ca non deve essere il valore nominale con tolleranza ± 5% per un singolo elemento e ± 3% per la media dei provini sottoposti a prova;
f) la resistenza convenzionale alla compressione R deve essere ³ di 50 N/mm2 per il singolo elemento e ³ di 60 N/mm2 per la media dei provini sottoposti a prova;
g) l'assorbimento d'acqua Wa deve essere < del 14% sul singolo elemento e < del 12% sulla media dei provini sottoposti a prova.

I criteri di accettazione sono quelli riportati nel paragrafo 8.1, facendo riferimento alla norma UNI 9065/2 contenente i relativi metodi di prova..
I prodotti saranno forniti su appositi *pallet* 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, per la sicurezza e per la posa.

6 – Pavimentazioni in pietre naturali
I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni ai sensi delle norme UNI 9379 e 10330 (per i lapidei agglomerati), sono definiti e classificati 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 (nei quali il volume del legante sia minore di quello del materiale lapideo)
- elemento lapideo agglomerato ad alta concentrazione di aggregati: elemento in cui il volume massimo del legante è minore del 21% nel caso di lapidei agglomerati con aggregati di dimensione massima fino a 8,0 mm, e minore del 16% nel caso di lapidei agglomerati con aggregati di dimensione massima superiore.
- In base alle caratteristiche geometriche i prodotti lapidei si distinguono in:
- 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 la larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Analogamente i prodotti lapidei agglomerati si distinguono in:

- blocco: impasto la cui conformazione è stata ridotta ad una forma geometrica parallelepipeda, destinato al successivo taglio o segagione in lastre e marmette;
- lastra: elemento ricavato dal taglio o segagione di un blocco oppure da impasto, la cui conformazione è stata ridotta ad una forma geometrica parallelepipeda in cui una dimensione (lo spessore) è notevolmente minore delle altre due (la lunghezza e la larghezza) ed è delimitato da due facce principali nominalmente parallele;
- marmetta: elemento ricavato da taglio o segagione di un blocco o di una lastra, oppure da impasto, la cui conformazione è stata ridotta ad una forma geometrica parallelepipeda con lunghezza e larghezza minori o uguali a 60 cm e spessori di regola < di 3 cm;
- marmetta agglomerata in due strati differenti: elemento ricavato da diversi impasti, formato da strati sovrapposti, compatibili ed aderenti, di differente composizione (per esempio strato inferiore di calcestruzzo e strato di usura in prodotto lapideo agglomerato);
- pezzo lavorato: pezzo ricavato dal taglio e dalla rifinitura di una lastra, prodotto in qualsiasi spessore, purché minore di quello del blocco e non necessariamente con i lati paralleli l'uno all'altro.

Per gli altri termini specifici dovuti a lavorazioni, finiture, ecc., vedere le norme UNI 9379 e 10330 (per i lapidei agglomerati).

a) I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) ed a quanto prescritto nell'Articolo 45.
b) 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 (le tolleranze predette saranno ridotte per i prodotti da incollare);
c) le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234, per quanto attiene il coefficiente di usura per attrito radente (in cui si utilizza il Tribometro), espresso in mm;
d) l'accettazione seguirà i criteri riportati al paragrafo 8.1. Le forniture avverranno su pallet ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.
e) Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, per la sicurezza e per la posa (vedere anche la norma UNI 9726 in merito ai criteri per l'informazione tecnica inerente).

7 – Pavimentazioni in moquette

Per prodotti tessili per pavimenti (moquette), si intendono tutti i rivestimenti nelle loro diverse soluzioni costruttive, classificate nelle norme UNI EN 1307 e UNI EN 1470 e cioè:

- rivestimenti tessili con strato di utilizzazione (pelo utile) a velluto (nei loro sottocasi: velluto tagliato, velluto riccio, velluto unilivello, velluto plurilivello, ecc.);
- rivestimenti tessili con strato di utilizzazione (pelo utile) piatto (tessuto, nontessuto, ecc.).

In caso di dubbio e contestazione, si farà riferimento alla terminologia e classificazione della norma UNI 8013/1 ed a livello integrativo quanto più recentemente introdotto dalla norma UNI 9946.

I prodotti devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza e/o a complemento, deve essere verificato quanto segue:

- massa areica totale e dello strato di utilizzazione (intero e parte utile), misurate rispettivamente secondo le norme UNI 8014/2; 8014/3 e 8014/4;
- massa volumica del pelo utile, misurata secondo la norma UNI 8014/10;
- spessore totale e spessore della parte utile dello strato di utilizzazione, misurati rispettivamente secondo le norme UNI 8014/5 e 8014/6, UNI EN 1318;
- perdita di spessore dopo applicazione (per breve durata) di carico statico moderato, misurato secondo la norma UNI 8014/7;
- perdita di spessore dopo applicazione (per lunga durata) di carico statico elevato, misurato secondo la norma UNI 8014/8;
- perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico, misurato secondo la norma UNI 8014/9;
- deformabilità sotto carico dei fondi, misurata secondo la norma UNI EN 995;
- valutazione dei cambiamenti di aspetto secondo la UNI EN 1963. I colori sono riferiti alle UNI 20105 A1 e A2;
- Se forniti in piastrelle, per i prodotti tessili per pavimenti, potranno essere verificate la lunghezza dei

lati, l'ortogonalità e la rettilineità delle piastrelle ai sensi della norma UNI EN 994.
- In relazione all'ambiente di destinazione saranno richieste le seguenti caratteristiche di comportamento:
- comportamento alla sedia a rotelle, misurato secondo la norma UNI 80EN 985;
- tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio, misurato secondo la norma UNI 8014/12;
- numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area, misurato secondo la norma UNI 8014/13;
- forza di strappo dei fiocchetti, misurata secondo la norma UNI 8014/14;
- comportamento alla combustione, misurato secondo la norma UNI 7956;
- resistenza allo sporcamento, misurata secondo la norma UNI 8014/15;
- resistenza elettrica orizzontale (superficiale) e verticale (trasversale), misurate secondo la norma UNI 8014/16;
- resistenza alle variazioni dimensionali ed all'incurvamento per effetto della variazione delle condizioni di umidità e calore, misurata secondo la norma UNI EN 986.

I valori per l'accettazione saranno quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dal Direttore dei lavori.
I prodotti saranno forniti avvolti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, da agenti atmosferici ed altri agenti degradanti nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio informativo indicherà il nome del produttore, le caratteristiche elencate in b) e le istruzioni per la posa.

8 - Le mattonelle di asfalto.
Dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 e specificatamente per quanto riguarda le caratteristiche di:
- resistenza all'urto: ³ di 4 Nm (0,40 kgm);
- resistenza alla flessione: ³ di 0,03 N/mm2 (0,3 kg/cm2);
- coefficiente di usura per attrito radente (in cui si utilizza il Tribometro): £ di 15 mm per 1 km di percorso con una pressione di 0,03 N/mm2 (30 kg/cm2).

b) Dovranno inoltre rispondere alle seguenti norme:
- UNI EN 58, per il campionamento dei leganti bituminosi;
- UNI 3682, per le caratteristiche delle cartefeltro;
- UNI 4157, per il campionamento e le caratteristiche dei bitumi da spalmatura in relazione alla tipologia (per le relative prove vedere CNR BU 24, 35, 43, 48, 50, 54, 66, 67, 68, 72, 81, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 124 e UNI 4163);
- UNI 4382, per la determinazione degli asfalteni presenti nei bitumi.
- Sempre con riferimento al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234, verranno valutate le caratteristiche di:
- gelività: mancanza di incrinature o distacco di particelle dopo 20 cicli di gelo/disgelo (con temperature: di -10°e 35°, ciascuna mantenuta per 3 ore);
- improntabilità a caldo: impronta £ di 0,10 mm dopo pressione unitaria di 2,5 N/mm2 (25 kg/cm2) a 50°di temperatura.

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

9 – Pavimentazioni in metallo.
I prodotti di metallo per pavimentazioni dovranno rispondere alle prescrizioni indicate nelle norme UNI 4630 per le lamiere bugnate e UNI 3151 per le lamiere striate. 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.
Per i criteri di accettazione si fa riferimento al paragrafo 1.

10 – Pavimentazioni in conglomerato bituminoso
I conglomerati bituminosi per pavimentazioni esterne dovranno rispondere alle caratteristiche specificate dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradale - fascicolo n°7 del C.N.R.".
Per la campionatura, il riferimento è la norma CNR BU 61.
Per i criteri di accettazione si fa riferimento allo specifico articolo.

11 – Pavimentazioni del tipo sopraelevati

I prodotti costituenti i pavimenti sopraelevati, così come definiti nella norma UNI 10465, dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza e/o a complemento, dovrà essere verificato quanto segue, estratto dalla norma UNI 10466:

a) le caratteristiche dimensionali dei pannelli del pavimento sopraelevato, misurate secondo la norma UNI 10467/2, dovranno essere conformi alle tolleranze della classe A riportate nel prospetto seguente, mentre per i pannelli che dovranno essere installati con rivestimenti auto-adagianti potranno conformarsi ai valori di cui alla classe B del medesimo prospetto.

	classe A	classe B
Lunghezza dei lati	± 0,3 mm	± 0,5 mm
Ortogonalità dei lati	± 0,4 mm	± 0,6 mm
Rettilineità dei lati	± 0,3 mm	± 0,5 mm
Spessore	± 0,3 mm*	± 0,5 mm
Svergolamento	0,7 mm	0,9 mm
Incurvatura verticale dei lati	± 0,4 mm	± 0,6 mm
Sporgenza del bordo perimetrale rispetto alla superficie	0,3 mm	0,3 mm

* più la tolleranza dello spessore del rivestimento superiore

b) per le caratteristiche meccaniche dei singoli elementi qui di seguito distinti (significative al fine della comparazione, ma non per la valutazione del comportamento globale del modulo), sono ammesse le tolleranze seguenti::

b1) - per il pannello:

- flessione: il valore della freccia, misurato secondo la norma UNI 10467/4, deve essere £ a quello dichiarato dal produttore;
- flessione residua: il valore della freccia, misurato secondo la norma UNI 10467/4, deve essere £ a quello dichiarato dal produttore;
- impronta residua: l'impronta lasciata sulla superficie dal carico applicato, misurata secondo la norma UNI 10467/4, deve essere £ a 0,2 mm;
- carico di rottura: il valore per applicazione di un carico progressivo, misurato secondo la norma UNI 10467/4, deve essere £ a quello dichiarato dal produttore;

b2) - per la colonna:

- carico verticale assiale: la colonna, in funzione della prevista sollecitazione d'esercizio, secondo la norma UNI 10467/4, deve resistere per 5 minuti senza subire deformazioni permanenti o cedimenti strutturali ad un carico concentrato pari a 4 volte il carico previsto nel prospetto seguente che classifica la portanza;

Classe	Carico concentrato
Classe 1 - utilizzo con carichi leggeri	2,0 kN
Classe 2 - utilizzo con carichi medi	3,0 kN
Classe 3 - utilizzo con carichi pesanti	4,5 kN
Classe 4 - utilizzo con carichi speciali	*

* Valore da definirsi in sede di progetto, comunque > di 4,5 kN

b3) - per il traverso:

- flessione: il valore della freccia, misurato secondo la norma UNI 10467/4, deve essere £ a quello dichiarato dal produttore;

c) il pavimento sopraelevato deve garantire, attraverso la misurazione della resistenza elettrica secondo la norma UNI 10467/5, la dissipazione delle eventuali cariche elettrostatiche in almeno 4 delle 5 posizioni individuate sul pannello.

d) I criteri di accettazione sono quelli precisati nel paragrafo 8.1, tenuto anche conto delle indicazioni della norma UNI 10467/1; i valori saranno quelli dichiarati dal produttore ed accettati dal Direttore dei lavori.
e) I prodotti saranno forniti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, da agenti atmosferici ed altri agenti degradanti nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio informativo indicherà il nome del produttore, le caratteristiche elencate da *a)* a *c)*, e le istruzioni per la posa.

PRODOTTI PER COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA)

1 – Generalità
Si definiscono prodotti per coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari. Ai sensi della norma UNI 8178 sono definite coperture discontinue (a falda) quelle nelle quali l'elemento di tenuta assicura la tenuta all'acqua solo per valori della pendenza della superficie di copertura maggiore di un minimo, prevalentemente in funzione del materiale impiegato.
Per la progettazione di elementi di tenuta si fa riferimento alle istruzioni contenute nella UNI 9308/1.
Per la realizzazione delle coperture discontinue nel loro insieme, si rinvia al relativo articolo del presente capitolato, mentre per la terminologia generale si fa riferimento alle norme UNI 8089, 8090, 8091, 8178 e, per quanto di specifico concernente il campionamento ed i limiti di accettazione delle caratteristiche dei vari prodotti, alla norma UNI 8626, dalla quale sono estratte le indicazione sulla significatività delle caratteristiche riportate nel prospetto seguente. Esse sono distinte in quanto:
a) caratteristiche di elevata significatività in quanto caratterizzanti il prodotto (simbolo "+");
b) caratteristiche non caratterizzanti il prodotto, ma in grado di fornire utili indicazioni per il suo impiego o comportamento in opera (simbolo "•");
c) caratteristiche non significative o prove non eseguibili (simbolo "-").

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

CARATTERISTICA	***A***	***B***	***C***	***D***	***E***	***F***	***G***
Aspetto	+	+	+	+	+	+	+
Lunghezza	+	+	+	+	+	+	+
Larghezza	+	+	+	+	+	+	+
Spessore	-	-	+	+	+	+	+
Planarità	+	+	-	-	-	-	+
Ortometria/Rettilineità dei bordi	+	+	+	+	+	+	-
Profilo	-	-	+	+	+	-	-
Massa convenzionale	•	+	-	+	+	+	+
Permeabilità	+	-	-	-	-	-	-
Impermeabilità	-	+	+	-	-	+	+
Gelività (cicli alterni)	+	+	+	-	+	+	+
Gelività (con porosimetro)	+	-	-	-	-	-	-
Carico di rottura a flessione	+	+	+	+	+	-	+

A=Tegole di laterizio
B=Tegole di cemento
C=Lastre di fibro-cemento
D=Lastre e rotoli di poliestere

E=Lastre metalliche (protette e non
F=Tegole bituminose
G=Lastre di pietra ed ardesia

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.
Nel caso di contestazione, le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI citate di seguito.

2 – Tegole e coppi in laterizio
Le tegole e i coppi di laterizio per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, romana, ecc.).
I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza e/o a complemento, alle seguenti prescrizioni, derivate dalla norma UNI 8626, controllabili attraverso i metodi di prova indicati.

a) i difetti visibili, misurati secondo la norma UNI 8635/1, sono ammessi nei seguenti limiti:
- le fessure, non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
- le protuberanze e le scagliature, non devono avere diametro medio (media aritmetica delle dimensioni massima e minima dei diametri) > di 15 mm ed è ammessa soltanto una protuberanza di diametro medio tra 7 e 15 mm ogni 2 dm^2 di superficie proiettata;
- sbavature, tollerate purché permettano un corretto assemblaggio;

b) sulle dimensioni nominali e sulla forma geometrica, misurate secondo la norma UNI EN 1024, secondo le norme indicate, sono ammesse le seguenti tolleranze:
- lunghezza ± 3%, misurata secondo la norma UNI 8635/2;
- larghezza ± 3% per tegole e ± 8% per coppi, misurata secondo la norma UNI 8635/3;
- planarità (esclusi i coppi) Cp singolo < di 20 e Cp medio < di 10 rad/100m, misurata secondo la norma UNI 8635/5;
- ortometria (esclusi i coppi) ± 3% in orizzontale della lunghezza del lato considerato, misurata secondo la norma UNI 8635/6;

c) massa convenzionale ± 15%, misurata secondo la norma UNI 8635/8;
d) la permeabilità, misurata secondo la norma UNI EN 539-1;
e) resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI 8635/13, parzialmente modificata da UNI EN 538: carico di rottura F singola £ di 1000 N, media £ di 1500 N;
f) carico di rottura: valore singolo della forza F maggiore di 1000 N e valore medio maggiore di 1500 N;
g) gelività:
- con cicli alternati, da verificare conseguentemente alla prova di flessione e misurata secondo la norma UNI 8635/11, F singola > di 1000 N;
- con porosimetro, misurata secondo la norma UNI 8635/12, è accettata con diametro critico > di 1,8mm, prevede un ciclo supplementare di gelo-disgelo se il diametro critico è compreso tra 0,5 e 1,8mm ed è rifiutata se il diametro critico risulta < di 0,5m;

h) h) per l'impermeabilità vedere la norma UNI EN 539/1;
i) i) i criteri di accettazione sono quelli del paragrafo 9.1.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallet, legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.
Gli imballi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo riportante almeno il nome del fornitore e le caratteristiche dei commi da a) a i) ed eventuali istruzioni complementari per la posa.

3 – Tegole in calcestruzzo
Le tegole di calcestruzzo per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (portoghese, olandese, ecc.), differenziandosi tra tegole "ad incastro" e "senza incastro".
I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza e/o a completamento, alle seguenti prescrizioni, derivate dalla norma UNI 8626, UNI EN 490 e UNI EN 491 controllabili attraverso i metodi di prova indicati.

a) i difetti visibili, misurati secondo la norma UNI 8635/1, sono ammessi nei seguenti limiti:
- le fessure non sono ammesse;

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

b) sulle dimensioni nominali e sulla forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze:
- lunghezza ± 1,5%, misurata secondo la norma UNI 8635/2, parzialmente modificata dalla norma UNI EN 491;
- larghezza ± 1%, misurata secondo la norma UNI 8635/3, parzialmente modificata dalla norma UNI EN 491;
- altre dimensioni dichiarate ± 1,6%;
- ortometria: tolleranza orizzontale ± 1,6% del lato maggiore, misurata secondo la norma UNI 8635/6, parzialmente modificata dalla norma UNI EN 491;

c) sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del ± 10%, misurata secondo la norma UNI 8635/8, parzialmente modificata dalla norma UNI EN 491;

d) l'impermeabilità, misurata secondo la norma UNI 8635/10, parzialmente modificata dalla norma UNI EN 491, non deve permettere la caduta di gocce d'acqua dall'intradosso, dopo 24 ore;

e) dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere ^{3} a 1800 N su campioni maturati 28 giorni, misurata secondo la norma UNI 8635/11, parzialmente modificata dalla norma UNI EN 491;

f) la resistenza a rottura F del singolo elemento, misurata secondo la norma UNI 8635/13, modificata dalla norma UNI EN 491, deve essere sup. a 1600 N dopo 7 giorni di maturazione ed a 1800 N dopo 28 giorni; la media deve essere maggiore od uguale a 1500 N;

g) i criteri di accettazione sono quelli del paragrafo 9.1.

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

4 - Le lastre di fibro-cemento.

Ai sensi della Legge 27 marzo 1992, n. 257, così come modificata dalla Legge 24 aprile 1998, n. 128 ed ampliata dal Decreto del Ministero della Sanità del 20 agosto 1999, i prodotti contenenti amianto ed in particolare lastre piane od ondulate di grande formato, nonché tubi e canalizzazioni per il trasporto e lo stoccaggio di fluidi, non possono essere utilizzati, nè lavorati (vedere anche il D.L. 15 agosto 1991, n. 277, così come modificato dalla citata Legge).

Le lastre possono essere dei tipi seguenti:
- lastre piane a base di fibro-cemento e silico-calcare, fibro-cemento, cellulosa, fibro-cemento/silico calcare rinforzati (vedere Norma UNI 8626, parzialmente modificata da UNI EN 492);
- lastre ondulate a base di fibro-cemento, aventi sezione trasversale formata da ondulazioni approssimativamente sinusoidali, con sezione traslata lungo un piano o lungo un arco di cerchio (vedere Norma UNI 8626);
- lastre nervate a base di fibro-cemento, aventi sezione trasversale grecata o caratterizzata da tratti piani e tratti sagomati (vedere Norma UNI 8626, parzialmente modificata da UNI EN 494).

I criteri di controllo sono quelli indicati precedentemente.

1) Le lastre piane devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed, in mancanza e/o ad integrazione, alle seguenti:

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

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

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

d) caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione):
- tipo 1: 13 N/mm2 minimo con sollecitazione lungo le fibre e 15 N/mm2 minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;
- tipo 2: 20 N/mm2 minimo con sollecitazione lungo le fibre e 16 N/mm2 minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;

e) massa volumica apparente:
- tipo 1: 1,3 g/cm3 minimo;
- tipo 2: 1,7 g/cm3 minimo;

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

g) resistenza alla temperatura di 120 °C per 2 ore con decadimento della resistenza a flessione non maggiore del 10%.

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

a) facce destinate all'esposizione alle intemperie: lisce, bordi diritti, taglio netto e ben squadrato ed entro i limiti di tolleranza;
b) caratteristiche dimensionali e tolleranze di forma secondo quanto dichiarato dal fabbricante ed accettato dalla Direzione dei lavori;
c) tenuta all'acqua, come indicato nel precedente paragrafo 1);
d) resistenza a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori;
e) resistenza al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di 20 °C seguiti da permanenza in frigo a -20 °C, non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;
f) la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm3.

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

3) Le lastre nervate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto e, in mancanza o ad integrazione, a quelle indicate nel paragrafo 2).
Quale base di riferimento per la specificazione e la valutazione dell'idoneità all'impiego dei prodotti in fibro-cemento senza amianto verranno assunte le regole di qualità di cui alla Guida Tecnica UEAtc per la valutazione della durabilità di prodotti sottili in cemento fibrorinforzato senza amianto impiegati all'esterno (ICITE-CNR), ed i relativi metodi di verifica.

5 - Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata si intendono definite e classificate secondo le norme UNI vigenti.
I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza e/o completamento, alle seguenti prescrizioni:

a) le lastre profilate traslucide di materia plastica per coperture a parete singola, indipendentemente dal materiale usato e dal tipo di edificio, devono rispondere alla norma UNI EN 1013/1. I requisiti dei materiali sono definiti nelle parti specifiche della norma ecosì pure i metodi di prova (questi ultimi in particolare sono descritti nella UNI EN 1013/3);
b) le lastre di polistirene devono essere conformi alla norma UNI 7073;
c) le lastre di polimetilmetacrilato devono essere conformi alle norme UNI EN ISO 7823/1 (se colate) e 7074/2 (se estruse-calandrate);
d) i criteri di accettazione sono quelli indicati precedentemente.

6 - Le lastre di metallo ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo la usuale terminologia commerciale e, dal punto di vista descrittivo, classificati così come nella norma UNI 9029. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza e/o a complemento, alle seguenti caratteristiche:

e) a) i prodotti completamente supportati: tolleranze rispetto alle dimensioni e allo spessore , resistenza al punzonamento, resistenza al piegamento a 360°; r esistenza alla corrosione; resistenza a trazione N/mm2.
f) Le caratteristiche predette saranno quelle riferite al prodotto in lamina prima della lavorazione. Gli effetti estetici e i difetti saranno valutati in relazione alla collocazione dell'edificio;
g) b) i prodotti auto-portanti (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 indicati precedentemente 1. In caso di contestazione si fa riferimento alle norme UNI vigenti (nel caso siano in lamiera di zinco non auto-portante alla norma UNI EN 501).
La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

7 - Le tegole bituminose dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza a flessione, resistenza all'urto, resistenza al gelo e disgelo, comportamento agli aggressivi inquinanti entro i limiti prescritti dal progetto o dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori, con riferimento a quanto riportato in merito alle

tolleranze ammesse nella norma UNI 8626.
Le specifiche delle tegole bituminose con supporti minerali e sintetici sono riportate nella norma UNI EN 544.
I criteri di accettazione sono quelli indicati nel paragrafo 47.1. La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

8 - I prodotti di pietra e di ardesia dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza a flessione, resistenza all'urto, resistenza al gelo e disgelo, comportamento agli aggressivi inquinanti entro i limiti prescritti dal progetto o dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori, con riferimento a quanto riportato in merito alle tolleranze ammesse nella norma UNI 8626.
I criteri di accettazione sono quelli indicati nel paragrafo 9.1. La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E PER COPERTURE PIANE

1 - I prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane, così come rispettivamente definito nelle norme UNI 8178 e 8202 (parti 1-35), e secondo le rispettive classificazioni contenute nelle norme UNI 8629/1 e 8818, si presentano sotto forma di:
- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale), fino a formare in opera una membrana continua.

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

b) I prodotti forniti in contenitori si designano descrittivamente come segue:
1) mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
2) asfalti colati;
3) malte asfaltiche;
4) prodotti termoplastici;
5) soluzioni in solvente di bitume;
6) emulsioni acquose di bitume;
7) prodotti a base di polimeri organici.

c) I prodotti vengono considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli Articoli relativi alla posa in opera.
Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

2 - Le membrane per coperture di edifici, in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (ad esempio, in quanto estratto dalla norma UNI 8627: 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/o a complemento, alle seguenti prescrizioni, verificabili attraverso le specifiche prove di cui nelle norme UNI 8629/2 e parti seguenti.
a) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare:
- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;

- invecchiamento termico in acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente a trazione ed avere adeguata impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alle norme UNI 9380/1 e 9380/2 oppure, per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori. (Le membrane rispondenti alle varie parti della norma UNI 8629, per le caratteristiche sopracitate sono valide anche per questo impiego).

b) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione del vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare alle seguenti prescrizioni, verificabili attraverso le specifiche prove di cui nelle norme UNI 8629/2 e parti seguenti:

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

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alle norme UNI 9168/1 e 9168/2 oppure, per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e 8629, per le caratteristiche sopracitate, sono valide anche per questo impiego.

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

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

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

Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e 8629, per le caratteristiche precisate, sono valide anche per questo impiego.

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

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza alla trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

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

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

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

- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti) oppure, per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.
Quale base di riferimento per la specificazione e la valutazione dell'idoneità all'impiego delle membrane fissate meccanicamente verranno assunte le regole di qualità di cui alla Guida Tecnica UEAtc per l'Agrément dei rivestimenti di impermeabilizzazione di coperture fissate meccanicamente (ICITE-CNR), ed i relativi metodi di verifica.
3 - Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri, elencate nel seguente comma *a)* ed utilizzate per impermeabilizzazione delle opere elencate nel seguente comma *b),* devono rispondere alle prescrizioni elencate nel successivo comma *c)*.
I criteri di accettazione sono quelli indicati nel paragrafo 10.1 comma *c)*.
a) I tipi di membrane considerati sono:

- Membrane in materiale elastomerico senza armatura. Assunto che 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 subìto un processo di reticolazione (per esempio: gomma vulcanizzata).
- Membrane in materiale elastomerico dotate di armatura.
- Membrane in materiale plastomerico flessibile senza 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 subìto alcun processo di reticolazione (per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate)].
- Membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura.
- Membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio: polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene).
- Membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio: polietilene clorosolfanato) dotate di armatura.
- Membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta; in questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.

b) Classi di utilizzo.

Classe A membrane adatte per condizioni 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 non (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. In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che, nell'esperienza progettuale e/o applicativa, risultano di importanza preminente o che per Legge devono essere considerati tali.
c) Le membrane di cui al comma *a)* sono valide per gli impieghi di cui al comma *b)* purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898.

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

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

4.1 - I bitumi da spalmatura per impermeabilizzazione (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per diversi tipi, alle prescrizioni della norma UNI 4157.

4.2 - Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alle norme UNI 5660 e 5660 FA-227. I metodi di prova sono descritti nelle UNI 5661, 5661 FA 228, 5662, 5662 FA 229. In particolare per la tenuta all'acqua si fa riferimento alle norme UNI 5664 e 5664 FA 231.

4.3 - Gli asfalti colati per impermeabilizzazione devono rispondere alle norme UNI 5654 e 5654 FA-191. Per la determinazione dell'impermeabilità all'acqua si procede secondo le UNI 5658 e 5658 FA 225.

4.4 - Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alle norme UNI 4377 e 4377 FA-233, parzialmente sostituite dalle norme UNI 4398/1, 4398/4 e 4398/5.

4.5 - Il mastice di asfalto sintetico, per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati, deve rispondere alle norme UNI 4378 e 4378 FA-234.

4.6 - 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 valutati in base alle caratteristiche seguenti ed i valori devono soddisfare i limiti riportati. Quando non sono riportati i limiti che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori.

a) I criteri di accettazione del prodotto in barattolo (prima dell'applicazione) sono quelli indicati nel paragrafo 10.1 comma *c)* e rispondenti alle norme UNI 9527, 9528, 9527 FA-1-92 e 9528 FA-1-92.

b) Le caratteristiche di comportamento da verificare in opera o su campioni significativi di quanto realizzato in opera secondo le norme UNI 9529, 9529 FA-1-92, 9530, 9530 FA-1-92, 9531, 9531 FA-1-92, 9532, 9532 FA-1-92, 9533 e 9533 FA-1-92.

PRODOTTI DI VETRO (LASTRE, PROFILATI AD U E VETRI PRESSATI)

1 - I prodotti di vetro sono quelli ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro.
Si dividono nelle seguenti categorie: lastre piane, vetri pressati, prodotti di seconda lavorazione.
Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi, si fa riferimento alle norme UNI EN 572/1, 572/2, 572/3, 572/4, 572/5, 572/6 e 572/7. In particolare, per la lavorazione del bordo di vetri in lastre ci si riferisce alla UNI 6028.
I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della loro fornitura.
Le modalità di posa sono trattate nel relativo articolo del presente capitolato.
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.

2 - I vetri piani grezzi sono quelli colati e laminati grezzi ed anche i cristalli grezzi traslucidi, incolori (cosiddetti bianchi), eventualmente armati.
Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.
I valori di resistenza e di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte (vedere rispettivamente le norme UNI 7143, 7144 e 7170, UNI EN 673 per il calcolo della trasmittenza temica); il fornitore comunicherà i valori, se richiesti.

3 - I vetri piani lucidi tirati sono incolori e si ottengono per tiratura meccanica della massa fusa, che presenta sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate, non avendo subito lavorazioni di superficie. Essi fanno riferimento alla UNI EN 572/2.
Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.
I valori di resistenza e di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte (vedere rispettivamente le norme UNI 7143, 7144 e 7170); il fornitore comunicherà i valori, se richiesti.

4 - I vetri piani trasparenti float sono chiari o colorati e si ottengono per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.
Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.
I valori di resistenza e di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni

prescritte (vedere rispettivamente le norme UNI 7143, 7144 e 7170); il fornitore comunicherà i valori, se richiesti.

5 - I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente, in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti.
Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.
Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7142 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione.
I valori di resistenza e di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte (vedere rispettivamente le norme UNI 7143, 7144 e 7170); il fornitore comunicherà i valori, se richiesti.

6 - I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi od altro, in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati (vedere norme UNI 10593/1, 10593/2, 10593/3 e 10593/4).
Le loro dimensioni, il numero e il tipo delle lastre saranno quelli indicati nel progetto.
Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7171 che definisce anche i metodi di controllo da adottare in caso di contestazione.
I valori di resistenza e di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte (vedere rispettivamente le norme UNI 7143, 7144 e 7170); il fornitore comunicherà i valori, se richiesti.

7 - I vetri piani stratificati sono quelli, formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica, che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie.
Il loro spessore varia in base al numero ed allo spessore delle lastre costituenti.
In funzione della loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche, ai sensi della norma UNI 7172 si dividono come segue:
- stratificati per sicurezza semplice;
- stratificati antivandalismo;
- stratificati anticrimine;
- stratificati antiproiettile.

Le dimensioni, il numero e il tipo delle lastre saranno quelli indicati nel progetto.
Per le altre caratteristiche si fa riferimento alle norme seguenti:
a) i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma UNI 7172;
b) i vetri piani stratificati antivandalismo ed anticrimine devono rispondere, rispettivamente alla norma UNI 7172 e alla norma UNI 9186;
c) i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma UNI 9187.
I valori di resistenza e di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte (vedere rispettivamente le norme UNI 7143, 7144 e 7170); il fornitore comunicherà i valori, se richiesti.

8 - I vetri piani profilati ad U sono vetri grezzi colati prodotti sotto forma di barre con sezione ad U, con la superficie liscia o lavorata, e traslucida alla visione.
Possono essere del tipo ricotto (normale) o temprato, armati o non armati.
Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche valgono le prescrizioni della norma UNI EN 572/7, che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

9 - I vetri pressati per vetrocemento armato possono essere a forma cava od a forma di camera d'aria.
Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche vale quanto indicato nella norma UNI 7440, che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

10 - I vetri a prodotti di base speciali, ed in particolare i vetri borosilicati fanno riferimento alla UNI EN 1748/1. Le caratteristiche dei vetri ceramici sono descritte nella UNI EN 1748/2.

SIGILLANTI, ADESIVI, GEOTESSILI

Tutti i prodotti descritti di seguito vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.
Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti (ad esempio vedere le norme UNI EN 27389, 27390, 27390 FA1-91, 28339, 28339 FA1-91, 28340 e 28394.

1 - 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. Le caratteristiche generali ed i metodi di prova per questi materiali sono descritti nella UNI EN 29046.
Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli Articoli relativi alla destinazione d'uso, essi 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 loro funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.
Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde alle indicazioni del progetto od alle norme UNI 9610, 9611, UNI EN ISO 10563, UNI EN ISO 10590, UNI EN ISO 10591, UNI EN ISO 11432, UNI EN ISO 9047.
In mancanza di attestati di conformità si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

2 - 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, terroso, legnoso, ecc.).
Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.
Oltre a quanto specificato nel progetto o negli Articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono i prodotti forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:
- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichi la loro funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.
Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.
In particolare per gli adesivi per legno (ad uso non strutturale) sono classificati nella norma UNI EN 204, ed i relativi metodi di prova sono descritti nella UNI EN 205.

3 - Geotessili.
Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtraggio e di drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture. I geotessili vengono identificati nella norma UNI EN 30320 e la relativa procedura di campionamento è descritta nella UNI EN 963.
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), chimico (impregnazione), oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.
Quando non è specificato nel progetto, o negli Articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti

rispondenti alle seguenti caratteristiche secondo i modelli di controllo riportati nelle norme:
UNI 8279/1, 8279/1 FA1-91, 8279/3, 8779/4, 8279/5, 8279/6, 8279/7, 8279/11, 8279/12, 8279/13, 8279/14, 8279/15, 8279/16, 8279/17, 8639, parzialmente sostituita dalla UNI EN 29073/3, UNI EN 964/1, 965 e UNI 8986.
I metodi di prova sono descritti nelle UNI EN 918, 964/1, 965 nelle UNI EN ISO 9863/2, 10319, 10321, 12236 e nelle UNI ENV 1224,1225,1226 e 1897.
Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).
Per i nontessuti dovrà essere precisato almeno:
- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori prima dell'impiego.
Nello specchio seguente vengono riepilogate, in relazione alla natura chimica dei polimeri impiegati, le principali caratteristiche dei geotessili:

Materie prime Caratteristiche tecniche	poliestere	polipropilene
- densità: g/cm 3	1,38	0,90
- punto di rammollimento: K	503-523	413,00
- punto di fusione: K	533-538	443-448
- punto d'umidità: % a 65% di umidità relativa	0,40	0,04

I geotessili dovranno, non avere superficie liscia, essere imputrescibili ed atossici, resistenti ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione dei microrganiscmi, essere antinquinanti ed isotropi.
Dovranno essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità d'impiego.

INFISSI

1 - Gli infissi sono gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose, nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.
Si dividono in elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e in serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi, inoltre, si dividono, in relazione alla loro funzione, in porte, finestre e schermi.
Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali, si fa riferimento alle norme UNI 8369/1, 8369/3, 8369/4, 8369/5 e 8370 per quanto concerne la classificazione dei movimenti di apertura delle ante.
I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nel capitolo specifico.
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.

2 - Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, nelle dimensioni e con i materiali indicati nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limite) devono comunque nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) conformarsi alle indicazioni di cui alla norma UNI 7979 ed in particolare resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti e 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) il controllo dei materiali costituenti il telaio, il vetro, gli elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più

eventuali accessori, e delle caratteristiche costruttive e di lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, esatta esecuzione dei giunti, ecc.;
b) l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc. (vedere il paragrafo specifico*)*; di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.
Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti (vedere il paragrafo specifico).

3 - I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni essi devono essere realizzati nel loro insieme, in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e agli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc. definite in progetto; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.
a) Il Direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta, il telaio, e dei loro trattamenti preservanti e dei rivestimenti; mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti e degli accessori; mediante il controllo delle loro 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.
b) Il Direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche o, in mancanza, a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori.
In particolare per le chiusure esterne, così come definite nelle norme UNI 8369/3 e 9283, e con riferimento ai metodi di cui nelle norme UNI 7521, 7525:

1) Finestre/portefinestre
- isolamento acustico secondo la norma UNI 8204;
- tenuta all'acqua e all'aria e resistenza al vento misurata secondo le norme UNI EN 42, 77, 86 e UNI 7979;
- resistenza meccanica secondo le norme UNI 9158, 9158 FA1-94 ed UNI EN 107;
- trasmittanza termica secondo la norma UNI 10345.

Quale base di riferimento per la specificazione e la valutazione dell'idoneità all'impiego delle finestre energeticamente migliorate verranno assunte le regole di qualità di cui alla Guida Tecnica UEAtc per l'Agrément delle finestre con profilati metallici a prestazioni termiche migliorate (ICITE-CNR), ed i relativi metodi di verifica.

2) Porte esterne
- tolleranze dimensionali e spessore misurate secondo la norma UNI EN 25;
- planarità misurata secondo la norma UNI EN 24;
- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento misurata secondo le norme UNI EN 42, 77, 86 e UNI 7979;
- resistenza delle ante fra due climi differenti misurata secondo la norma UNI EN 79;.
- resistenza antintrusione secondo la norma UNI 9569;
- resistenza al fuoco secondo i Decreti del ministero dell'Interno del 14 dicembre 1993, 16 febbraio 1998 e 24 Gennaio 1999. Sono di riferimento anche le norme UNI 9723 e 9723: 1990/A1.

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.
Analogamente per le partizioni interne, così come definite nelle norme UNI 7962 e 8894, e per le porte, classificate secondo la norma UNI 7961:

3) Porte interne
- tolleranze dimensionali e spessore misurate secondo la norma UNI EN 25;
- planarità misurata secondo la norma UNI EN 24;
- deformazione dell'anta misurata secondo la norma UNI EN 108 e 129;

- resistenza all'urto corpo molle e duro misurate rispettivamente secondo le norme UNI 8200 e UNI EN 85
- resistenza al fuoco misurata secondo le norme UNI 9723 e 9723: 1990/A1
- resistenza al calore per irraggiamento misurata secondo la norma UNI 8328
- resistenza delle ante alle variazioni di umidità misurata secondo la norma UNI EN 43.

4 - Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante (così come definiti nella norma UNI 8369/4) dovranno essere realizzati nella forma, nelle dimensioni e con il materiale indicati nei disegni di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, lo schermo deve comunque resistere nel suo insieme alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) ed agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il suo funzionamento.
a) Il Direttore dei lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e dei loro rivestimenti, mediante il controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o organi di manovra e mediante la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente dimensioni delle sezioni resistenti, conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e durabilità agli agenti atmosferici.
b) Il Direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica e comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampade solari; camere climatiche, ecc.).
L'attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

5 - I prodotti per giunti tra pareti perimetrali ed infissi esterni, così come definiti nella norma UNI 8369/5, dovranno essere realizzati nella forma, nelle dimensioni e con il materiale indicati nei disegni di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, dovranno comunque resistere nel loro insieme alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) ed agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il loro funzionamento.
a) Il Direttore dei lavori dovrà procedere all'accettazione degli prodotti di giunzione mediante il controllo dei materiali che li costituiscono e mediante la verifica delle caratteristiche costruttive degli stessi nelle varie ipotesi e condizioni di utilizzo e giustapposizione, 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 e su quelle che garantiscono le condizioni di continuità tra gli elementi congiunti.
b) Il Direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica e comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampade solari; camere climatiche, ecc.).
L'attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione, particolarmente per quanto concerne la corretta posa.

6 - I dispositivi di sicurezza per le porte, quali dispositivi antipanico con funzionamento a barra, a maniglia, a leva o a piastra a spinta, fermaporta elettromagnetici per porte girevoli o dispositivi di chiusura controllata, dovranno essere realizzati rispettivamente secondo le UNI EN 1125, UNI EN179, UNI EN 1155, UNI EN 1154.

PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI
(pistrelle, intonaci, vernici, ecc.)

1 - Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (di pareti, facciate) ed orizzontali (estradossi solai, controsoffitti) dell'edificio.
I prodotti si distinguono:
a) secondo il loro stato fisico
- rigidi (rivestimenti in pietra , ceramica, vetro, alluminio, gesso, ecc.);
- flessibili (carte da parati, tessuti da parati, ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci, vernicianti, rivestimenti plastici, ecc.);
b) secondo la loro collocazione
- per esterno;

- per interno;
c) secondo la loro collocazione nel sistema di rivestimento
- di fondo;
- intermedi;
- di finitura.
Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate e generalmente indicate nella norma UNI 8012.

2 - Prodotti rigidi.
a) Per le piastrelle di ceramica vale quanto riportato nell'articolo "pavimentazioni", tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.
b) Per le lastre di pietra vale quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione del progetto valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'Articolo relativo ai prodotti di pietra integrati dalle prescrizioni fornite, e nell'Articolo relativo ai prodotti per pavimentazioni di pietra (in particolare, per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio). Sono comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione.
c) Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto. Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti, aggressivi, ecc.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte 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.
Essi, inoltre, saranno predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.
Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc., le caratteristiche di resistenza alla usura, ai viraggi di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.
La forma e la costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo i fenomeni di vibrazione e di produzione di rumore, tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.
d) Per le lastre di gesso rinforzato (cartongesso), si rinvia all'Articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne.
e) Per le lastre di fibro-cemento si rimanda alle prescrizioni fornite nell'Articolo relativo ai prodotti per coperture discontinue.
f) Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali fornite nell'Articolo relativo ai 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.
In via orientativa valgono le prescrizioni della norma UNI 8981 del 1999 (varie parti).
Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima, si devono 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.

3 - Prodotti flessibili.
a) Le carte da parati, così come definite nelle norme UNI EN 233 e UNI EN 235, devono rispettare le tolleranze dimensionali dell'1,5 % su 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, gli allineamenti (o sfalsatura) dei disegni, l'inversione dei singoli teli, ecc.
b) I tessili per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel precedente paragrafo *a)* con adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità per la posa a tensione.
Per entrambe le categorie (carta e tessili) la rispondenza alle norme UNI EN ISO 233, 234, 259 e 266 è considerata rispondenza alle prescrizioni del presente Articolo.

4 - Prodotti fluidi od in pasta.

a) - Intonaci

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce-cemento-gesso), da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) e, eventualmente, da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

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

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

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

b) Vernici, pitture e coloranti

I prodotti vernicianti sono 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 nella 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 (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- avere resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

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

I dati si intendono presentati secondo le norme UNI 8757, 8759 e 8760 ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme UNI.

Per prodotti e cicli di verniciatura per opere murarie esterne e calcestruzzo il riferimento è la norma UNI EN 1062/1.

Per prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni il riferimento è la norma UNI EN 927/1.

PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO

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

I materiali di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione per le caratteristiche la procedura di prelievo dei campioni, delle prove e della valutazione dei risultati sarà quella indicata nelle norme UNI EN 822, 823, 824, 825 (e successive in preparazione) e, in loro mancanza, quella della letteratura tecnica.

I materiali isolanti sono di seguito classificati.

A) *Materiali fabbricati in stabilimento* (blocchi, pannelli, lastre, feltri ecc.).

1) *Materiali cellulari*
   - composizione chimica organica: plastici alveolari;
   - composizione chimica inorganica: vetro cellulare, calcestruzzo alveolare autoclavato;
   - composizione chimica mista: plastici cellulari con perle di vetro espanso.
2) *Materiali fibrosi*
   - - composizione chimica organica: fibre di legno;
   - - composizione chimica inorganica: fibre minerali.
3) *Materiali compatti*
   - - composizione chimica organica: plastici compatti;
   - - composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
   - - composizione chimica mista: agglomerati di legno.
4) *Combinazione di materiali di diversa struttura*
   - - composizione chimica inorganica: composti «fibre minerali-perlite», calcestruzzi leggeri;
   - - composizione chimica mista: composti perlite-fibre di cellulosa, calcestruzzi di perle di polistirene espanso.
5) *Materiali multistrato*
   - - composizione chimica organica: plastici alveolari con paramenti organici;
   - - composizione chimica inorganica: argille espanse con paramenti di calcestruzzo, lastre di gesso associate a strato di fibre minerali;
   - - composizione chimica mista: plastici alveolari rivestiti di calcestruzzo.

I prodotti stratificati devono essere classificati nel gruppo A5. Tuttavia, se il contributo alla proprietà di isolamento termico apportato da un rivestimento è minimo e se il rivestimento stesso è necessario per la manipolazione del prodotto, questo è da classificare nei gruppi da A1 ad A4.
Ai sensi della Legge 27 marzo 1992, n. 257 i prodotti contenenti amianto ed in particolare lastre piane od ondulate di grande formato, nonché tubi e canalizzazioni per il trasporto e lo stoccaggio di fluidi, non possono essere utilizzati, nè lavorati (vedere anche il D.L. 15 agosto 1991, n. 277, così come modificato dalla citata Legge).

B) *Materiali iniettati, stampati o applicati in opera mediante spruzzatura.*
1) Materiali cellulari applicati sotto forma di liquido o di pasta
   - - composizione chimica organica: schiume poliuretaniche, schiume di ureaformaldeide;
   - - composizione chimica inorganica: calcestruzzo cellulare.
2) Materiali fibrosi applicati sotto forma di liquido o di pasta
   - - composizione chimica inorganica: fibre minerali proiettate in opera.
3) Materiali pieni applicati sotto forma di liquido o di pasta
   - - composizione chimica organica: plastici compatti;
   - - composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
   - - composizione chimica mista: asfalto.
4) Combinazione di materiali di diversa struttura
   - - composizione chimica inorganica: calcestruzzo di aggregati leggeri;
   - - composizione chimica mista: calcestruzzo con inclusione di perle di polistirene espanso.
5) Materiali alla rinfusa
   - - composizione chimica organica: perle di polistirene espanso;
   - - composizione chimica inorganica: lana minerale in fiocchi, perlite;
   - - composizione chimica mista: perlite bitumata.

2 - Per tutti i materiali isolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:
a) dimensioni: lunghezza, larghezza, 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;
b) massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nelle norme UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori;
c) resistenza termica specifica: deve essere entro i limiti previsti da documenti progettuali (calcolo in base alla Legge 16 gennaio 1991, n. 10 e successive modificazioni e/o integrazioni) ed espressi secondo i criteri indicati nelle norme UNI 7357, 7357 FA-1, 7357 FA-2, 7357 FA-3.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

3 - Per i materiali isolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. Il Direttore dei lavori può attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.
In particolare, per i sistemi di isolamento esterno delle facciate con intonaco sottile su isolante, cosiddetti "a cappotto", quale base di riferimento per la specificazione e la valutazione dell'idoneità all'impiego di tale sistema verranno assunte le regole di qualità di cui alle Direttive Comuni UEAtc per l'Agrément dei sistemi di componenti prefabbricati di isolamento termico esterno delle facciate e dei sistemi di isolamento esterno delle facciate con intonaco sottile su isolante in polistirolo espanso (ICITE-CNR), ed i relativi metodi di verifica.

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

CARATTERISTICA	UNITÀ MISURA	DESTINAZIONE D'USO			
		A	B	C	D
		VALORI RICHIESTI			
Comportamento all'acqua					
- assorbimento d'acqua per capillarità	%	*	*	*	*
- assorbimento d'acqua per immersione	%	*	*	*	*
- resistenza gelo e disgelo	cicli	*	*	*	*
- permeabilità vapore d'acqua	μ	*	*	*	*
Caratteristiche meccaniche:					
- resistenza a compressione a carichi di lunga durata	N/mm^2	*	*	*	*
- resistenza a taglio parallelo alle facce	N	*	*	*	*
- resistenza a flessione	N	*	*	*	*
- resistenza al punzonamento	N	*	*	*	*
- resistenza al costipamento	N	*	*	*	*
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 per alcune caratteristiche, la Direzione dei lavori accetta quelli proposti dal fornitore; i metodi di controllo sono quelli definiti nelle norme UNI. Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

PRODOTTI PER PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE

1 - I prodotti per pareti esterne e partizioni interne sono utilizzati per realizzare i principali strati funzionali di queste parti di edificio.
Per la realizzazione delle pareti esterne e partizioni interne si rinvia al relativo articole del presente Capitolato.
I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione, la procedura di prelievo dei campioni e le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelle indicate nelle

norme UNI 7959, 8087, 8201, 8326, 8327, 8369/2, 8369/5, 8979, 9269 e UNI EN 1559/1, 159/3 e, in mancanza di queste, quelle descritte nella letteratura tecnica.

2 - I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale, ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni, devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, a loro completamento, alle seguenti:
a) gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale od alleggerito devono rispondere alle norme UNI 8942/1 e UNI 8942/2;
b) gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella norma UNI 8942/2 (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea), i limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto e, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei lavori;
c) gli elementi di calcio silicato, pietra ricostruita e 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 e flessione; caratteristiche di comportamento all'acqua ed al gelo (imbibizione, assorbimento d'acqua, ecc.).
I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto e, in loro mancanza, saranno quelli dichiarati dal fornitore ed approvati dalla Direzione dei lavori.

3 - I prodotti ed i componenti per facciate continue dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto e, 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 ed a quelle 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 i loro trattamenti superficiali, per i vetri, i pannelli di legno, di metallo o di plastica e per gli altri componenti, viene considerata automaticamente soddisfacimento delle prescrizioni sopraddette cui si riferisce.

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

5 - I prodotti a base di gesso rinforzato (cartongesso) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in loro 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. Per lastre in gesso rivestito le definizioni, i requisiti e i metodi di prova sono descritti nella UNI 10718.
I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei lavori.

6 – I pannelli compositi con anima di poliuretano espanso o altre materie plastiche cellulari devono rispondere alla UNI 10386.

7 – Le partizioni interne mobili debbono avere caratteristiche conformi ai requisiti descritti nelle UNI 10700 e 10820.

PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO

1 - Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa. Questa proprietà è valutata con il coefficiente di assorbimento acustico «a», definito dall'espressione:

$$a = \frac{W_a}{W_i}$$

dove: W_i è l'energia sonora incidente;

W_a è l'energia sonora assorbita.

Il livello di assorbimento acustico di tutti i materiali definiti assorbitori acustici deve essere valutato secondo la norma UNI ISO 11654.

2 - Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dallo spessore.
I materiali fonoassorbenti si classificano secondo lo schema di seguito riportato.

a) Materiali fibrosi:

1) Minerali (fibra di vetro, fibra di roccia) (vedere norma UNI 5958);
2) Vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari, sughero) (vedere norme UNI ISO 2509 e 2510).

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.

3 - Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:
- lunghezza - larghezza - 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 nelle norme UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori;
- coefficiente di assorbimento acustico, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI EN 20354, e valutato secondo UNI IEN ISO 11654 rispondente ai valori prescritti nel progetto o, in loro 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 (misurata secondo la norma ISO 29053);
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a 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 e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica.

4 - Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione dei lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

5 - Entrambe le categorie di materiali fonoassorbenti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di

idoneità all'impiego, tra quelle della seguente tabella, in relazione alla loro destinazione d'uso (pareti, coperture, controsoffittature, pavimenti, ecc.).

CARATTERISTICA	UNITÀ MISURA	DESTINAZIONE D'USO A	B	C	D
		VALORI RICHIESTI			
Comportamento all'acqua					
- assorbimento d'acqua per capillarità	%	*	*	*	*
- assorbimento d'acqua per immersione	%	*	*	*	*
- resistenza gelo e disgelo	cicli	*	*	*	*
- permeabilità vapore d'acqua	μ	*	*	*	*
Caratteristiche meccaniche:					
- resistenza a compressione a carichi di lunga durata	N/mm^2	*	*	*	*
- resistenza a taglio parallelo alle facce	N	*	*	*	*
- resistenza a flessione	N	*	*	*	*
- resistenza al punzonamento	N	*	*	*	*
- resistenza al costipamento	N	*	*	*	*
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 per alcune caratteristiche, valgono quelli dichiarati 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 e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica. Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO

1 - Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa.
Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante «R» definito dalla seguente formula:

$$R = \log \frac{W_i}{W_t}$$

dove: W_i è l'energia sonora incidente;
W_t è l'energia sonora trasmessa.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia possiedono proprietà fonoisolanti. Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica.
Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formati da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste opere dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e dalla qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento e dall'eventuale presenza di un'intercapedine d'aria.
Per quanto concerne la valutazione dell'isolamento acustico per via aerea in edifici e di elementi di edifici, così come quella dell'isolamento del rumore di calpestio si farà rispettivamente riferimento alle norme UNI EN ISO 717-1 e 712-2 e per le misurazioni in opera alle norme UNI 10708-1, 10708-2 e 10708-3, UNI 20140 (parti 2, 9,10).

2 - Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si

devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:
- dimensioni: lunghezza, larghezza, 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 nelle norme UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori;
- potere fonoisolante, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI EN ISO 140/3 per rumori aerei, UNI EN ISO 140/8 per rumori di calpestio, rispondente ai valori prescritti nel progetto o, in loro assenza, a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto e tenuto conto di quanto previsto in proposito nella Legge 26 ottobre 1995, n. 254:
- modulo di elasticità;
- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a 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 e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica.

3 - Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione dei lavori deve attivare i controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

4 - Entrambe le categorie di materiali fonoisolanti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, come indicato nel paragrafo 5 del precedente articolo, in relazione alla loro destinazione d'uso.

MATERIALI PER TUBAZIONI

I materiali di tubazione sono suddivisi fra materiali utilizzabili nell'ambito della costruzione degli acquedotti e materiali utilizzabili per la costruzione delle fognature.

1 - Per la realizzazione degli acquedotti potranno essere usati i seguenti tipi di tubazioni:
- in acciaio, saldato e non saldato;
- in ghisa grigia;
- in ghisa a grafite sferoidale;
- in PVC rigido non plastificato;
- in polietilene ad alta densità;
- in polipropilene
- in resina termoindurente rinforzata con PRFV;
- in cemento armato;
- in cemento armato precompresso.

Per i tubi per adduzione in pressione, ove applicabile, devono innanzitutto essere garantiti i requisiti delle norme indicate nella tabella I del D.M. 12 dicembre 1985.
Inoltre per ciascuna categoria di prodotto si riportano di seguito le norme UNI di riferimento:

a) tubazioni in acciaio saldato e non saldato
Le norme UNI di riferimento, oltre a fornire le specificazioni per i tubi saldati e non e per i relativi giunti, prendono in considerazione i calcoli di sicurezza dei tubi, le pressioni massime di esercizio e i vari tipi di rivestimento protettivo.

Norme di riferimento sono:
UNI 1284, UNI 1285, UNI ISO 4200, UNI ISO 5256, UNI 6363, UNI 6363 FA 199-86, UNI 8863, UNI 8863 FA 1-89, UNI 9099, UNI 10190, UNI 10191, UNI 10416, UNI EN 10232, UNI EN 10233, UNI EN 10234, UNI EN 10235, UNI EN 10236, UNI EN 10237.

b) tubazioni in ghisa grigia
Le norme UNI di riferimento prendono in considerazione i tubi, i giunti, i raccordi ed i pezzi speciali necessari per la costituzione del sistema.
Norme di riferimento sono:
UNI 5336, UNI 5337 ,UNI 5338, UNI 5339, UNI 6558, UNI 6559, UNI 6562, UNI 6563, UNI 6564, UNI 6565, UNI 6566, UNI 6567, UNI 6568, UNI 6569, UNI 6570, UNI 6571, UNI 6572, UNI 6573, UNI 6574, UNI 6575, UNI 6578, UNI ISO 8179, UNI 10269, UNI EN 10242, UNI EN 1092/2.

c) tubazioni in ghisa sferoidale
Le norme UNI di riferimento prendono in considerazione tubi, giunti e raccordi, nonché i sistemi di rivestimento interno ed esterno di questo tipo di tubazioni.
Norme di riferimento sono:
UNI EN 545, UNI ISO 4179, UNI 6600, UNI ISO 8179, UNI 9163, UNI 9164, UNI 10269, UNI ISO 10802.

d) tubazioni in PVC rigido non plastificato
Le norme UNI prendono in considerazione e tubi, raccordi, giunti e metodi di; è inoltre disponibile un rapporto tecnico ISO sulla resistenza chimica di questo materiale ai vari tipi di fluido
Norme di riferimento sono :
UNI EN 580, UNI ISO TR 7473, UNI 7441, UNI 7442, UNI 7448, UNI 7449, UNI 8470, UNI 8471.

e) tubi di polietilene ad alta densità
Le norme di riferimento per tubi e raccordi sono:
UNI ISO TR 7474, UNI 7611, UNI 7611 FA 1-91, UNI 7612, UNI 7612 FA 1-94, UNI 7615, UNI 7616, UNI 7616 FA 90-79, UNI 10520, UNI 10521.

f) tubi di polipropilene
Le norme di riferimento per tubi e raccordi sono:
UNI ISO TR 7472, UNI 7990, UNI 7991.

g) tubi in resina termoindurente rinforzata con PRFV
Le norme di riferimento per tubi e raccordi sono:
UNI EN 1225, UNI EN 1226, UNI EN 1228, UNI EN 1259/1, UNI 9032, UNI 9032 FA 1-94, UNI 9033/1, UNI 9033/2, UNI 9033/3, UNI 9033/4, UNI 9033/5, UNI 9033/6, UNI 9033/7, UNI 9033/8, UNI 9033/9, UNI 9033/10, UNI 9033/11, UNI 9033/12, UNI 9033/13, UNI 9033/14, UNI 9033/15, UNI 9033/16, UNI 9033/17, UNI EN 1115/3, UNI EN 1115/5.

h) tubazioni in calcestruzzo e calcestruzzo armato
Le norme di riferimento per tubi, raccordi e pezzi speciali sono:
UNI EN 639, UNI EN 640, UNI EN 641.

i) tubazioni in calcestruzzo armato precompresso
Le norme UNI prendono in considerazioni tubi con e senza cilindro, giunti e pezzi speciali e prevedono specifiche caratteristiche per l'acciaio di precompressione dei tubi.
Norme di riferimento sono:
UNI EN 642.

Norma di riferimento per quanto riguarda la misurazione della portata entro condotti in pressione di forma circolare è la UNI 6894.
Per quanto riguarda le tubazioni metalliche sono da tenere presenti le norme sulla protezione catodica UNI 9782, UNI 9783, UNI 10265, UNI 10362, UNI 10405.

2 - Per la realizzazione delle fognature potranno essere usati i seguenti tipi di tubazioni:
in PVC rigido non plastificato
- in Polietilene ad alta densità
- in fibro-cemento
- in grès
- in ghisa sferoidale
- in calcestruzzo non armato
- in polipropilene.

Per i tubi utilizzati in fognatura, ove applicabile, devono innanzitutto essere garantiti i requisiti delle norme indicate nella tabella II del D.M. 12 dicembre 1985

a) Tubazioni in PVC rigido non plastificato
Norme di riferimento per tubi e raccordi sono:
UNI EN 1401/1, UNI 7443+FA 178-87, UNI 7448, UNI 7449.

b) Tubazioni in Polietilene ad alta densità
Norme di riferimento per tubi e raccordi sono:
UNI 7613, UNI 7615, UNI 8451.

c) Tubazioni in fibro-cemento
Norme di riferimento per tubi e raccordi sono:
UNI EN 588/1, UNI 6159.

d) Tubazioni in grès
Norme di riferimento per tubi e raccordi sono:
UNI EN 295/1, UNI EN 295/2, UNI EN 295/3, UNI EN 295/4, UNI EN 295/5, UNI EN 295/6, UNI EN 295/7, UNI 9159.

e) Tubazioni in ghisa sferoidale
Norme di riferimento per tubi, raccordi, e rivestimento esterno sono:
UNI EN 598, UNI ISO.

f) Tubazioni in calcestruzzo non armato
Norme di riferimento sono:
UNI 9534.

g) Tubazioni in polipropilene
Norme di riferimento per tubi e raccordi sono:
UNI 8319, UNI 8319 FA 1-91, UNI 8320, UNI 8321, UNI 8531, UNI 8536.

h) Tubazioni in resina termoindurente rinforzata con PRFV
Le norme di riferimento per tubi e raccordi sono:
UNI EN 1636/3, 1636/5, 1636/6.

Norme di riferimento di carattere generale, per quanto riguarda connessioni di scarico e collettori fognari esterni agli edifici, sono le UNI 752/1, UNI 752/2, UNI 752/3, UNI EN 476.

MATERIALI PER RILEVATI STRADALI.

Per la formazione di rilevati si impiegheranno in generale e fino al loro totale esaurimento, tutti i materiali provenienti dagli scavi, preventivamente accantonati e separati durante le operazioni di scavo, in quanto, a giudizio del Committente, disponibili ed adatti per la formazione dei rilevati. La Direzione dei Lavori si riserva comunque l'insindacabile accettazione o meno del materiale stesso prima della sua posa in opera.
Qualora vengano a mancare in tutto od in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno i materiali occorrenti prelevandoli ovunque si riterrà opportuno, purché siano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori.

I rilevati in genere saranno costruiti con materiali appartenenti ai gruppi Al e A2/4 delle norme CNR UNI 10006.

PIETRISCHI, PIETRISCHETTI, GRANIGLIA

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente o gelive o rivestite di incrostazioni.
Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo, avranno spigolo vivo e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee. Sono escluse le rocce marnose.
Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura e formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività.
E' consentito per la formazione del pietrisco l'impiego del materiale proveniente dagli scavi e l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti sempreché siano provenienti da rocce di qualità idonea, previa insindacabile accettazione della Direzione dei Lavori.
I materiali suindicati, dovranno corrispondere alle norme di accettazione del fascicolo n. 4 ultima edizione, del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Rispetto ai crivelli U.N.I. 2334, i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 e trattenuti dal crivello 25; i pietrischetti quelli passanti dal crivello 25 e trattenuti dal crivello 10; le graniglie quelle passanti dal crivello 10 e trattenute dallo staccio 2 U.N.I. 2332.
Di norma si useranno le seguenti pezzature:
1) pietrisco da 40 a 71 mm ovvero da 40 a 60 mm, se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
2) pietrisco da 25 a 40 mm (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per l'esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
3) pietrischetto da 15 a 25 mm per l'esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;
4) pietrischetto da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e pietrischetti bitumati;
5) graniglia normale da 5 a 10 mm per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
6) graniglia minuta da 2 a 5 mm di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione dei lavori per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta, sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

Nella fornitura di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti di prescelta pezzatura, purché, per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata.
Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

DETRITO DI CAVA O TOUT VENANT DI CAVA O DI FRANTOIO

Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto l'impiego di detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, non plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 cm. Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale

da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 cm.

BITUMI E CATRAMI

Bitumi
Devono soddisfare alle «Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali» di cui al «fascicolo n. 2» della Comm.ne Strade del CNR, ultima edizione.
Per trattamenti superficiali e semipenetrazione si adoperano i tipi B 180/200, B 130/150; per i trattamenti a penetrazione, pietrischetti bitumati, tappeti si adoperano i tipi B 80/100, B 60/80; per conglomerati chiusi i tipi B 60/80, B 50/60, B 40/50, B 30/40; per asfalto colato il tipo B 20/30.

Bitumi liquidi
Devono soddisfare alle «Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali» di cui al «fascicolo n. 7» della Comm.ne Strade del CNR, ultima edizione.
Per i trattamenti a caldo si usano i tipi BL 150/300 e BL 350/700 a seconda della stagione e del clima.

Emulsioni bituminose
Devono soddisfare alle «Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali» di cui al «fascicolo n. 3» della Comm.ne Strade del CNR, ultima edizione.

Catrami
Devono soddisfare alle «Norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali» di cui al «fascicolo n. 1» della Comm.ne Strade del CNR, ultima edizione.
Per i trattamenti si usano i tre tipi: C 10/40, C 40/125, C 125/500.

Polvere asfaltica
Deve soddisfare alle «Norme per l'accettazione delle polveri di rocce asfaltiche per pavimentazioni stradali» di cui al «fascicolo n. 6» della Comm.ne Strade del CNR, ultima edizione.

MATERIALI PER OPERE IN VERDE

Terreno vegetale
Il materiale da impiegarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali per il ricarico, la livellazione e la ripresa di aree comunque destinate a verde, dovrà essere terreno vegetale, proveniente da scotico di terreno a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1,00 m.
Qualora il prelevamento della terra venga fatto da terreni naturali non coltivati, la profondità di prelevamento sarà limitata al primo strato di suolo esplorato dalle radici delle specie a portamento erbaceo, ossia **a** quello spessore ove la presenza di humus e le caratteristiche fisico-microbiologiche del terreno permettono la normale vita dei vegetali, ma in ogni caso non superiore a 50 cm.
Il terreno vegetale da fornire dovrà come norma generale essere a reazione neutra, risultare sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea od arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.
L'impresa, prima di effettuare il prelevamento e la fornitura della terra, dovrà darne comunicazione alla Direzione dei Lavori.
La stessa eventualmente potrà richiedere un prelievo di campioni in contraddittorio, per le analisi di idoneità del materiale, da effettuarsi presso una stazione di chimica agraria riconosciuta, a cura e spese dell'Impresa.

Concimi
I concimi minerali semplici o complessi usati per la concimazione di fondo od in copertura dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali di fabbrica.

Materiale vivaistico

Il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'Impresa, sia da altri vivaisti, purché l'impresa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza.

Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

Sementi

L'impresa dovrà fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti.

Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

L'eventuale mescolanza delle sementi di diverse specie secondo le percentuali indicate dalle presenti Norme, se non già disponibile in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della Direzione dei Lavori.

6.2 Modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro

DEMOLIZIONI ED INTERFERENZE:

DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo.
È pertanto vietato gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.
Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono essere mantenute e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Amministrazione appaltante.
Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite sempre a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso.
Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione.
Tali materiali restano tutti di proprietà dell'Amministrazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'Articolo 40 del vigente Capitolato generale approvato con D.P.R. 16 luglio 1962, n. 1063, con i prezzi indicati nell'elenco del presente Capitolato Speciale.
I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono essere trasportati fuori del cantiere, nei punti indicati o alle pubbliche discariche, sempre a cura dell'Appaltatore.
I materiali provenienti da demolizione smaltiti in discarica dovranno rispettare quanto previsto ai seguenti disposti legislativi: Decreto del Ministero Ambiente del 5 febbraio 1998, Decreto del Ministero Ambiente dell'11 marzo 1998 e del 4 agosto 1998.

MOVIMENTI TERRA:

TRACCIAMENTI

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Impresa appaltante è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, all'inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che fosse per indicare la Direzione dei lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.
Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Impresa appaltante dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed, eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra.

SCAVI

1 - Norme generali
L'impresa dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato.

Nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.
Provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'impresa dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle vigenti leggi (Legge 10.05.1976 n. 319 e successivi aggiornamenti ed integrazioni, leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque.
Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'impresa dovrà provvedervi a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamento; in ogni caso resta a carico dell'impresa il risarcimento per i danni dovuti a tali motivi, subiti da persone, cose o dall'opera medesima.
Nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo; nessun compenso spetterà all'Impresa per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbadacchiature.
Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono, lo richiedano, l'impresa sarà tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie.
Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, non si terrà conto dei maggior lavoro eseguito e l'impresa dovrà, a sua cura e spese, rimettere in sito le materie scavate in più, utilizzando materiali idonei.
Dovrà inoltre procedere, quando necessario:

- al taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. e 1,eventuale loro trasporto in aree apposite;
- alla eventuale demolizione di massicciate stradali esistenti.

L'impresa dovrà assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e deflusso delle acque nonché gli esaurimenti, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge.
I materiali provenienti dagli scavi e non idonei per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portati a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera a cura e spese dell'impresa, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della Direzione Lavori, fatte salve le vigenti norme di Legge. Gli oneri derivanti dal trasporto, lo scarico in rilevato, a rifiuto devono intendersi compensati con i prezzi applicati alle categorie di opere in progetto.
L'impresa dovrà ottenere, a sua cura e spesa, la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, comprese le relative indennità, non- ché provvedere alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto previsto in progetto e lo prescritto dall'Ente concedente.
Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno ai lavori od alle proprietà pubbliche e private, nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private.
La direzione dei lavori potrà fare esportare, a spese dell'impresa, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.
Nel caso che i materiali fossero ritenuti idonei a seguito di prove eseguite dall'Impresa, a sua cura e spese, e sotto il controllo della Direzione lavori, dovranno essere trasportati in aree di deposito, custoditi opportunamente, eventualmente trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti Norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.
In particolare, qualora l'Impresa dovesse eseguire scavi in terreni lapidei, quando fossero giudicati idonei dalla Direzione Lavori, potranno essere riutilizzati per murature; la parte residua potrà essere reimpiegata nell'ambito del lotto per la formazione di rilevati o di riempimenti e dovrà essere ridotta a pezzatura di dimensioni non superiori a 30 cm, secondo il disposto delle presenti Norme.
Per l'impiego di mine nella esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà ottenere, a sua cura e spese, le autorizzazioni da parte delle autorità competenti ed osservare tutte le prescrizioni imposte dalle Leggi e dai regolamenti in vigore.
Lo sparo di mine effettuato in vicinanza di strade, di ferrovie, di luoghi abitati, di linee aeree di ogni genere, dovrà essere attuato con opportune cautele in modo da evitare, sia la proiezione a distanza del materiale ed il danneggia- mento delle proprietà limitrofe, sia effetti vibrazionali nocivi che dovranno essere tenuti sotto controllo mediante monitoraggio.

Nel caso che per la vicinanza di agglomerati civili o industriali o per i risultati del monitoraggio, le cautele sopracitate non fossero ritenute sufficienti ad evitare danneggiamento alle proprietà limitrofe, l'Impresa dovrà eseguire gli scavi con opportuni mezzi meccanici.

2 - Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al disopra del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato. Rientrano nella categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti non soltanto, come è ovvio, quelli necessari per la formazione del corpo stradale di cui al precedente Articolo 18, e quelli cosiddetti di splateamento, ma altresì quelli per allargamenti di trincee, tagli di scarpate di rilevati per sostituirvi opere di sostegno, scavi per incassature di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti o fiumi ed inoltre gli scavi per la formazione del cassonetto e lo scavo delle cunette e dei fossi di guardia.
Delle difficoltà ed oneri che possano richiedersi per eseguire taluni degli scavi di sbancamento suddetti (puntellature di pareti frontali e laterali, ecc.) si dovrà tener conto unicamente in sede di determinazione dei prezzi, indicando nell'elenco dei medesimi la destinazione dello scavo di sbancamento da eseguire e stabilendo prezzi diversi a seconda delle diverse destinazioni, sempreché ciò si ritenga necessario.
Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato (caso di un canale fugatore) e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.
Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

3 - Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.
Le profondità che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa offrire all'Impresa appaltante motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo essa soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.
È vietato all'Impresa appaltante, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.
I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a falde inclinate potranno, a richiesta della Direzione dei lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.
Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa appaltante dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'Impresa appaltante dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.
Analogamente dovrà procedere l'Impresa appaltante senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza dell'esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.
Per aumentare la superficie d'appoggio la Direzione dei lavori potrà ordinare per il tratto terminale di fondazione per un'altezza sino ad un metro, che lo scavo sia allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra è detto circa l'obbligo dell'Impresa appaltante, ove occorra, di armare convenientemente durante i lavori la parete verticale sovrastante.
Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il

limite massimo di 20 cm previsto nel titolo seguente, l'Impresa appaltante dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni. Tale esaurimento sarà pagato a parte coi prezzi di elenco od, in mancanza, in economia, sempreché tale onere non sia già compreso nel prezzo di elenco degli scavi.
L'Impresa appaltante dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da scavare siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, le venissero impartite dalla Direzione dei lavori. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione appaltante, resterà di proprietà dell'Impresa appaltante, che potrà perciò recuperarlo ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Impresa appaltante se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale od anche totalmente negativo.
Gli scavi di fondazione che si devono eseguire a profondità maggiore di 20 cm (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque eventualmente esistenti nel terreno, sono considerati come scavi subacquei per tutto il volume ricadente al disotto del piano di livello situato alle cennate profondità d'acqua di 20 cm. Quindi il volume ricadente nella zona dei 20 centimetri suddetti verrà considerato, e perciò pagato, come gli scavi di fondazione in presenza di acqua, precedentemente indicati, ma non come scavo subacqueo.
Gli scavi subacquei saranno invece pagati col relativo prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli occorrenti aggottamenti od esaurimenti di acqua con qualsiasi mezzo siano eseguiti o si ritenga opportuno eseguirli.
In mancanza del prezzo suddetto e qualora si stabilissero acque nei cavi in misura superiore a quella di cui sopra, l'Impresa appaltante dovrà ugualmente provvedere ai necessari esaurimenti col mezzo che si ravviserà più opportuno: e tali esaurimenti le saranno compensati a parte ed in aggiunta ai prezzi di elenco per gli scavi in asciutto od in presenza di acqua.
L'Impresa appaltante sarà però tenuta ad evitare l'affluenza entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterà a suo totale carico la spesa per i necessari aggottamenti.

4 - Scavi subacquei
Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei. solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.
Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenza necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

ARMATURE E SBADACCHIATURE SPECIALI PER GLI SCAVI DI FONDAZIONI

Le armature occorrenti per gli scavi di fondazione devono essere eseguite a regola d'arte ed assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento delle materie, e restano a totale carico dell'Impresa appaltante essendo compensate col prezzo di elenco per lo scavo, finché il volume del legname non supera il ventesimo del volume totale dello scavo nella parte le cui pareti vengono sostenute da armature. Quando il volume dei legnami supera invece tale limite, le armature sono pagate col compenso previsto in elenco e che si applica al volume dei legnami e tavole in opera per la parte eccedente il ventesimo di cui sopra, rimanendo gli eventuali materiali di ricavo dalla demolizione delle armature in proprietà dell'Impresa appaltante.
Tale disposizione si applica anche agli scavi armati per fognature e taglio aperto.

RILEVATI

1 – Definizione
Si definiscono con il termine di rilevati tutte quelle opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni.
Le caratteristiche geometriche, la natura e le proprietà fisico meccaniche dei materiali che costituiscono il corpo del rilevato saranno indicate dal Progetti- sta. Nel caso in cui l'impresa non dovesse reperire i materiali

previsti, potrà proporre alla Direzione Lavori soluzioni alternative che dovranno essere verificate ed accettate, d'intesa col Progettista.
L'impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, eseguirà, a sua cura e spese se non diversamente indicato in sede di progetto, sondaggi geotecnici, pozzetti esplorativi, prove penetrometriche statiche e/o dinamiche, prove di carico su piastra e qualsiasi altra indagine aggiuntiva (prove geofisiche, etc) , atte a verificare con sufficiente dettaglio che le caratteristiche locali stratigrafiche, idrogeologiche e fisico-meccaniche dei terreni di sedime siano conformi alle previsioni di progetto.
Salvo controindicazioni della Direzione Lavori i punti di indagine saranno posti ad intervalli di almeno 100 m e le indagini saranno spinte ad una profondità al- meno pari alla metà della larghezza del piano di posa del rilevato salvo atte- starsi nell'eventuale substrato roccioso.

2 - Materiali per la formazione di rilevati

2.1 - Provenienza dei materiali

Qualora le leggi regionali lo prescrivano, la Committente provvederà ad ottenere dagli Enti competenti il benestare necessario alla coltivazione delle cave e l'impresa dovrà utilizzare i materiali provenienti dalle cave indicate in progetto; ove non previsto potrà aprire cave di prestito ovunque lo riterrà di sua convenienza, subordinatamente alle vigenti disposizioni di Legge, alla idoneità dei materiali da utilizzare per la formazione dei rilevati, nonché alla osservanza di eventuali disposizioni della Direzione Lavori.
Prima di impiegare i materiali provenienti dagli scavi o dalle cave di prestito, l'Impresa dovrà esperire una campagna di indagini corredata di tutte le opportune prove di laboratorio, atta a fornire alla Direzione Lavori una esauriente documentazione in merito alle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali al fine di ottenere l'idoneità all'utilizzo dei singoli materiali.
Per ogni zona di provenienza l'impresa dovrà altresì eseguire un adeguato numero di sondaggi (almeno 1 sondaggio e/o pozzetto ogni 20,000 mc).
Laddove sarà previsto l'impiego di smarino di galleria o di materiali provenienti da scavo in roccia, la stesa a rilevato sarà autorizzata soltanto dopo il prelievo di campioni e il favorevole esito delle prove di laboratorio.
L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il programma di coltivazione delle cave e delle eventuali fasi di lavorazione successive, quali vagliatura, frantumazione e miscelazione atte a conferire ai materiali le caratteristiche di idoneità previste dalle Norme Tecniche.
Prima di avviare la coltivazione delle cave di prestito o dell'impiego a rilevato dei materiali da scavo, dovranno essere asportate le eventuali coltri vegeta- li, sostanze organiche, rifiuti e rimossi tutti quegli agenti che possono provocare la contaminazione del materiale durante la coltivazione.
Le cave di prestito, da aprirsi a totale cura e spese dell'impresa, dovranno essere coltivate nel rispetto delle vigenti norme di Legge, secondo le previsioni di progetto ed in modo che, tanto durante la cavatura che a cavatura ultimata, non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.
Le stesse condizioni di sicurezza dovranno essere garantite per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Impresa dovesse avvalersi.

2.2 - Prove di controllo

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio (se non diversamente indicato in sede di progetto):
analisi granulometrica (una almeno ogni 10.000 m^3 di materiale);
determinazione del contenuto naturale d'acqua (una almeno ogni 10.000 m^3 di materiale);
determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 (una almeno ogni 20.000 m^3 di materiale);
prova di compattazione AASHTO Mod. T/180-57 (una almeno ogni 20.000 m^3 di materiale) ed esecuzione eventuale di:
analisi granulometrica sui materiali impiegati nella prova di compattazione, prima e dopo la prova stessa limitatamente a quei materiali per i quali è sospetta la presenza di componenti instabili;
prova edometrica limitatamente ai materiali coesivi e semicoesivi prelevati
dal campione dopo la esecuzione della prova AASHTO Mod. T/180-57 e compattati al 95% della densità massima (±2%).
Il prelievo dei campioni sarà effettuato in contraddittorio con la Direzione Lavori la quale provvederà ad indicare il nominativo del laboratorio (o dei laboratori) presso il quale l'impresa provvederà a far eseguire a sua cura e spese, sotto il controllo della medesima, le prove richieste.

2.3 - Autorizzazioni

Prima di essere autorizzata ad iniziare la costruzione dei rilevati, l'impresa, in relazione a quanto previsto dalle leggi regionali, dovrà sottoporre alla Direzione Lavori la seguente documentazione:
Benestare degli Enti eventualmente competenti ad autorizzare la coltivazione della cava;
Una mappa dell'area di cava in scala 1:1000 - 1:2000 indicante l'ubicazione dei saggi esplorativi;
Una relazione completa delle prove di laboratorio eseguite tanto per i materiali da cave che dagli scavi; il programma di coltivazione delle cave e delle eventuali fasi di lavorazione successive; progetti di ripristino ambientale in accordo con le normative e Leggi vigenti.

3 - Preparazione del piano di posa dei rilevati

3.1 - Scotico, bonifica e gradonature

Per la preparazione del piano di posa dei rilevati l'impresa dovrà provvedere innanzitutto al taglio delle piante e alla estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc. e al loro sistematico ed immediato allontanamento a discarica.
Sarà di seguito eseguita la totale esportazione del terreno vegetale sottostante; l'impronta del rilevato per la profondità stabilita in progetto in accordo con le risultanze delle indagini di cui all'art. 5.0 e secondo le direttive impartite dal Direttore dei Lavori.
L'impresa provvederà a far sì che il piano di posa dei rilevati sia il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane.
Il piano di posa dei rilevati dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione Lavori; in quella sede La Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori scavi di sbancamento per bonificare eventuali strati di materiali coesivi, teneri o torbosi, in accordo con il Progettista, o per l'asportazione dei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza da parte dell'Impresa.
Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza dell'Impresa o a bonifiche non preventivamente autorizzate da La Direzione Lavori, non saranno computati né il maggiore scavo, né la maggiore quantità di materiale da rilevato che ne consegue.
Il materiale provenente dallo scavo di preparazione del piano di posa dei rilevati e dallo scavo di sbancamento per bonifica potrà essere reimpiegato se ritenuto idoneo nella sistemazione a verde delle scarpate; quello in eccesso dovrà essere immediatamente rimosso e portato nelle zone di discarica autorizzate.
Il quantitativo da reimpiegarsi nella sistemazione a verde delle scarpate sarà accantonato in località e con modalità precedentemente autorizzate dalla Direzione Lavori; l'accumulo di detti materiali dovrà risultare tale che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.
Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà provvedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (tra 1% e 2%) e alzate verticali contenute in altezza.
Quando siano prevedibili cedimenti dei piani di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'impresa sottoporrà alla Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestimetriche. La posa in opera delle piastre e la rilevazione de- gli eventuali cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa in accordo con la Direzione Lavori.
L'Impresa dovrà in ogni caso provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

3.2 - Caratteristiche del piano di posa del rilevato e delle pavimentazioni in trincea.

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione Md al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 1,5-2,5 daN/cm^2 sul piano di posa della fondazione della pavimentazione sia in rilevato che in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,5-1,5 daN/cm^2 sul piano di posa del rilevato quando posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione;
- 15 Mpa: nell'intervallo compreso tra 0,5.,1,5 daN/cm^2 sul piano di posa del rilevato quando posto a 2,00 m da quello della fondazione della pavimentazione.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti sia totali che differenziali e del loro decorso nel tempo.
Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi rappresentative, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento instabile (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i quali la determinazione del modula di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.) .'
Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo dello scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.
Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura, la Direzione Lavori. sentito il Progettista, procederà ad un intervento di bonifica con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati.
A rullatura eseguita la densità in sito dovrà risultare come segue:
almeno pari al 90% della densità massima AASHTO mod.T/180-57, sul piano di posa dei rilevati;
almeno pari al 95% della densità massima AASHTO mod.T/180-57 sul piano di posa della fondazione della pavimentazione in trincea.

3.3 - Strato di transizione (Rilevato-Terreno)
Quando previsto in progetto, in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato, allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, verrà eseguita:
- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di uno strato di geotessile non tessuto, anche con funzione anticontaminante.

a) - Strato granulare anticapillare
Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 0,3-0,5 m; sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da 2-50 mm, con passante al vaglio da 2 mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0, 075 mm non superiore al 3%.
Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelavi, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

b) - Geotessile non tessuto
L'eventuale strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene, di peso non inferiore a 300 glm'.
Il geotessile dovrà avere le caratteristiche di cui all'articolo 2 del presente capitolato.
La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8279/Parte 1, intendendosi per N l'unità elementare di un rotolo.
I prelievi dei campioni saranno eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori; le prove dovranno essere effettuate a spese dell'Impresa presso Laboratori qualificati, preliminarmente
su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori.
Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i requisiti riportati nella tabella 3.3.2.
Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.
La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati, restando a carico dell'impresa il relativo onere.
Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.
I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

TABELLA 3.3.2: Requisiti geotessili non tessuti

peso (UNI 5114)	≥ 300 g/M,
resistenze a trazione su striscia di cm 5. (UNI 8639)	≥ 18 kN/m
Allungamento (UNI 8639)	≥ 60%
Lacerazione (UNI 827919)	≥ 0,5 kN/m
Punzonamento (UNI 8279114)	≥ 3 kN
Permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0,002 MPa (UNI 8279113)	≥ 0,8 cm/s
Dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile	< 100 micron

3.4 - Prove di controllo sul piano di posa

Il numero minimo delle prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati o della fondazione delle pavimentazioni sia in trincea che in rilevato è messo in relazione alla differenza di quota (S) fra i piani di posa del rilevato e della fondazione della pavimentazione.

	S=0-1m	**S=1-2m**	**S>2m**
PROVE DI CARICO SU PIASTRA (una ogni)	1500 m²	2000 m²	3000 m²
PROVE DI DENSITÀ IN SITO (una ogni)	1500 m²	2000 m²	3000 m²

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.
La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni 'instabili', l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione ecc.).
Il controllo dello strato anticapillare sarà effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 10 ogni 1000 m³.
Le prove di controllo sono tutte a totale cura e spese dell'impresa.

4 - Formazione del rilevato

4.1 Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavoro:

a) - Rilevati stradali;
b) - Rilevati realizzati con la tecnica della terra armata;
c) - Rilevati di precarico e riempimenti.

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme C.N.R. - UNI 10006, riportate nella seguente tabella:

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE - TABELLA C.N.R. - UNI 10006

Classificazione generale	Terre ghiaio-argillose Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Terre limo-argillose Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica Frazione passante al setaccio 2 UNI 2332 %	≤ 50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	≤ 50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	--		--	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	
Indice di plasticità	≤ 6		N.P.	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10 IP≤1.1.-30	> 10 IP>1.1.-30	
Indice di gruppo	0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressib.	Limi fortemente compressibili	Argille poco compressib.	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono			Da mediocre a scadente									Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				Molto elevata		Media	Elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa				Scarsa o nulla					
Identificazione del terreno in sito	Facilmente individuabile a vista	Aspri al tatto incoerenti allo stato asciutto		La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo Aspri al tatto Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alle prove di scuotimento * Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto. Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento * Tenaci allo stato asciutto Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di colore bruno o nero Facilmente individuabili a vista

* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi e le argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.

a) - Rilevati di tipo stradali
Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A,3, fatta eccezione per l'ultimo strato di 30 cm ove dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1-a e A3, e non saranno ammesse rocce frantumate con pezzature grossolane.
L'impiego di rocce frantumate è ammesso nel restante rilevato se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 30 cm.
Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.
I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo.
A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima_individuata dalle prove di compattazione AASHTO Mod. salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95%.
Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto; il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale previa sovrapposizione ad uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.
Il grado di densità e la percentuale di umidità secondo cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente de- terminati dall'Impresa e sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori.
Quanto sopra allo scopo di contenere a limiti minimi, ritiri e rigonfiamenti di materiali.
In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

b) - Rilevati in "Terra Armata"
Dovranno essere impiegati i soli materiali appartenenti ai gruppi A1 e A3.
Eventuali deroghe potranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori, in accordo con il Progettista, solo se supportate da accurate verifiche e indagini di laboratorio e/o in sito da eseguirsi a cura e spese dell'Impresa.
Viene del tutto esclusa la possibilità di impiegare materiali con pezzature superiori ai cm 25 e materiali contaminati da resti vegetali, componenti organiche o instabili (solubili, gelive, degradabili).
Allo scopo di garantire un comportamento omogeneo della terra armata, qualora i materiali di cava non mantenessero la prescritta uniformità di caratteristiche granulometriche e chimiche, gli stessi saranno preventivarnente stoccati in apposita area al fine di essere opportunamente mescolati.
Prevedendosi l'uso di armature metalliche, per i materiali impiegati dovranno essere preliminarmente verificate le seguenti condizioni:

- contenuto in sali;
- solfuri, del tutto assenti;
- solfati. solubili in acqua, minori di 500 mg/kg;
- cloruri, minori di 100 mg/kg;
- ph, compreso tra 5÷10;
- resistività elettrica superiore a 1.000 ohmxcm per opere all'asciutto, superiore a 3.000 ohmxcm per opere immerse in acqua.

La compattazione di detti materiali dovrà risultare tale da garantire una densità misurata alla base di ciascun strato non inferiore al 95% della densità massima individuata mediante la prova AASHTO Mod.

c) - Rilevati di precarico e riempimenti
Potranno essere impiegati materiali di qualsiasi natura fatta eccezione per quelli appartenenti ai gruppi A7 e A8.
I materiali provenienti da scavi potranno essere impiegati soltanto se ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.
Non è richiesto il conseguimento di una densità minima; il materiale dovrà essere steso in strati regolari di spessore prestabilito e le modalità di posa dovrà essere atte a conseguire una densità uniforme, controllata con sistematicità, e tale da garantire l'opera da instabilità ed erosioni.

4.2 - Costruzione del rilevato
Stesa dei materiali
La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.
Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapida deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%. in presenza di paramenti di rilevati in terra armata o di muri di sostegno in genere, la pendenza sarà contrapposta ai manufatti.
Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.
Lo spessore del lo strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e delle finalità del rilevato.
Comunque, tale spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:
50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi Al, A.2-4, A2-5,A3, o con 'rocce frantumate;
40 cm per rilevati in terra armata;
30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A2-6, A.2-7.
Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra armata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.

Compattazione
La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo (±1,5% circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHTO Mod.
Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spesso- re dello strato.
Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; nelle fasi iniziali del lavoro. l'impresa dovrà adeguare le proprie modalità esecutive in funzione delle terre da impiegarsi e dei mezzi disponibili.
La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.
Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma.
In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.
In particolare si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paraventi della terra armata o flessibili in genere.
A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e densità richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.
Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.
A ridosso delle murature dei manufatti si dovrà eseguire la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori eli 40 mm.
Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di 25-50 kglm3 di materiale compattato.
La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare.
La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della densità max AASHTO Mod. procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.
Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a 2,00 m + 3/2 h e l'altezza h coincidente con quella del rilevato. Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.
Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta l'impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Condizioni climatiche
La costruzione di rilevati in presenza di gela o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione dei gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame).
Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei carrelli Pigiatori gommati che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.
Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito

Rilevati di prova
Quando prescritto dalla Direzione Lavori, l'impresa procederà, a sua cura e spese, alla esecuzione dei rilevati di prova, e alle relative prove di controllo.
in particolare si dovrà fare ricorso ai rilevati di prova per verificare l'idoneità di materiali a pezzatura grossolana (pietrami), di materiali coesivi (appartenenti ai gruppi A2-6 e A2-7) ed a comportamento instabile, di materiali diversi da quelli specificati nei precedenti capitoli.
il rilevato di prova consentirà di verificare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali messi in opera, le caratteristiche dei mezzi di compattazione (tipo, peso, energie vibranti) e le modalità esecutive più idonee (numero di passate, velocità del rulla, spessore degli strati, ecc.), le procedure di lavoro e di controllo cui attenersi nel corso della formazione dei rilevati.
L'ubicazione del campo prova, le modalità esecutive del rilevato di prova e delle relative prove di controllo saranno stabilite di volta in volta dalla Direzione Lavori; a titolo indicativo si adotteranno le seguenti prescrizioni:
l'area prescelta per la prova dovrà essere perfettamente livellata, compattata e preferibilmente tale da presentare caratteristiche di deformabilità prossime a quelle dei materiali in esame;
la larghezza del rilevato dovrà risultare almeno pari a tre volte la larghezza del rullo, i materiali saranno stesi in strati, di spessore costante (o variabile qualora si voglia individuare lo spessore ottimale) e si provvederà a compattarli con regolarità ed uniformità simulando durante tutte le fasi di lavoro quelle modalità esecutive che poi saranno osservate nel corso dei lavori.
In generale per ciascun tipo di materiale e per ciascun tipo di modalità esecutiva si provvederà a mettere in opera almeno 2 o 3 strati successivi; per ogni strato si provvederà ad eseguire le prove di controllo dopo successive passate (ad esempio dopo 4, 6, 8, passate).
Le prove di controllo da adottarsi saranno principalmente finalizzate ad individuare nel dettaglio le caratteristiche di densità, deformabilità e i contenuti d'acqua delle terre.
In taluni casi si potrà ricorrere a prove speciali (ad esempio la prova di carico su piastra previa saturazione, prove dinamiche non distruttive ecc.) e a prelievo di campioni indisturbati da destinarsi alle prove di laboratorio ponendo particolare attenzione a quei materiali considerati instabili o presunti tali, quali le rocce tenere.
Limitatamente ai materiali a granulometria grossolana, risultando le prove abituali non rappresentative, l'addensamento sarà controllato mediante successive livellazioni del piano di rullatura e la misura della densità in sito sarà fatta prelevando il materiale da un pozzetto che dovrà essere rivestito da apposito telo impermeabile successivamente riempito d'acqua.
L'Impresa sarà tenuta a documentare in apposita relazione tutte le fasi di lavoro, i mezzi e le procedure impiegate nonché gli esiti delle prove di controllo.
L'approvazione dei materiali nonché delle modalità esecutive spetta esclusivamente alla Direzione Lavori.
Prove di controllo ed autorizzazione
Prima che venga messo in opera uno strato successivo, ogni strato di rilevato dovrà essere sottoposta alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento richiesti.
La procedura delle prove di seguito specificata deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.
L'Impresa dovrà eseguire le prove di controllo in contraddittorio con la Direzione Lavori nei punti indicati dalla Direzione Lavori stessa. Tali prove potranno essere eseguite oltre che nel laboratorio dell'Impresa anche da un laboratorio esterno.

E' comunque richiesto che fra le prove indicate almeno una su dieci sia eseguita da un Laboratorio Ufficiale.
Il personale addetto dovrà comunque essere di provata esperienza ed affidabilità; il numero dei tecnici nonché quello delle attrezzature effettivamente disponibili dovrà essere tale da poter esperire le prove in sito e in laboratorio con tempestività, continuità e con le frequenze previste.
Le prove di laboratorio dovranno comunque essere eseguite in una sede attrezzata adeguatamente e capiente che sia distaccata presso gli uffici di cantiere dell'Impresa a comunque tale da risultare accessibile alla]Direzione Lavori.
Prima di iniziare i lavori l'impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiatura; durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trascritto tempestivamente su appositi moduli.
La serie di prove sui primi 5.000 m³ verrà effettuata una volta tanto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione.
In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripetizione della serie.
Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti allo stesso strato di rilevato.
Tutti gli oneri conseguenti alla effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo devono intendersi a totale carico dell'impresa.
Frequenza delle prove (almeno 1 ogni m³ _____)

Tipo di prova	Rilevati Autostradali				Terre Armate		Rilevati precarico Riempimenti banche	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di spess. cm 30					
	primi 5000 m³	succes-sivi m³	primi 5000 m³	succes-sivi m³	primi 5000 m³	succes-sivi m³	primi 5000 m³	succes-sivi m³
Classificazione CNR-UNI 10006	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Costipamento AASHTO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Densità in sito CNR 22	250	5000	250	1000	250	1000	1000	1000
Carico su piastra CNR 9-70317	*	*	500	2000	1000	5000	-	-
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500,00	5 000,00	*	*
ph	*	*	*	*	500,00	5 000,00	*	*
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5 000,00	5 000,00	*	*

* Su prescrizioni della Direzione Lavori;
** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato.

Si rimanda per quanto non espressamente indicato alla specifica tecnica che verrà eventualmente redatta in fase di progettazione esecutiva di dettaglio.

GABBIONI E LORO RIEMPIMENTO

Qualora sia necessario l'utilizzo di gabbioni metallici per l'esecuzione di opere di consolidamento o sbancamento gli stessi saranno di forma prismatica e costituita da maglie esagonali a doppia torsione della dimensione di 8 x 10 cm. Le dimensioni del filo, il peso e la capacità dei gabbioni verranno precisati di volta in volta alla Direzione dei lavori.
I fili metallici saranno protetti da zincatura forte, secondo le norme contenute nella circolare 27 agosto 1962, n. 2078, del Servizio Tecnico Centrale del Ministero LL.PP.

Nel prezzo al kg sono compresi tutti gli oneri per la fornitura della rete del filo zincato di conveniente spessore per la rilegatura degli spigoli, la formazione dei tiranti, e quanto altro occorresse per il montaggio ed il riempimento dei gabbioni.
Il riempimento dei gabbioni verrà effettuato con pietrame o ciottoli (di dimensioni tali che non possano passare in alcun senso attraverso le maglie della rete) collocati a mano e le fronti in vista saranno lavorate analogamente alle murature a secco con medesimo onere di paramento.

SCOGLIERE

Se nel corso dei lavori si rendesse necessario l'utilizzo di massi di pietra naturale per gettate o scogliere le stesse devono avere il maggior peso specifico possibile, essere di roccia viva e resistente non alterabile all'azione dell'acqua. L'Impresa appaltante deve impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera dei massi, quegli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione del lavoro e per evitare che i massi abbiano a subire avarie.
Le scogliere devono essere formate incastrando con ogni cura i massi gli uni agli altri, in modo da costituire un tutto compatto e regolare, di quelle forme e dimensioni prescritte dal contratto o che siano in ogni caso stabilite dalla Direzione dei lavori. Per ciascuna scogliera, quando non sia specialmente disposto dal contratto o dall'elenco dei prezzi, il Direttore dei lavori fissa il volume minimo dei massi e le proporzioni dei massi di volume differente.
I massi di volume inferiore ad un decimo di metro cubo, che il Direttore dei lavori ritenesse di accettare per riempire gli interstizi delle scogliere o per formare un nucleo interno, sono valutati al prezzo del pietrame di riempimento.
Qualora venga ordinato di costruire la scogliera con massi artificiali, questi devono essere formati sul posto d'impiego ogni qualvolta ciò sia possibile, ed in caso diverso in vicinanza del lavoro.
I massi artificiali devono essere in calcestruzzo, formato con materiali e nelle proporzioni indicate nell'elenco dei prezzi. Nella formazione dei massi si potrà ammettere, in proporzione non maggiore di un quinto del loro volume, che al calcestruzzo siano aggiunti del pietrame o dei ciottoloni spaccati, purché i singoli pezzi risultino ben distribuiti nella massa del calcestruzzo, non si trovino mai a contatto fra di loro e siano addentrati nella superficie della massa di almeno 10 cm.
I ciottolini ed il pietrame devono essere ben puliti dalle sostanze terrose ed eterogenee che eventualmente li coprissero ed, ove occorra, lavati a grande acqua. Quelli non suscettibili di pulitura perfetta sono rifiutati.
La confezione dei massi deve essere fatta secondo le norme generali per le opere in calcestruzzo, ed i massi confezionati fuori opera non devono essere portati al luogo di impiego se non dopo che siano stati bene stagionati ed abbiano acquistato il grado di resistenza necessario per non guastarsi durante le operazioni di carico, scarico e posa in opera.

REALIZZAZIONE DI CARREGGIATE E SOVRASTRUTTURE STRADALI

PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura od i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilita dalla Direzione dei lavori.
I piani di posa dovranno anche essere liberati da qualsiasi materiale di altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi.
Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in loco, l'Impresa appaltante, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla Direzione dei lavori, dovrà provvedere a tutte le prove e determinazioni necessarie.
A tale scopo dovrà quindi, a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.
Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, verranno preventivamente fatte eseguire dalla Direzione dei lavori presso un laboratorio pubblico.
Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il

piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:
a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in opera e di quello massimo determinato in laboratorio;
b) determinazione dell'umidità in opera in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;
c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

COSTIPAMENTO DEL TERRENO IN OPERA

A) Se sul terreno deve essere appoggiata la sovrastruttura direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di 50 cm, si seguiranno le seguenti indicazioni:
a) per le terre sabbiose o ghiaiose, si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno 25 cm con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in opera, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;
b) per le terre limose, in assenza d'acqua, si procederà come al precedente capo *a);*
c) per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in opera, mescolando ad esso altro terreno idoneo, in modo da ottenere un conglomerato a legante naturale, compatto ed impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.
B) Se il terreno deve sopportare un rilevato di altezza maggiore di 0,50 m:
a) per terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 cm, fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi un'altezza da 0,50 m a 3 m, e pari all'80% per rilevati aventi un'altezza superiore a 3 m;
b) per le terre limose, in assenza di acqua, si procederà come indicato al comma *a);*
c) per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto *c)* del capo *A).*
In presenza di terre torbose si procederà in ogni caso alla sostituzione del terreno con altro tipo sabbioso-ghiaioso per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

MODIFICAZIONE DELL'UMIDITÀ IN OPERA

L'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; nel caso che l'umidità del terreno in opera sia maggiore di questo valore, occorrerà diminuire questo valore dell'umidità in loco, mescolando alla terra, per lo spessore che verrà indicato dalla Direzione dei lavori, altro materiale idoneo asciutto, o lasciandolo asciugare all'aria previa disgregazione.
Qualora, operando nel modo suddetto, l'umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite del ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottimale ottenuta in laboratorio, dovrà provvedersi a raggiungere il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento.

RIVESTIMENTO E CIGLIATURE CON ZOLLE E SEMINAGIONI

Tanto per le inzollature, che per le seminagioni si dovranno preparare preventivamente le superfici da trattare riportando in corrispondenza alle stesse uno strato uniforme di buona terra vegetale, facendolo aderire bene al terreno sottostante, esente da radici, da erbe infestanti e da cotiche erbose, dello spessore di almeno 20 cm.
Per l'inzollatura delle scarpate, da eseguire dove l'ordinerà la Direzione dei lavori, si useranno, dove è possibile, zolle da 20 a 25 cm e di almeno 5 cm di spessore, disposte a connessure alternate, zolle provenienti dagli scoticamenti generali eseguiti per gli scavi o per la preparazione del terreno purché le zolle siano tuttora vegetanti.
Le zolle saranno assestate battendole col rovescio del badile, in modo da farle bene aderire al terreno.
Per le seminagioni su scarpate si impiegheranno di regola semi di erba medica in quantitativi corrispondenti ad almeno 50 kg per ettaro o stoloni di gramigna.
Sulle superfici piane potrà essere ordinata anche la seminagione di loietto, in quantitativi corrispondenti ad almeno 200 kg di semi per ettaro.

In ogni caso la seminagione deve essere rullata e rastrellata in modo che i semi e gli stoloni di gramigna risultino sicuramente coperti da uno strato di terra di spessore maggiore (2-3 cm) nel caso di gramigna.
Le seminagioni saranno mantenute umide dopo la loro ultimazione, mediante innaffiature, in modo da conservare e aiutare la vegetazione.
La seminagione sarà eseguita in stagione propizia.

FONDAZIONE STRADALE

Quando occorra, la massicciata deve essere munita di una fondazione che, a seconda delle particolari condizioni dei singoli lavori, viene realizzata con una delle seguenti strutture:
a) in pietrame o ciottolami;
b) in misto di ghiaia (o pietrisco) e sabbia; o materiale prevalentemente sabbioso;
c) in materiale di risulta, come i prodotti di recupero delle demolizioni di precedenti massicciate o di costruzioni edilizie, i detriti di frantumazione, le scorie, le ceneri, ecc., purché nei materiali di risulta delle demolizioni non esistano malte gessose;
d) in terra stabilizzata.
La fondazione sarà costituita dalla miscela del tipo approvato dalla Direzione dei lavori e dovrà essere stesa in strati successivi dello spessore stabilito dalla Direzione dei lavori in relazione alla capacità costipante delle attrezzature di costipamento usate. Il sistema di lavorazione e miscelazione del materiale può essere modificato di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione dei requisiti richiesti per ogni diversa miscela.
Ciascun strato dovrà essere costipato con attrezzatura idonea al tipo di materiale impiegato ed approvato dalla Direzione dei lavori.
Il costipamento dovrà interessare la totale altezza dello strato che dovrà essere portato dalla densità stabilita di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura da laboratorio usata ed in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura di cantiere impiegata. Durante il periodo di costipamento dovranno essere integrate le quantità di acqua che evaporano per vento, sole, calore, ecc.
Il materiale da usarsi dovrà corrispondere ai requisiti di cui all'Articolo 60 e dovrà essere prelevato, ove sia possibile, sul posto.
L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.
Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni di umidità siano tali da non produrre detrimenti alla qualità dello strato stabilizzante. La costruzione sarà sospesa quando la temperatura sia inferiore a 3 °C.
Qualsiasi area che sia stata danneggiata per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscelata e costipata in conformità alle prescrizioni della Direzione dei lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun particolare compenso.
La superficie di ciascun strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto e dovrà risultare liscia e libera da buche e irregolarità.

FONDAZIONE IN PIETRAME E CIOTTOLAMI

Per la formazione della fondazione in pietrame e ciottolami entro apposito cassonetto scavato nella piattaforma stradale, dovranno costruirsi tre guide longitudinali di cui due laterali ed una al centro e da altre guide trasversali alla distanza reciproca di 15 m, eseguite accuratamente con pietre e ciottoloni scelti ed aventi le maggiori dimensioni, formando così dei riquadri da riempire con scapoli di pietrame o ciottoloni di altezza non minore di 20 cm e non superiore a 25 cm, assestati a mano, con le code in alto e le facce più larghe in basso bene accostati fra loro e con gli interstizi serrati a forza mediante scaglie.
Ove la Direzione dei lavori, malgrado l'accurata esecuzione dei sottofondi, reputi necessario che prima di spargere su di essi il pietrisco o la ghiaia si provveda alla loro rullatura e sagomatura, tale lavoro sarà eseguito in economia (qualora non esista allo scopo apposito prezzo di elenco) e pagato a parte in base ai prezzi di elenco per la fornitura ed impiego di compressori di vario peso.
Ove tale rullatura si renda invece necessaria per deficienze esecutive nella tessitura dei sottofondi, l'Impresa appaltante sarà obbligata a provvedere a sua totale cura e spesa alla cilindratura.
A lavoro ultimato, la superficie dei sottofondi dovrà avere sagoma trasversale parallela a quella che in definitivo si dovrà fornire alla superficie della carreggiata, o dal pavimento sovrapposto che dovrà costituire

la carreggiata stessa.
Qualora per la natura del terreno di sottofondo e per condizioni igrometriche, possa temersi un anormale affondamento del materiale di fondazione, occorre stendere preventivamente su tale terreno uno strato di sabbia o materiale prevalentemente sabbioso di adeguato spessore ed in ogni caso non inferiore a 10 cm.

FONDAZIONE IN GHIAIA O PIETRISCO E SABBIA

Le fondazioni con misti di ghiaia o pietrisco e sabbia dovranno essere formate con uno strato di materiale di spessore uniforme e di altezza proporzionata sia alla natura del sottofondo, che alle caratteristiche del traffico. Di norma lo spessore dello strato da cilindrare non dovrà essere inferiore a 20 cm.
Lo strato deve essere assestato mediante cilindratura. Se il materiale lo richiede per scarsità di potere legante, è necessario correggerlo con materiale adatto, aiutandone la penetrazione mediante leggero innaffiamento, tale che l'acqua non arrivi al sottofondo.
Le cilindrature dovranno essere condotte procedendo dai lati verso il centro. A lavoro finito, la superficie dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano viabile.
Le stesse norme valgono per le fondazioni costruite con materiale di risulta. Tale materiale non dovrà comprendere sostanze alterabili e che possono rigonfiare in contatto con l'acqua.

MASSICCIATA STRADALE

Per tutta la larghezza della carreggiata, nei tratti nei quali la strada debba essere mantenuta a macadam ordinario, oppure protetto con trattamenti superficiali, rivestimenti, penetrazioni, oppure ancora con pavimenti che lo richiedano, la strada stessa verrà munita di massicciata costituita con pietrisco o ghiaia sciolta di spessore uniforme per tutta l'altezza prescritta nei vari casi, o che sarà prescritta in sede esecutiva dalla Direzione dei lavori.
La massicciata sarà contenuta entro apposito incassamento (cassonetto) ricavato entro la piattaforma stradale.
La sagoma superficiale della massicciata sarà quella prescritta per il macadam ordinario oppure per i trattamenti superficiali, rivestimenti, penetrazioni o pavimenti su massicciata, da adottare per la strada o nei vari tratti ed indicati negli elaborati progettuali.
Inoltre, in tutti i tratti nei quali la piattaforma stradale ricada sui rilevati, o su terreni di non sufficiente resistenza, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, e sempreché non si debba in questi tratti pavimentare la strada con tipi che già richiedano fondazioni proprie e speciali in calcestruzzo, la massicciata propriamente detta, di pietrisco o ghiaia, che dovrà formare il nucleo della carreggiata od il sostegno di pavimentazione, sarà distesa su apposita fondazione od ossatura in pietrame dello spessore prescritto (o da prescriversi all'atto esecutivo) da costruire anch'essa entro l'adatto cassonetto da scavare nella piattaforma stradale.
La sagoma superficiale di questo sottofondo od ossatura sarà in genere parallela a quella superficiale della massicciata di cui sopra.
Le massicciate, tanto se devono formare la definitiva carreggiata vera e propria portante il traffico dei veicoli di per sé resistente, quanto se debbano eseguirsi per consolidamento o sostegno di pavimentazioni destinate a costituire la carreggiata stessa, saranno eseguite con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata da forma, indicate in via di massima nel presente capitolato, o da dimensioni convenientemente assortite.
Il pietrisco sarà ottenuto con la spezzatura a mano o meccanica, curando in quest'ultimo caso di adoperare tipi di frantoi meccanici che spezzino il pietrame od i ciottoloni di elevata durezza da impiegare per la formazione del pietrisco, in modo da evitare che si determino fratture nell'interno dei singoli pezzi di pietrisco.
La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di fare allontanare o di allontanare, a tutte spese e cure dell'Impresa appaltante, dalla sede stradale il materiale di qualità scadente: altrettanto dicasi nel caso che tale materiale non fosse messo in opera con le cautele e le modalità che saranno prescritte dalla Direzione dei lavori, come pure per tutti gli altri materiali e prodotti occorrenti per la formazione delle massicciate e pavimentazioni in genere.
Il materiale di massicciata, preventivamente ammassato in cumuli di forma geometrica od in cataste pure geometriche sui bordi della strada od in adatte località adiacenti, agli effetti della misurazione, qualora non

sia diversamente disposto, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massicciata, ad opera finita, abbia in sezione trasversale e per tratti in rettifilo, ed a seconda dei casi, il profilo indicato negli elaborati progettuali o stabilito dalla Direzione dei lavori.
Tutti i materiali da impiegare per la formazione della massicciata stradale dovranno soddisfare alle Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali di cui al fascicolo n. 4 della Comm.ne Strade del CNR, ultima edizione.
Per la formazione della massicciata il materiale, dopo la misura deve essere steso in modo regolare ed uniforme, ricorrendo alle comuni carriole o forche e se possibile, mediante adatti distributori meccanici.
L'altezza dello strato da cilindrare in una sola volta non deve essere superiore a 15 cm.
Qualora la massicciata non debba essere cilindrata, si provvederà a dare ad essa una certa consistenza, oltre che con l'impiego di pietrisco assortito (da 60 a 25 mm) escludendo rigorosamente le grosse pezzature, mediante lo spandimento di sabbione di aggregazione che renda possibile l'amalgama di vari elementi sotto un traffico moderato.

CILINDRATURA DELLE MASSICCIATE

Salvo quanto è detto all'Articolo 11 per ciò che riguarda le semplici compressioni di massicciate a macadam ordinario, quando si tratti di cilindrare a fondo le stesse massicciate da conservare a macadam ordinario, o eseguite per spianamento e regolarizzazione di piani di posa di pavimentazioni, oppure di cilindrature da eseguire per preparare la massicciata a ricevere trattamenti superficiali, rivestimenti, penetrazioni e relativo supporto, o per supporto di pavimentazioni in conglomerati asfaltici bituminosi od asfaltici, in porfido, ecc., si provvederà allo scopo ed in generale con rullo compressore a motore del peso non minore di 16 tonnellate.
Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà la velocità oraria uniforme non superiore a 3 km.
Per la chiusura e rifinitura della cilindratura si impiegheranno rulli di peso non superiore a tonnellate 14, e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.
I compressori saranno forniti a piè d'opera dall'Impresa appaltante con i relativi macchinisti e conduttori abilitati e con tutto quanto è necessario al loro perfetto funzionamento (salvo che sia diversamente disposto per la fornitura di rulli da parte dell'Amministrazione appaltante).
Verificandosi eventualmente guasti ai compressori in esercizio, l'Impresa appaltante dovrà provvedere prontamente alla riparazione ed anche alla sostituzione, in modo che le interruzioni di lavoro siano ridotte al minimo possibile.
Il lavoro di compressione o cilindratura dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.
Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passi sopra una striscia di almeno 20 cm della zona precedentemente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno 20 cm di larghezza.
Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o ghiaia superiori a 12 cm di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso, e quindi prima della cilindratura. Pertanto, ed ogni qualvolta la massicciata debba essere formata con pietrisco di altezza superiore a 12 cm misurata sempre come sopra, la cilindratura dovrà essere eseguita separatamente e successivamente per ciascun strato di 12 cm o frazione, a partire da quello inferiore.
Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrature queste vengono distinte in 3 categorie:

- *di tipo di chiuso;*
- *di tipo parzialmente aperto;*
- *di tipo completamente aperto;*

a seconda dell'uso cui deve servire la massicciata a lavoro di cilindratura ultimato, e dei trattamenti o rivestimenti coi quali è previsto che debba essere protetta.
Qualunque sia il tipo di cilindratura - fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o i tratti da conservare a macadam semplice - tutte le cilindrature in genere devono essere eseguite in modo che la massicciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

La *cilindratura di tipo chiuso*, dovrà essere eseguita con uso di acqua, per tuttavia limitato, per evitare ristagni nella massicciata e rifluimento in superficie del terreno sottostante che possa perciò essere

rammollito e con impiego, durante la cilindratura, di materiale di saturazione, comunemente tale aggregante, costituito da sabbione pulito e scevro di materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, se è prescritto l'impiego del pietrisco e come è opportuno per questo tipo, purché tali detriti siano idonei allo scopo. Tale materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindratura prolungata in modo opportuno, ossia condotta a fondo, dovrà riempire completamente, od almeno il più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento del pietrisco restano tra gli elementi del pietrisco stesso.
Ad evitare che per eccesso di acqua si verifichino inconvenienti immediati o cedimenti futuri, si dovranno aprire frequenti tagli nelle banchine, creando dei canaletti di sfogo con profondità non inferiore allo spessore della massicciata ed eventuale sottofondo e con pendenza verso l'esterno.
La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento con il numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza del materiale prescritto per la massicciata, e in ogni caso non mai inferiore a 120 passate. Le cilindrature di tipo chiuso devono riservarsi unicamente per le massicciate a macadam per le quali è prevista la cilindratura a fondo; per le massicciate da proteggere con rivestimenti per i quali non si richiede o non sia strettamente necessaria una preliminare bituminatura o catramatura in superficie per favorire l'aderenza, in quanto questa aderenza può egualmente ottenersi senza tale trattamento preliminare (come, per esempio, per i rivestimenti superficiali a base di polveri asfaltiche); ed infine, in generale, dove lo strato di pietrisco cilindrato serve per conguagliare il piano di posa di pavimentazioni cementizie e simili, asfaltiche, ecc., o per sostegno e fondazione di pavimentazioni di altro tipo (conglomerati bituminosi, porfido, ecc.) applicabili e previste da applicare su massicciata cilindrata.

La *cilindratura di tipo semiaperto*, a differenza del precedente, dovrà essere eseguita con le modalità seguenti:
a) l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindratura, limitandone l'uso ad un preliminare innaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massicciata durante le prime passate di compressore, ed a qualche leggerissimo innaffiamento in sede di cilindratura e limitatamente allo strato inferiore da cilindrare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindratura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai 12 cm), e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindratura della zona di massicciata che si dovesse successivamente cilindrare, al disopra della zona suddetta di 12 cm, dovranno eseguirsi totalmente a secco;
b) il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure preferibilmente siliceo, che verrà prescritto ed impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.
Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata (se è previsto impiego di pietrisco), oppure graniglia e pietrischino, sempre dello stesso materiale.
L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata alla parte inferiore della massicciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindratura; qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati possano rimanere in questa parte superiore vuoti eccessivamente voluminosi a danno dell'economia del successivo trattamento, si dovrà provvedere alla loro riduzione unicamente mediante l'esecuzione dell'ultimo strato, che dovrà poi ricevere il trattamento, con opportuna mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massicciata.
La cilindratura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massicciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 80 passate. con applicazioni di una mano (ad impianto) con o senza mani successive, di bitume o catrame, a caldo od a freddo, o per creare una superficie aderente a successivi rivestimenti, facendo penetrare i legami suddetti più o meno profondamente nello strato superficiale della massicciata (trattamento in semipenetrazione).

La *cilindratura di tipo completamente aperto* differisce a sua volta dagli altri sopra descritti in quanto deve essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti i vuoti.
La massicciata viene preparata per ricevere la penetrazione, mediante cilindratura che non è portata subito a fondo, ma sufficiente a serrare fra loro gli elementi del pietrisco, che deve essere sempre di qualità

durissima e preferibilmente siliceo, con le dimensioni appropriate, allo scopo prescritte nell'Articolo 58; il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindratura, da eseguirsi successivamente all'applicazione del trattamento in penetrazione, come è indicato nel citato Articolo 58. La cilindratura di tipo completamente aperto viene impiegata unicamente per lo strato superiore delle massicciate da trattare a completa penetrazione descritte all'Articolo 58 seguente.
Il tipo di cilindratura semiaperto è quello da eseguire per le massicciate che si devono proteggere con applicazioni di una mano (ad impianto) con o senza mani successive, di bitume o catrame, a caldo od a freddo, o per creare una superficie aderente a successivi rivestimenti, facendo penetrare i legami suddetti più o meno profondamente nello strato superficiale della massicciata (trattamento in semipenetrazione).

FONDAZIONI STRADALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Per quanto concerne la manipolazione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo valgono le norme già indicate nei precedenti articoli riguardanti i conglomerati.
L'aggregato grosso (i pietrischi e le ghiaie) avranno le caratteristiche almeno pari a quelle della categoria III, della tabella II, Articolo 3 delle norme edite dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (fascicolo n. 4 delle Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali, ultima edizione) e saranno di pezzatura compresa fra i 25 mm e i 40 mm. I pietrischetti o ghiaietti avranno caratteristiche almeno pari a quelli della categoria IV della tabella III dell'Articolo 4 delle norme suindicate della pezzatura compresa fra i 10 mm e i 25 mm.
I materiali dovranno essere di qualità e composizione uniforme, puliti e praticamente esenti da polvere, argilla o detriti organici. A giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, questa potrà richiedere la preventiva lavatura.
L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali, eminentemente silicee e di cava o di fiume, o provenienti dalla frantumazione artificiale di rocce idonee. L'aggregato dovrà passare almeno per il 95% dal crivello con fori di 7 mm, per almeno il 70% dal setaccio 10 ASTM e per non oltre il 10% dal setaccio 100 ASTM.
La sabbia dovrà essere di qualità viva, ruvida al tatto, pulita ed esente da polvere, argilla od altro materiale estraneo, di granulometria bene assortita.
Il cemento normale o ad alta resistenza dovrà provenire da cementifici di provata capacità e serietà e dovrà rispondere alle caratteristiche richieste dalle norme vigenti.
L'acqua da impiegarsi dovrà essere pulita e priva di qualsiasi sostanza che possa ridurre la consistenza del calcestruzzo od ostacolarne la presa e l'indurimento.
Il calcestruzzo sarà costituito con inerti di almeno tre pezzature, dosato con 200 kg di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.
La proporzione delle varie pezzature di inerti ed il rapporto acqua e cemento verranno determinati preventivamente con prove di laboratorio ed accettati dalla Direzione dei lavori.
La dosatura dei diversi materiali, nei rapporti sopradescritti per la miscela, dovrà essere fatta esclusivamente a peso, con bilance possibilmente a quadrante e di agevole lettura.
Si useranno almeno due bilance, una per gli aggregati ed una per il cemento.
L'acqua sarà misurata in apposito recipiente tarato provvisto di dispositivo di dosatura automatica, che consenta di mantenere le erogazioni effettive nel limite del 2% in più o in meno rispetto alla quantità di volta in volta stabilita.
Le formule di composizione suindicate si riferiscono ad aggregati asciutti; pertanto si dovranno apportare nelle dosature le correzioni richieste dal grado di umidità degli aggregati stessi.
Anche i quantitativi di acqua da adottarsi sono comprensivi dell'acqua già eventualmente presente negli aggregati stessi.
La miscelazione dovrà effettuarsi a mezzo di un mescolatore di tipo idoneo.
La durata della mescolazione non dovrà essere inferiore ad un minuto nelle impastatrici a mescolazione forzata, ed a minuti 1,5 nelle impastatrici a tamburo, contandosi il tempo a partire dal termine della immissione di tutti i componenti nel mescolatore.
In ogni caso, ad impasto finito, tutti gli elementi dovranno risultare ben avvolti dalla pasta di cemento; e non dovranno aversi differenziazioni o separazioni sensibili nelle diverse parti dell'impasto.
La composizione effettiva del calcestruzzo sarà accertata, oltre che mediante controllo diretto della formazione degli impasti, arrestando, mediante aggiunta di alcool, i fenomeni di presa nei campioni prelevati subito dopo la formazione del conglomerato e sottoponendo i campioni stessi a prove di laboratorio.
Prima di ogni ripresa del lavoro, o mutandosi il tipo di impasto, il mescolatore dovrà essere accuratamente

pulito e liberato dagli eventuali residui di materiale e di calcestruzzo indurito.
In nessun caso e per nessuna ragione sarà permesso di utilizzare calcestruzzo che abbia già iniziato il processo di presa, neppure procedendo ad eventuali aggiunte di cemento. Il calcestruzzo potrà essere confezionato sia nello stesso cantiere di stesa che in altro cantiere dell'Impresa appaltante purché il trasporto sia eseguito in modo da non alterare l'uniformità e la regolarità della miscela.
Nel caso in cui l'Impresa appaltante desiderasse aumentare la plasticità e lavorabilità del conglomerato, l'eventuale aggiunta di opportuni correttivi, come prodotti aereatori o plastificati, dovrà essere autorizzata dalla Direzione dei lavori; le spese relative saranno a carico dell'Impresa appaltante.
Prima di addivenire alla posa del calcestruzzo, l'Impresa appaltante avrà cura di fornire e stendere a sue spese sul sottofondo uno strato continuo ed uniforme di sabbia, dello spessore di almeno un centimetro.
Per il contenimento e per la regolazione degli spessori del calcestruzzo durante il getto, l'Impresa appaltante dovrà impiegare guide metalliche dei tipi normalmente usati allo scopo, composte di elementi di lunghezza minima di 3 m, di altezza non inferiore allo spessore del calcestruzzo, muniti di larga base e degli opportuni dispositivi per il sicuro appoggio ed ammarramento al terreno e collegate fra di loro in maniera solida e indeformabile. Le guide dovranno essere installate con la massima cura e precisione. L'esattezza della posa delle guide sarà controllata con regolo piano della lunghezza di 2 m, e tutte le differenze superiori ai 3 mm in più o in meno dovranno essere corrette. Le guide dovranno essere di tipo e resistenza tali da non subire inflessioni od oscillazioni sensibili durante il passaggio e l'azione della macchina finitrice.
Il getto della pavimentazione potrà essere effettuato in due strati ed essere eseguito in una sola volta per tutta la larghezza della strada, oppure in due strisce longitudinali di uguale larghezza gettata distintamente una dopo l'altra, se la carreggiata è a due corsie; i giunti fra le due strisce dovranno in ogni caso corrispondere alle linee di centro della carreggiata di traffico.
Qualora la carreggiata abbia un numero di corsie superiore a due le strisce longitudinali di uguale larghezza da gettarsi distintamente dovranno essere tante quante sono le corsie.
Il costipamento e la finitura del calcestruzzo dovranno essere eseguiti con finitrici a vibrazione del tipo adatto ed approvato dalla Direzione dei lavori, automoventesi sulle guide laterali, munite di un efficiente dispositivo per la regolarizzazione dello strato di calcestruzzo secondo la sagoma prescritta (sagomatrice) e agente simultaneamente ed uniformemente sull'intera larghezza del getto.
La vibrazione dovrà essere iniziata subito dopo il getto del calcestruzzo e proseguita fino al suo completo costipamento.
L'azione finitrice dovrà essere tale da non spezzare, durante l'operazione, gli elementi degli aggregati e da non alterare in alcun punto l'uniformità dell'impasto; si dovrà evitare in particolare che alla superficie della pavimentazione si formino strati di materiale fino.
I getti non potranno essere sospesi durante l'esecuzione dei lavori se non in corrispondenza dei giunti di dilatazione o di contrazione. In quest'ultimo caso il taglio del giunto dovrà essere formato per tutto lo spessore del calcestruzzo.
In nessun caso si ammetteranno riprese e correzioni eseguite con malta o con impasti speciali. La lavorazione dovrà essere ultimata prima dell'inizio della presa del cemento.
A vibrazione ultimata lo strato del calcestruzzo dovrà risultare perfettamente ed uniformemente costipato su tutto lo spessore e dovrà presentare la superficie scabra per facilitare l'ancoraggio del sovrastante strato di conglomerato bituminoso (binder). Pertanto, prima dell'inizio della presa, la superficie verrà accuratamente pulita dalla malta affiorante per effetto della vibrazione, mediante spazzoloni moderatamente bagnati, fino ad ottenere lo scoprimento completo del mosaico.
La pavimentazione finita dovrà corrispondere esattamente alle pendenze trasversali e alle livellette di progetto o indicate dalla Direzione dei lavori e risultare uniforme in ogni punto e senza irregolarità di sorta.
In senso longitudinale non si dovranno avere ondulazioni od irregolarità di livelletta superiori a 5 mm in più o in meno rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 metri appoggiata al manto. Gli spessori medi del manto non dovranno risultare inferiori a quelli stabiliti, con tolleranze massime locali di un centimetro in meno. In caso di irregolarità e deficienze superiori ai limiti sopraddetti, l'Amministrazione appaltante potrà richiedere il rifacimento anche totale dei tratti difettosi quando anche si trattasse di lastre intere. L'Impresa appaltante è obbligata a fornire tutte le prestazioni che si ritenessero necessarie per l'esecuzione delle prove o dei controlli, nonché il trasporto in opera e ritorno degli strumenti ed attrezzature occorrenti.
I giunti longitudinali saranno formati a mezzo di robuste guide metalliche di contenimento, già precedentemente descritte.
Essi, per le strade a due corsie, verranno costruito in corrispondenza dell'asse della carreggiata mentre, per le strade aventi un numero maggiore di corsie, i giunti verranno costruiti in corrispondenza alla linea di separazione ideale fra corsia e corsia; tali giunti dovranno avere parete verticale ed interessare tutto lo

spessore del calcestruzzo.
La parete del giunto dovrà presentarsi liscia e priva di scabrosità ed a tale scopo si avrà cura di prendere, durante il getto, tutti gli accorgimenti del caso.
Prima della costruzione della striscia adiacente alla parete del giunto, tale parete dovrà essere spalmata, a cura e spese dell'Impresa appaltante, di bitume puro.
I giunti trasversali di dilatazione saranno disposti normalmente all'asse stradale, a intervalli eguali, conformi al progetto o alle prescrizioni della Direzione dei lavori e saranno ottenuti inserendo nel getto apposite tavolette di materiale idoneo deformabili, da lasciare in posto a costituire ad un tempo il giunto ed il suo riempimento.
Tali tavolette dovranno avere un'altezza di almeno 3 cm inferiore a quella del manto finito. Per completare il giunto sino a superficie, le tavolette durante il getto, dovranno essere completate con robuste sagome provvisorie rigidamente fissate al preciso piano della pavimentazione in modo da consentire la continuità del passaggio e di lavoro della finitrice e da rimuovere a lavorazione ultimata.
La posa in opera delle tavolette deve essere fatta con un certo anticipo rispetto al getto e con tutti gli accorgimenti e la cura necessaria perché il giunto risulti rettilineo regolare, della larghezza massima di 10 mm e con spigoli perfettamente profilati.
Non saranno tollerate deviazioni maggiori di 10 mm rispetto all'allineamento teorico. Qualora si usino tavolette di legno, si dovranno impiegare essenze dolci; inoltre gli elementi, prima della loro posa in opera, dovranno essere ben inzuppati d'acqua.
I giunti potranno anche essere ottenuti provvedendo, a vibrazione ultimata, ad incidere con tagli netti in corrispondenza della tavoletta sommersa a mezzo di opportune sagome metalliche vibranti o a mezzo di macchine tagliatrici.
I bordi dei giunti verranno successivamente regolarizzati con fratazzi speciali in modo da sagomare gli spigoli secondo profili circolari del raggio di un centimetro.
I giunti di contrazione saranno ottenuti incidendo la pavimentazione dall'atto mediante sagome metalliche inserite provvisoriamente nel getto o mediante una lamina vibrante. L'incisione deve avere in ogni caso una profondità pari almeno alla metà dello spessore totale della fondazione in modo da indurre successiva rottura spontanea delle lastre in corrispondenza della sezione di minore resistenza così creata.
Le distanze fra i giunti di contrazione saranno conformi al progetto od alle prescrizioni della Direzione dei lavori.
Trascorso il periodo di stagionatura del calcestruzzo si provvederà alla colmatura dei giunti, previa accurata ed energica pulizia dei vani da riempire, con mastice bituminoso la cui composizione dovrà corrispondere alle seguenti caratteristiche:

Bitume penetrazione da 80 a 100	20% in peso;
Mastice di asfalto in pani	35% in peso;
Sabbia da 0 a 2 mm	45% in peso.

PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Valgono per le pavimentazioni tutte le norme indicate nel precedente Articolo per le fondazioni in calcestruzzo di cemento.
In questo caso però il calcestruzzo sarà costituito con inerti di almeno tre pezzature e sarà dosato con tre quintali di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.
La superficie della pavimentazione a vibrazione ultimata dovrà presentare un leggero affioramento di malta, sufficiente per la perfetta chiusura e lisciatura del piano del pavimento.
Non saranno assolutamente permesse aggiunte in superficie di malta cementizia anche se questa fosse confezionata con una più ricca dosatura di cemento. Prima che il calcestruzzo inizi la presa e quando il piano sia sufficientemente asciutto si dovrà striare trasversalmente la pavimentazione con una scopa di saggina, così da renderla sicuramente scabra.
Si avrà particolare cura affinché i bordi dei giunti longitudinali e trasversali siano leggermente arrotondati con una curva di raggio di centimetri uno, e siano rifiniti in piano perfetto con la rimanente pavimentazione.

RETE A MAGLIE SALDATE IN ACCIAIO PER ARMATURE DI FONDAZIONI O PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

A 5 cm dal piano finito della pavimentazione o fondazione del conglomerato cementizio, sarà fornita e posta in opera una rete metallica avente le caratteristiche appresso indicate.
Lo spessore dei singoli fili nonché le dimensioni delle maglie verranno fissate dalla Direzione dei lavori. Per la dimensione delle maglie, le quali potranno essere quadrate o rettangolari, si fissano i limiti da 75 mm a 300 mm.
La rete sarà costituita da fili di acciaio ad alta resistenza tipo UNI, trafilati a freddo, con resistenza a trazione di 60 kg/mm^2 ed un allungamento dell'8%.
La rete sarà ottenuta mediante saldatura elettrica di tutti i punti di incrocio delle singole maglie.
La saldatura deve avvenire in modo che si stabilisca la continuità di struttura dei due fili, e la penetrazione di un filo nell'altro dovrà essere compresa tra 1/4 ed 1/2 del diametro del filo.
Per la prova della rete si preleveranno delle barrette ognuna delle quali dovrà contenere almeno un punto d'incrocio saldato.
Saranno ammessi scarti del diametro dei fili dell'ordine del 3% in più od in meno rispetto alla sezione nominale.
Nelle dimensioni delle maglie saranno tollerati scarti non superiori al 5% in più o in meno rispetto alle dimensioni prescritte.
La rete verrà contabilizzata e liquidata in base al peso effettivo del materiale impiegato. Nel prezzo relativo di elenco sono compresi tutti gli oneri di fornitura del materiale, l'esecuzione della rete, la sua posa in opera, ganci, trasporti, sfridi e tutto quanto altro occorra.

PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DELLE MASSICCIATE CILINDRATE DA SOTTOPORRE A TRATTAMENTI SUPERFICIALI O SEMIPENETRAZIONI O A PENETRAZIONI

L'applicazione sulla superficie delle massicciate cilindrate di qualsiasi rivestimento, a base di leganti bituminosi, catramosi od asfaltici, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto di polvere e fango, in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco.
Ove quindi la ripulitura della superficie della massicciata non sia già stata conseguita attraverso un accurato preventivo lavaggio del materiale costituente lo strato superiore, da eseguirsi immediatamente prima dello spandimento e della compressione meccanica, la pulitura si potrà iniziare con scopatrici meccaniche, cui farà seguito la scopatura a mano con lunghe scope flessibili. L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la Direzione dei lavori consenta l'uso di soffiatrici che eliminino la polvere dagli interstizi della massicciata.
Sarà di norma prescritto il lavaggio quando, in relazione al tipo speciale di trattamento stabilito per la massicciata, il costipamento di quest'ultima superficie sia tale da escludere che essa possa essere sconvolta dall'azione del getto d'acqua sotto pressione, e si impieghino, per il trattamento superficiale, emulsioni.
Per leganti a caldo, per altro, il lavaggio sarà consentito solo nei periodi estivi; e sarà comunque escluso quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della massicciata che possa essere richiesto dal tipo di trattamento o rivestimento da eseguire sulla massicciata medesima, in modo da tener conto della necessità di avere, per quei trattamenti a caldo con bitume o catrame che lo esigono, una massicciata perfettamente asciutta.

EVENTUALI DELIMITAZIONI E PROTEZIONE DEI MARGINI DEI TRATTAMENTI BITUMINOSI

Nella prima esecuzione dei trattamenti protetti a base di leganti, quando la Direzione dei lavori lo richieda e ciò sia contemplato nel prezzo di elenco, l'Impresa appaltante dovrà provvedere alla loro delimitazione lungo i margini con un bordo di pietrischetto bituminato della sezione di 5 x 8 cm.
A tale scopo, prima di effettuare la pulitura della superficie della massicciata cilindrata che precede la prima applicazione di leganti, verrà, col piccone, praticato un solco longitudinale, lungo il margine della massicciata stessa, della profondità di circa 5 cm e della larghezza di circa 8 cm.

Ultimata la ripulitura ed asportate le materie che avessero eventualmente ostruito il solco, si delimiterà con quest'ultimo, in aderenza al margine della massicciata, il vano che dovrà riempirsi con pietrischetto bituminato, mediante regoli aventi la faccia minore verticale e sufficientemente sporgenti dal suolo, i quali saranno esattamente collocati in modo da profilare nettamente il bordo interno verso l'asse stradale.
Riempito quindi il vano con pietrischetto bituminato, si procederà ad un'accurata battitura di quest'ultimo mediante sottili pestelli metallici di adatta forma, configurando nettamente la superficie superiore del cordolo all'altezza di quella della contigua massicciata.
Si procederà poscia al previsto trattamento di prima applicazione, coprendo anche la superficie del cordolo, dopo di che, con le norme di cui appresso relative ai vari trattamenti, si provvederà allo spargimento di graniglia ed alla successiva bitumatura.
La rimozione dei regoli di contenimento del bordo non verrà fatta se prima quest'ultimo non abbia raggiunto una sufficiente consistenza tale da evitarne la deformazione.
Prima dell'esecuzione, a rincalzo del bordo verso l'esterno, verrà adoperato il materiale detritico proveniente dall'apertura del solco.
Il pietrischetto da impiegarsi per il bordo sarà preparato preferibilmente a caldo: è ammesso, peraltro, anche l'impiego di materiale preparato con emulsioni bituminose, purché la preparazione sia fatta con qualche giorno di precedenza e con le debite cure, in modo che i singoli elementi del pietrischetto risultino bene avviluppati da bitume già indurito e che la massa sia del tutto esente da materie estranee e da impurità.

MANTI ESEGUITI MEDIANTE CONGLOMERATI BITUMINOSI SEMIAPERTI

Per le strade a traffico non molto intenso nelle quali si vuol mantenere una sufficiente scabrezza si potrà ricorrere a manti formati con pietrischetti o graniglia e sabbia, ed alcuni casi anche con additivo, legati con bitumi solidi o liquidi, secondo le formule di composizione in seguito indicate.
Per ottenere i conglomerati bituminosi in oggetto si dovranno impiegare, come aggregato grosso per manti d'usura, materiali ottenuti da frantumazione di rocce aventi elevata durezza con resistenza minima alla compressione di 1250 kg/cm^2.
Per strati non d'usura si potranno usare anche materiali meno pregiati. Saranno ammessi aggregati provenienti dalla frantumazione dei ciottoli e delle ghiaie.
Gli aggregati dovranno corrispondere alle granulometrie di cui in appresso.
Per assicurare la regolarità della granulometria la Direzione dei lavori potrà richiedere che l'aggregato rosso venga fornito in due distinti assortimenti atti a dare, per miscela, granulometrie comprese nei limiti stabiliti.
Gli aggregati da impiegarsi per manti di usura non dovranno essere idrofili.
Come aggregato fine si dovranno impiegare sabbie aventi i requisiti previsti all'Articolo 14 e) del presente Capitolato speciale.
Si potranno usare tanto sabbie naturali che sabbie provenienti dalla frantumazione delle rocce. In quest'ultimo caso si potranno ammettere anche materiali aventi più del 5% di passante al setaccio 200.
L'additivo dovrà corrispondere ai requisiti di cui alle Norme per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, sabbie, additivi per le costruzioni stradali (fascicolo n. 4 ultima edizione) della Comm.ne Strade del CNR.
I bitumi solidi e liquidi dovranno corrispondere ai requisiti di cui all'Articolo 2 del presente Capitolato speciale.
In seguito sono indicate le penetrazioni e le viscosità dei bitumi che dovranno essere adottate nei diversi casi.
I conglomerati dovranno risultare, a seconda dello spessore finale del manto (a costipamento ultimato), costituiti come è indicato nelle tabelle che seguono.

Conglomerati del tipo I
(per risagomature, strati di fondazione, collegamento per manti di usura in strade a traffico limitato)

	A per spessori < a 35 mm % in peso	B per spessori > a 35 mm % in peso
Aggregato grosso:		
Passante al crivello 25 e trattamento al setaccio 10	---	66-81
Passante al crivello 20 e trattamento al setaccio 10	66-81	---

Aggregato grosso: Passante al setaccio 10	15-25	15-25
Bitume: Quando si impieghino bitumi liquidi è consigliabile aggiungere anche additivo, in percentuali comprese tra il 2 ed il 3% in peso totale Per tutti i predetti conglomerati le pezzature effettive dell'aggregato grosso entro i limiti sopra indicati saranno stabilite di volta in volta dalla D.L. in relazione alle necessità	4,2-5,5	4,2-5,5

Conglomerato del tipo II
(per manti di usura su strade comuni)

	A per spessori < a 35 mm % in peso	B per spessori > a 35 mm % in peso
Aggregato grosso: Passante al crivello 15 e trattamento al setaccio 10	---	59-80
Passante al crivello 20 e trattamento al setaccio 10	60-80	---
Aggregato grosso: Passante al setaccio 10 e trattenuto dal 200	15-30	15-30
Additivo: Passante al setaccio 200	3,5	3,5
Bitume	4,5-6,0	4,5-6,0

Si useranno bitumi di penetrazione compresa tra 80 e 200, a seconda dello spessore del manto, ricorrendo alle maggiori penetrazioni per gli spessori minori e alle penetrazioni minori per gli strati di fondazione di maggior spessore destinati a sopportare calcestruzzi o malte bituminose, tenendo anche conto delle escursioni locali delle temperature ambienti.
Impiegando i bitumi liquidi si dovranno usare i tipi di più alta viscosità; il tipo BL 150-200 si impiegherà tuttavia solo nelle applicazioni fatte nelle stagioni fredde.
Nella preparazione dei conglomerati, la formula effettiva di composizione degli impasti dovrà corrispondere, a seconda dei tipi di conglomerati richiesti di volta in volta, alle prescrizioni di cui sopra e dovrà essere preventivamente comunicata alla Direzione dei lavori.
Per la esecuzione di conglomerati con bitumi solidi si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati con un essiccatore a tamburo, provvisto di ventilatore per l'aspirazione della polvere. Gli aggregati dovranno essere riscaldati a temperature comprese tra i 120℃ e i 160℃.
Il bitume dovrà essere riscaldato a temperatura compresa tra i 150℃ e i 180℃. Il riscaldamento deve essere eseguito in caldaie idonee, atte a scaldare uniformemente tutto il materiale evitando il surriscaldamento locale, utilizzanti possibilmente, per lo scambio di calore, liquidi caldi o vapori circolanti in serpentine immerse o a contatto col materiale.
Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario. Il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato devono essere condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione all'atto della posa in opera non deve risultare comunque diminuita di oltre il 30% rispetto a quella originaria.
Allo scopo di consentire il sicuro controllo delle temperature suindicate, le caldaie di riscaldamento del bitume e i sili degli aggregati caldi dovranno essere muniti di termometri fissi.
Per agevolare l'uniformità della miscela e del regime termico dell'essiccatore, il carico degli aggregati freddi nell'essiccatore dovrà avvenire mediante un idoneo alimentatore meccanico, che dovrà avere almeno tre

distinti scomparti, riducibili a due per conglomerati del primo tipo.
Dopo il riscaldamento l'aggregato dovrà essere riclassificato in almeno due diversi assortimenti, selezionati mediante opportuni vagli.
La dosatura di tutti i componenti dovrà essere eseguita a peso, preferibilmente con bilance di tipo automatico, con quadranti di agevole lettura. Si useranno in ogni caso almeno due distinte bilance: una per gli aggregati e l'altra per il bitume; quest'ultima dovrà eventualmente utilizzarsi anche per gli altri additivi.
Si potranno usare anche impianti a dosatura automatica volumetrica purché la dosatura degli aggregati sia eseguita dopo il loro essiccamento, purché i dispositivi per la dosatura degli aggregati, dell'additivo e del bitume siano meccanicamente e solidamente collegati da un unico sistema di comando atto ad evitare ogni possibile variazione parziale nelle dosature, e purché le miscele rimangano in ogni caso comprese nei limiti di composizione suindicati.
Gli impianti dovranno essere muniti di mescolatori efficienti capaci di assicurare la regolarità e l'uniformità delle miscele.
La capacità dei miscelatori, quando non siano di tipo continuo, dovrà essere tale da consentire impasti singoli del peso complessivo di almeno 200 kg.
Nella composizione delle miscele per ciascun lavoro dovranno essere ammesse variazioni massime dell'1% per quanto riguarda la percentuale di bitume, del 2% per la percentuale di additivo, e del 10% per ciascun assortimento granulometrico stabilito, purché sempre si rimanga nei limiti estremi di composizione e di granulometria fissati per i vari conglomerati.
Per l'esecuzione di conglomerati con bitumi liquidi, valgono le norme sopra stabilite, ma gli impianti dovranno essere muniti di raffreddatori capaci di abbassare la temperatura dell'aggregato, prima essiccato ad almeno 110°C, riducendola all'atto dell'impasto a non oltr e i 70°C.
Potrà evitarsi l'uso del raffreddatore rinunciando all'essiccazione dell'aggregato mediante l'impiego di bitumi attivati con sostanze atte a migliorare l'adesione tra gli aggregati ed il bitume in presenza d'acqua. L'uso di questi materiali dovrà essere tuttavia autorizzato dalla Direzione dei lavori e avverrà a cura e spese dell'Impresa appaltante.
I bitumi liquidi non dovranno essere riscaldati, in ogni caso, a più di 90°C, la loro viscosità non do vrà aumentare per effetto del riscaldamento di oltre il 40% rispetto a quella originale.
Qualora si voglia ricorrere all'impiego di bitumi attivati per scopi diversi da quelli sopraindicati, ad esempio per estendere la stagione utile di lavoro o per impiegare aggregati idrofili, si dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della Direzione dei lavori.
La posa in opera ed il trasporto allo scarico del materiale dovranno essere eseguiti in modo da evitare di modificare o sporcare la miscela e ogni separazione dei vari componenti.
I conglomerati dovranno essere portati sul cantiere di stesa a temperature non inferiori ai 110°C, se eseguiti con bitumi solidi.
I conglomerati formati con bitumi liquidi potranno essere posti in opera anche a temperatura ambiente.
La stesa in opera del conglomerato sarà condotta, se eseguita a mano, secondo i metodi normali con appositi rastrelli metallici.
I rastrelli dovranno avere denti distanziati l'uno dall'altro di un intervallo pari ad almeno 2 volte la dimensione massima dell'aggregato impiegato e di lunghezza pari almeno 1,5 volte lo spessore dello strato del conglomerato.
Potranno usarsi spatole piane in luogo dei rastrelli solo per manti soffici di spessore inferiore ai 20 mm.
Per lavori di notevole estensione la posa in opera del conglomerato dovrà essere invece eseguita mediante finitrici meccaniche di tipo idoneo.
Le finitrici dovranno essere semoventi; munite di sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale capace di assicurare il mantenimento dell'uniformità degli impasti ed un grado uniforme di assestamento in ogni punto dello strato deposto.
Dovranno consentire la stesa di strati dello spessore di volta in volta stabilito, di livellette e profili perfettamente regolari, compensando eventualmente le irregolarità della fondazione. A tale scopo i punti estremi di appoggio al terreno della finitrice dovranno distare l'uno dall'altro, nel senso longitudinale della strada, di almeno tre metri; e dovrà approfittarsi di questa distanza per assicurare la compensazione delle ricordate eventuali irregolarità della fondazione.
Per la cilindratura del conglomerato si dovranno usare compressori a rapida inversione di marcia, del peso di almeno 5 tonnellate.
Per evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote del rullo si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua.
La cilindrata dovrà essere iniziata dai bordi della strada e si procederà poi di mano in mano verso la

mezzeria.
I primi passaggi saranno particolarmente cauti per evitare il pericolo di ondulazioni e fessurazione del manto.
La cilindratura dopo il primo consolidamento del manto dovrà essere condotta anche in senso obliquo all'asse della strada, e, se possibile, anche in senso trasversale.
La cilindratura dovrà essere continuata sino ad ottenere un sicuro costipamento.
Tutti gli orli e i margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti (come i giunti in corrispondenza alle riprese di lavoro, ai cordoni laterali, alle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) dovranno essere spalmati con uno strato di bitume, prima di addossarvi il manto, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità ed adesione delle parti.
Inoltre tutte le giunzioni e i margini dovranno essere battuti e finiti a mano con gli appositi pestelli da giunta a base rettangolare opportunamente scaldati o freddi nel caso di conglomerati preparati con bitumi liquidi.
A lavoro finito i manti dovranno presentare superficie in ogni punto regolarissima e perfettamente corrispondente alle sagome ed alle livellette di progetto o prescritte dalla Direzione dei lavori.
A lavoro finito non vi dovranno essere in alcun punto ondulazioni od irregolarità superiori ai 5 mm misurati utilizzando un'asta rettilinea della lunghezza di tre metri appoggiata longitudinalmente sulla pavimentazione.

MANTI SOTTILI ESEGUITI MEDIANTE CONGLOMERATI BITUMINOSI CHIUSI

Per strade a traffico molto intenso, nelle quali si vuole costituire un manto resistente e di scarsa usura e ove si disponga di aggregati di particolare qualità potrà ricorrersi a calcestruzzi bituminosi formati con elevate percentuali di aggregato grosso, sabbia, additivo, bitume.
Gli aggregati grossi dovranno essere duri, tenaci, non fragili, provenienti da rocce preferibilmente endogene, ed a fine tessitura: devono essere non gelivi o facilmente alterabili, né frantumabili facilmente sotto il rullo o per effetto del traffico: devono sopportare bene il riscaldamento occorrente per l'impasto: la loro dimensione massima non deve superare i 2/3 dello spessore del manto finito.
Di norma l'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetto o graniglia ottenuti per frantumazione da rocce aventi resistenza minima alla compressione di 1250 kg/cm^2 nella direzione del piano di cava ed in quella normale, coefficiente di Dèval non inferiore a 12, assai puliti e tali da non perdere per decantazione in acqua più dell'uno per cento in peso. I singoli pezzi saranno per quanto possibile poliedrici.
La pezzatura dell'aggregato grosso sarà da 3 a 15 mm, con granulometria da 10 a 15 mm dal 15 al 20% - da 5 a 10 mm dal 20 al 35% - da 3 a 5 mm dal 10 al 25%.
L'aggregato fino sarà costituito da sabbia granulare preferibilmente proveniente dalla frantumazione del materiale precedente, sarà esente da polvere di argilla e da qualsiasi sostanza estranea e sarà interamente passante per lo staccio di 2 mm (n. 10 della serie ASTM): la sua perdita di peso per decantazione non dovrà superare il 2%.
La granulometria dell'aggregato fine sarà in peso:
dal 10 al 40% fra 2 mm e 0,42 mm (setacci n. 10 e n. 40 sabbia grossa)
dal 30 al 55% fra 0,42 mm e 0,297 mm (setacci n. 40 e n. 80 sabbia media)
dal 16 al 45% fra 0,297 mm e 0,074 mm (setacci n. 80 e n. 200 sabbia fine).
L'additivo minerale (filler) da usare potrà essere costituito da polvere di asfalto passante per intero al setaccio n. 80 (0,297 mm) e per il 90% dal setaccio n. 200 (0,074 mm) ed in ogni caso da polveri di materiali non idrofili.
I vuoti risultanti nell'aggregato totale adottato per l'impasto dopo l'aggiunta dell'additivo non dovranno eccedere il 20-22% del volume totale.
Il bitume da usarsi dovrà presentare, all'atto dell'impasto (prelevato cioè dall'immissione nel mescolatore), penetrazione da 80 a 100 ed anche fino a 120, onde evitare una eccessiva rigidità non compatibile con lo scarso spessore del manto.
L'impasto dovrà corrispondere ad una composizione ottenuta entro i seguenti limiti:
a) aggregato grosso delle granulometrie assortite indicate, dal 40 al 60%;
b) aggregato fino delle granulometrie assortite indicate, dal 25 al 40%;
c) additivo, dal 4 al 10%;
d) bitume, dal 5 all'8%.
Nei limiti sopraindicati la formula della composizione degli impasti da adottare sarà proposta dall'Impresa appaltante e dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei lavori.
Su essa saranno consentite variazioni non superiori allo 0,5% in più o in meno per il bitume - all'1,5% in più o in meno per gli additivi - al 5% delle singole frazioni degli aggregati in più o in meno, purché si rimanga nei

limiti della formula dell'impasto sopra indicato.
Particolari calcestruzzi bituminosi a masse chiuse e a granulometria continua potranno eseguirsi con sabbie e polveri di frantumazione per rivestimenti di massicciate di nuova costruzione o riprofilatura di vecchie massicciate per ottenere manti sottili di usura d'impermeabilizzazioni antiscivolosi.
Le sabbie da usarsi potranno essere sabbie naturali di mare o di fiume o di cava o provenienti da frantumazione purché assolutamente scevre di argilla e di materie organiche ed essere talmente resistenti da non frantumarsi durante la cilindratura: tali sabbie includeranno una parte di aggregato grosso, ed avranno dimensioni massime da 9,52 mm a 0,074 mm con una percentuale di aggregati del 100% di passante al vaglio di 9,52 mm; dell'84% di passante al vaglio di 4,76 mm; dal 50 al 100% di passante dal setaccio da 2 mm; dal 36% all'82% di passante dal setaccio di 1,19 mm; dal 16 al 58% di passante dal setaccio di 0,42 mm; dal 6 al 32% di passante dal setaccio 0,177 mm; dal 4 al 14% di passante dal setaccio da 0,074 mm.
Come legante potrà usarsi o un bitume puro con penetrazione da 40 a 200 od un cut-back medium curring di viscosità 400/500 l'uno o l'altro sempre attirato in ragione del 6 o 7,5% del peso degli aggregati secchi: dovrà aversi una compattezza del miscuglio di almeno l'85%.
Gli aggregati dovranno essere scaldati ad una temperatura non superiore a 120°C ed il legante del secondo tipo da 130°C a 110°C.
Dovrà essere possibile realizzare manti sottili che, nel caso di rivestimenti, aderiscano fortemente a preesistenti trattamenti senza necessità di strati interposti: e alla prova Hobbard Field si dovrà avere una resistenza dopo 24 ore di 45 kg/cm^2.
Per l'esecuzione di comuni calcestruzzi bituminosi a massa chiusa da impiegare a caldo, gli aggregati minerali saranno essiccati e riscaldati in adatto essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore e collegato ad alimentatore meccanico.
Mentre l'aggregato caldo dovrà essere riscaldato a temperatura fra i 130°C ed i 170°C, il bitume sarà riscaldato tra 160°C e 180°C in adatte caldaie susc ettibili di controllo mediante idonei termometri registratori.
L'aggregato caldo dovrà essere riclassificato in almeno tre assortimenti e raccolto, prima di essere immesso nella tramoggia di pesatura, in tre sili separati, uno per l'aggregato fine e due per quello grosso.
Per la formazione delle miscele dovrà usarsi una impastatrice meccanica di tipo adatto, tale da formare impasti del peso singolo non inferiore a 200 kg ed idonea a consentire la dosatura a peso di tutti i componenti ed assicurare la perfetta regolarità ed uniformità degli impasti.
Per i conglomerati da stendere a freddo saranno adottati gli stessi apparecchi avvertendo che il legante sarà riscaldato ad una temperatura compresa fra i 90°C e d i 110°C e l'aggregato sarà riscaldato in modo che all'atto della immissione nella mescolatrice abbia una temperatura compresa tra i 50°C e 80°C.
Per tali conglomerati è inoltre consentito all'Impresa appaltante di proporre apposita formula nella quale l'aggregato fino venga sostituito in tutto od in parte da polvere di asfalto da aggiungersi fredda; in tal caso la percentuale di bitume da miscelare nell'impasto dovrà essere di conseguenza ridotta.
Pur rimanendo la responsabilità della riuscita a totale carico dell'Impresa appaltante, la composizione variata dovrà sempre essere approvata dalla Direzione dei lavori.
Per la posa in opera, previa energica spazzatura e pulitura della superficie stradale, e dopo avere eventualmente conguagliato la massicciata con pietrischetto bitumato, se trattasi di massicciata nuda, e quando non si debba ricorrere a particolare strato di collegamento (binder), si procederà alla spalmatura della superficie stradale con un kg di emulsione bituminosa per m^2 ed al successivo stendimento dell'impasto in quantità idonea a determinare lo spessore prescritto: comunque mai inferiore a 66 kg/m^2 per manti di tre centimetri ed a 44 kg/m^2 per manti di due centimetri.
Per lo stendimento si adopereranno rastrelli metallici e si useranno guide di legno e sagome per l'esatta configurazione e rettifica del piano viabile e si procederà poi alla cilindratura, iniziandola dai bordi della strada e procedendo verso la mezzeria, usando rullo a rapida inversione di marcia, del peso da 4 a 6 tonnellate, con ruote tenute umide con spruzzi di acqua, qualora il materiale aderisca ad esse.
La cilindratura, dopo il primo assestamento, onde assicurare la regolarità, sarà condotta anche in senso obliquo alla strada (e, quando si possa, altresì trasversalmente): essa sarà continuata sino ad ottenere il massimo costipamento.
Al termine delle opere di cilindratura, per assicurare la chiusura del manto bituminoso, in attesa del costipamento definitivo prodotto dal traffico, potrà prescriversi una spalmatura di 0,700 kg/m^2 di bitume a caldo eseguita a spruzzo, ricoprendola poi di graniglia analoga a quella usata per il calcestruzzo ed effettuando una ultima passata di compressore.

È tassativamente prescritto che non dovranno aversi ondulazioni del manto; questo sarà rifiutato se, a cilindratura ultimata, la strada presenterà depressioni maggiori di tre mm al controllo effettuato con aste lunghe tre metri nel senso parallelo all'asse stradale e con la sagoma nel senso normale.
Lo spessore del manto sarà fissato nell'elenco prezzi: comunque esso non sarà mai inferiore, per il solo calcestruzzo bituminoso compresso, a 20 mm ad opera finita. Il suo spessore sarà relativo allo stato della massicciata ed al preesistente trattamento protetto da essa.
La percentuale dei vuoti del manto non dovrà risultare superiore al 15%; dopo sei mesi dall'apertura al traffico tale percentuale dovrà ridursi ad essere non superiore al 5%. Inoltre il tenore di bitume non dovrà differire, in ogni tassello che possa prelevarsi, da quello prescritto di più dell'1% e la granulometria dovrà risultare corrispondente a quella indicata con le opportune tolleranze.
A garanzia dell'esecuzione l'Impresa appaltante assumerà la gratuita manutenzione dell'opera per un triennio. Al termine del primo anno lo spessore del manto non dovrà essere diminuito di oltre un mm, al termine del triennio di oltre quattro mm.

SEMINAGIONI E PIANTAGIONI

Per le seminagioni sulle falde dei rilevati si impiegheranno, secondo la diversa natura del suolo e le istruzioni che saranno date dal Direttore dei lavori, semi di erba medica, sulla o altre.
Quando la seminagione si dovesse fare contemporaneamente alla formazione delle scarpate, si spargerà la semente prima che lo strato superiore di terra vegetale abbia raggiunto la prescritta altezza. Nei casi in cui il terreno fosse già consolidato, si farà passare un rastrello a punte di ferro sulle scarpate parallelamente al ciglio della strada e vi si spargerà quindi la semente, procurando di coprirla bene all'atto dello spianamento della terra.
L'Impresa appaltante dovrà riseminare a sue spese le parti ove l'erba non avesse germogliato.
Per le piantagioni sulle scarpate o sulle banchine si impiegheranno piantine di acacia o alianto, con preferenza a quest'ultima per la sua idoneità a produrre cellulosa, ovvero ad impiantare canneti (oriundo).
Tali piantagioni verranno eseguite a stagione opportuna e con tutte le regole suggerite dall'arte, per conseguire una rigogliosa vegetazione, restando l'Impresa appaltante obbligata di curarne la coltivazione e, all'occorrenza, l'innaffiamento sino al completo attecchimento.
Le piantine dovranno essere disposte a filari in modo che ne ricadano quattro per ogni metro quadrato di superficie.
Quelle che non attecchissero, o che dopo attecchite venissero a seccare, dovranno essere sostituite dall'Impresa appaltante a proprie spese in modo che all'atto del collaudo risultino tutte in piena vegetazione.
Le alberature stradali dovranno essere effettuate in modo da non pregiudicare eventuali allargamenti della sede stradale. Dovranno essere eseguite previa preparazione di buche delle dimensioni minime di metri 0,80 x 0,80 x 0,80 riempite di buona terra, se del caso drenate, ed opportunamente concimate.
Le piante verranno affidate a robusti tutori a cui saranno legate con rafia.

OPERE STRUTTURALI IN C.A., MURATURE, PREFABBRICATE ED IN ACCIAIO

PALIFICAZIONI

0 – Generalità
Le palificazioni sono costituite da elementi strutturali di fondazione, costruiti dalla superficie del terreno, in grado di trasmettere al sottosuolo le forze ed i carichi applicati dalle sovrastrutture.
I pali nel seguito considerati sono:
- pali trivellati;

Tali strutture devono rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 14/01/2008 e successivi aggiornamenti.

0.1 - Prove tecnologiche preliminari
Prima di dare inizio ai lavori la metodologia esecutiva o di posa in opera dei pali, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa mediante l'esecuzione di un adeguato numero di pali prova.
I pali prova, a cura e spese dell'impresa, saranno eseguiti in ragione dello 0,5% del numero totale dei pali con un minimo di un palo prova e comunque secondo le prescrizioni della Direzione Lavori.
I pali di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata di progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.
I pali di prova dovranno essere eseguiti, o posti in opera, alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali di progetto.
In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo che saranno richieste dalla Direzione Lavori quali: prove di carico eseguite come da D.M. dell'11/03/1988, spinte fino a portare a rottura il complesso palo-terreno per poter determinare il carico limite del palo e costruire significativi diagrammi dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi; a prove di controllo non distruttive ed ad ogni altra prova o controllo tali da dirimere ogni dubbio sulla accettabilità delle modalità esecutive.
Nel caso l'impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura e spese alle prove tecnologiche sopra descritte.
Di tutte le prove e controlli eseguiti l'impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

0.2 - Preparazione del piano di lavoro
L'impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'infissione, possano recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.
Per pali in alveo in presenza di battente d'acqua fluente, l'impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

1 - Pali trivellati di medio e grande diametro
1.1 - Definizione
Si definiscono pali trivellati quelli ottenuti per esportazione del terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato mediante perforazione a rotazione o rotopercussione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura) , anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.
L'Impresa avrà cura di non provocare inquinamenti di superficie o della falda per incontrollate discariche dei detriti e/a dei fanghi bentonitici o polimeri; il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, previo trattamento dei fanghi bentonitici, nel caso d'uso, secondo quanto previsto dalla legislazione vigente.

1.2 - Soggezioni geotecniche e idrogeologiche
Le tecniche di perforazione devono essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione 'a secco' senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi dove può essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;
- la perforazione a fango non è consigliabile in terreni molto aperti senza frazioni medio-fini.

Durante la perforazione occorrerà tener conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo; dovranno quindi essere minimizzati:

- il rammollimento degli strati coesivi;
- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza palo-terreno causata da un improprio impiego di fanghi.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Impresa, mediante l'esecuzione di perforazioni di prova, approvate dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei pali di progetto.

1.3 - Tolleranze geometriche

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salva diversa indicazione della Direzione dei Lavori.
La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.
Le tolleranze sul diametro nominale D verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza indicata al punto 27.4.7.3 sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra «-0.01D» e «+0.01D»;
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compresa tra «-0,01D» e «+0,1D».

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutti i controlli e tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/a con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

1.4 - Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.
Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.
Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.
Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione plano-altimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro. Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

1.5 - Perforazione

Attrezzature

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei pali da eseguire nei tempi previsti.
Marcature disposte ad intervalli regolari (1-2 m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.
La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

Perforazione a secco senza rivestimento

E' ammessa esclusivamente nei terreni coesivi di media od elevata consistenza (coesione non drenata >0,03 MPa) esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possano causare ingresso di acqua nel foro.
Si possono utilizzare attrezzi ad elica in due versioni:

elica continua cilindrica, gradualmente infissa nel terreno con moto rotatorio, fino alla profondità della base del palo. 1Idetriti vengono in parte portati a giorno dalla rotazione dell'elica, in parte vi aderiscono e sono estratti insieme ad essa alla fine della perforazione;
elica a poche spire, a profilo conico, infissa nel terreno tramite un'asta rigida che le imprime poche rotazioni e quindi la riporta in superficie per scaricare i detriti accumulatisi sulle spire.

Perforazione con impiego di tubazione di rivestimento provvisoria
La tubazione sarà costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2,0-2,5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta. con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.
L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta, imprimendole un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza.
In questo secondo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2,50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.
L'infissione con vibratore sarà adottata in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi.
E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni purché non risultino varchi nel tubo che possano dar luogo all'ingresso di terreno.
La perforazione all'interno dei tubi di rivestimento potrà essere eseguita mediante.
- benna automatica con comando a fune o azionata oleodinamicamente;
- secchione (buchet) manovrato da un'asta rigida o telescopica;

ed in entrambi i casi si dovrà conseguire la disgregazione del terreno e la estrazione dei detriti dal foro.
In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche ad utensili disgregatori rotanti con risalita dei detriti per trascinamento ad opera di una corrente ascendente di acqua.
Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno
d'acqua (o eventualmente di fango bentonitico o polimero), con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.
In generale la perforazione non dovrà essere approfondita al disotto della scarpa del tubo di rivestimento.

Perforazione in presenza di fango bentonitico o polimero
Il fango bentonitico o il polimero dovrà essere preparato, trattato e controllato seguendo le modalità indicate dalla Direzione dei lavori.
L'impresa prima di procedere all'impiego del fango o di polimeri, dovrà predisporre una scheda tecnica del prodotto da sottopporre alla preventiva approvazione della Direzione dei lavori.
L'Impresa dovrà allestire il sistema di preparazione, pompaggio e stoccaggio dei fanghi o dei polimeri.
La Direzione dei lavori potrà chiedere in qualsiasi momento l'esecuzione di controlli e verifiche dei fanghi o dei polimeri impiegati.
La perforazione sarà eseguita mediante secchione azionato da asta rigida o telescopica oppure mediante benna dotata di virola superiore di centramento e guida. In entrambi i casi il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio anulare tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare 'effetti pistone' allorché l'utensile viene sollevato.
Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato.
Il secchione dovrà essere provvisto delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione.
Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.
Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al perforo, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.
La distanza minima fra due perforazioni attigue in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri. il materiale portato in superficie dovrà essere sistematicamente portato a discarica. Qualora in fase di completamente della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio ecc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose
Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati. In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.
L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Controlli
La Direzione Lavori controllerà in fase di esecuzione del perforo la rispondenza delle stratigrafie di progetto con quelle effettive.
In presenza di eventuali discordanze o nel caso che alla base del palo si rinvenga un terreno molto più compressibile e/o molto meno resistente del previsto, o comunque altre anomalie, dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano alla Direzione Lavori la definizione degli eventuali adeguamenti delle modalità operative e al Progettista le eventuali variazioni progettuali.
Alla fine della perforazione si misurerà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, rispetto alla quota di sottoplinto o sottofondazione, la profondità del perforo con uno scandaglio; l'operazione verrà effettuata anche all'inizio ed al termine di eventuali interruzioni prolungate della lavorazione in corrispondenza dei turni di riposo o per altri motivi.

1.6 - Armatura metalliche
Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui all'art. 33 ed essere conformi al progetto.
Le armature trasversali dei pali saranno costituite da una spirale in tondino esterna ai ferri longitudinali.
Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in 'gabbie'; i collegamenti sa ranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.
Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armtura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di 6 cm.
Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diametro 12-15 cm - larghezza > 6 cm) con perno in tondino fissato a due ferri verticali contigui.
I centratori saranno posti a gruppi di 3-4, regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.
Gli assi dei ferri verticali saranno disposti su una circonferenza con diametro di 15 cm inferiore a quello nominale; tali misure potranno ridursi a 12 cm per barre verticali di diametro inferiore a 18 mm.
Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati inferiori a 2,0 cm, a 10 cm con aggregati di diametro superiore.
Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posta sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro.
Ai fini della esecuzione delle prove geofisiche descritte nel relativo paragrafo, l'impresa dovrà fornire e porre in opera, nei pali individuati negli elaborati progettuali e/o indicati dalla Direzione dei lavori, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

1.7 - Formazione del fusto del palo
Preparazione e trasporto del conglomerato cementizio
Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.
Si impiegheranno almeno tre classi di aggregati; le classi saranno proporzionate in modo da ottenere una curva granulometrica che soddisfi il criterio della massima densità (curva di Fuller).
La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio fra le armature e comunque non superiore a 40 mm.
Il conglomerato cementizio dovrà avere la resistenza caratteristica cubica di progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 30 MPa.
Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,5 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta.

La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di ABRAMS compreso fra 16 e 18 cm; per le modalità da seguire nello "slump test" per la determinazione dell'abbassamento fare riferimento a quanto prescritto nel seguente articolo al relativo paragrafo.
Per soddisfare entrambi questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un
idoneo additivo fluidificante non aerante. E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti. con effetto
ritardante. I prodotti commerciali che l'impresa si propone di usare dovranno essere sotto-
posti all'esame ed all'approvazione preventiva della Direzione Lavori.I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.
Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà ve- nire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i t ~ i morti, non in- feriore a 15 m'lh per pali di diametro < 800 mm e di 20 m'lh per pali di diametro > 800 =n.
La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quelli risultanti dal più oneroso dei limiti sopra indicati.
Per i pali trivellati in presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea controcamicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

Posa in opera dei conglomerato cementizio
Il getto del conglomerato cementizio avverrà impiegando il tubo di convogliamento.
Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 2, 50 m di un tubo in acciaio avente diametro interno 20 - 25 cm.
L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature.
Il tubo sarà provvista, all'estremità superiore, di una- tramoggia di carico avente una capacità di 0,4-0,6 m e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.
Prima di installare il tubo di convogliamento sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro.
Per pali trivellati in presenza di acqua di falda o impiegando fango bentonitico (o polimeri in genere), il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione; prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulare o palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.
All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di almeno 3, 0 o 4, 0 m di palo.
il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2, 5 m e mas s im di 6, 0 m.
Per pali trivellati a secco non accorre alcun tappo alla sommità del tubo di getto.
Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.
In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

Controlli
L'Impresa, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà provvedere alla esecuzione di:
- una analisi granulometrica ogni 500 mc di inerte impiegato;
- una serie di prove di carico a rottura su cubetti di conglomerato cementizio prelevati in numero e modalità conformi a quanto prescritto all'art. 15 e inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- una prova con il cono Abrams (prova slump) per ogni betoniera o 10 m^3 di conglomerato cementizio impiegato;
- Il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni palo

Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di conglomerato cementizio e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta su almeno i primi lo pali e sul 10% dei pali successivi.
In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto) .

1.8 - Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni singolo palo dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori, dei seguenti dati:

- identificazione del palo;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- risultati dei controlli eseguiti sul fango eventualmente usato per la perforazione;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del fondo foro prima della posa del tubo getto;
- slump del conglomerato cementizio;
- assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico del palo;
- profilo di getto ove richiesto;
- risultati delle prove di rottura a compressione semplice.

Nella documentazione generale dovrà inoltre comparire:
- una scheda con le caratteristiche delle polveri bentonitiche (o polimeri) e relativi additivi eventualmente usati;
- una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio, compresi i risultati delle analisi granulometriche degli aggregati.

1.9 - Prova di controllo della consistenza del conglomerato cementizio (slump test)
L'apparecchiatura che dovrà essere a disposizione in cantiere per la misura della consistenza del conglomerato cementizio è costituita da cono di ABRAMS e da un pestello di ferro.
Il cono di ABRAMS è un fusto tronco-conico in lamiera, alto 30,48 cm, le cui aperture di base hanno un diametro rispettivamente di 10,15 cm e 20,52 cm. Esso è inoltre provvisto di due maniglie e di due alette poste sulla base maggiore, di lunghezza pari a 7, 62 cm. Il pestello metallico ha un diametro di 16 mm, una lunghezza di 61 cm rastremato all'estremità inferiore per il tratto di 2,5 cm circa in modo da avere una testa sferica con raggio di circa 6 mm.
La determinazione della prova seguirà le seguenti fasi:
- si pone a terra su superficie dura, liscia, ben livellata e pulita, il cono di lamiera;
- lo si riempie, in successione, con tre strati di conglomerato cementizio: ogni strato verrà costipato con 25 colpi del pestello;
- dopo l'ultimo colpo di pestello (per il terzo strato) , il conglomerato cementizio verrà rastremato, livellata e lisciato alla cima del cono;
- con ogni cura, si sfilerà il cono di lamiera dal conglomerato cementizio;
- si porrà il cono di lamiera a fianco del conglomerato cementizio e, aiutandosi con un regola metallico ed un metro, si determinerà l'abbassamento in centimetri.

2 - Prove di controllo sui pali

2.1 - Prove di carico
Le prove di carico saranno effettuate con le modalità di cui al D.M. 04/01/2008. Il numero dei pali da sottoporre alla prova di carico deve essere stabilito in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo; tale numero deve essere pari ad almeno il 2% del totale del numero dei pali, con un minimo di due.
La scelta dei pali di prova sarà affidata alla Direzione Lavori e comunque si dovrà tener presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione.
Poiché tali prove hanno la finalità di determinare il carico limite del complesso palo-terreno, esse vanno spinte fino a quel valore del carico per il quale si raggiunge la condizione di rottura del terreno. Ove ciò non sia possibile, la prova deve essere eseguita fino ad un carico pari 1,5 volte il carico di esercizio; tale rapporto potrà essere incrementato, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori sino a 2,5 volte.
Al momento della prova il conglomerato cementizio del palo dovrà avere almeno ventotto giorni di stagionatura. Le modalità di applicazione, la durata del carico e casi, pure la successione dei cicli di carico e di scarico saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.
Il carico sarà applicato mediante un martinetto, che trova contrasto mediante un'adeguata zavorra o pali di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore ad un mese. Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante tre micrometri centesimali,

disposti a 120<1 attorno al palo, interposti al terreno in punti sufficientemente distanti dal palo di prova e dal sistema di contrasto, così 'da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.
i supporti di tale struttura devono distare non meno di 3.0 m e non meno di 3 diametri dal palo di prova, e infine non meno di 2. 0 m dalla impronta della za- vorra o da eventuali pali di reazione.
La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformzioni di natura termica.
Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri ed il diagramma carichi-ce- dimenti. Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).
in taluni casi la Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di prove di carico orizzontali; date le peculiarità della prova le modalità esecutive e il programma di carico dovranno essere di volta in volta stabiliti dalla Direzione Lavori e riportati sul verbale di prova.

2.2 - Controlli non distruttivi
Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale.
A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

A) prove geofisiche;
B) carotaggio continuo meccanico;
C) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

A) - Prove geofisiche
Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.
Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro > 800 mm.
Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.
I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.
Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'impresa,sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dalle Norme Tecniche d'Appalto.
Con riferimento ai soli pali trivellati, l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5% del numero totale dei pali con un mnimo di due.
Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sondine di emissione e ricezione degli impulsi.
I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.
Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro < 1200 mm ed almeno tre per diametri superiori.
Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmittente e ricevente.

B) - Carotaggio continuo meccanico
Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.
Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.
Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macro-scopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.
Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiacca di cemento immessa dal fondo foro.
Il carotaggio si eseguirà a cura e spese dell'Impresa, quando ordinato della Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della medesima.

C) - Scavi attorno al fusto del palo
Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0--5,0 m di palo. Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva. Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI (NORMALI E PRECOMPRESSI)

1 – Materiali
1.1 - Cemento
I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza. ad alta resistenza e rapido indurimento.
Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:
- cemento pozzolanico;
- cemento d'altoforno con contenuto di loppa non inferiore al 36%, che la cementeria dovrà garantire specificando il metodo di misura;
- è ammesso inoltre il cemento portland con tenore di alluminato tricalcico (C2Al) < 8%, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore della 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi pozzolanico e di altoforno e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella richiesta per conglomerati confezionati con cementi pozzolanico o d'altoforno previsti. i maggiori oneri per la sostituzione dei cemento sono a carico dell'Impresa.
L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano. garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.
La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'istituto ICITE CNR e dal relativo marchio.
A cura ed a spese dell'impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere verificate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccanche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595 D.M. 31611968 e D.M. 13/9/1993 (per cementi sfusi prelievo di campione ogni 250 t o frazione).
Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'impresa.
è facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.
E' vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.
Ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

1.2 - Aggregati
Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima.
Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella A).

A cura ed a spese dell'impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonia, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.
Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'impresa.
Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella ISIA e comunque almeno una volta all'anno.
Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

TABELLA A – Caratteristiche degli aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggragati	Gelività	CNR 80 e UNI 8520 parte 20	Perdita di massa <4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI 8520 parte 19	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI 8520 parte 10	Perdita di massa dopo 5 cicli ≤ 10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 parte 11	SO_3 ≤ 0.05%
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 parte 15	ES ≤ 80 VB ≤ 0.6 cm^3/g di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 parte 4	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 parte 14	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato metodo chimico; Potenziale attività delle miscele cemento aggregati metodo del prisma di malta	UNI 8520 parte 22	UNI 8520 parte 22 punto 4 UNI 8520 parte 22 punto 5
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 parte 12	Cl ≤ 0.05%
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 parte 18	Cf ≤ 0.15 (Dmax = 32 mm.) Cf ≤ 0.12 (Dmax = 64 mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamenti di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8.000 m3 di aggregati impiegati.		

Nella tabella A sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm) .
Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni 5000 mc impiegati.

La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza. permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.) .
La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 mc di aggregati impiegati.
Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.
All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mn di lato.
Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.
La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:
- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore dello spessore del copriferro.

1.3 - Acqua di impasto
Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'art. 8.
Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati.
Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.)
L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro.
In merito al contenuto di ione clorura nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.
La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.
L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione “satura a superficie asciutta” della Norma UNI 8520 parte 5).

1.4 - Additivi
L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.
Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 7120 e 8145.
Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l’Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

Additivi fluidificanti, superfluidificalnti e iperfluidificanti
Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità (vedi tab. C) si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori.
A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante - aerante, fluidificante - ritardante e fluidificante - accelerante.
Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio.
Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.
Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

Additivi aeranti
Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti.
La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella B in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 6395.
L'impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché, per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.
Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260; dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.
Su richiesta della Direzione Lavori, l'impresa dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrano la conformità del prodotto alle Norme UNI vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

TABELLA B - Dosaggio richiesto di aria inglobata

Dmax Aggregati (mm)	% aria occlusa *
10,0	7,0
12,5	6,5
20,0	6,0
25,0	5,0
40,0	4,5
50,0	4,0
75,0	3,5

(*) Tolleranza ±l%

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457 o con procedimento similare.
In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsfere di plastica di diametro compreso tra 0,010 e 0,050 mm.
L'impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo-disgelo secondo la Normativa UNI.

Additivi ritardanti e acceleranti
Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche.
Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.
I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Additivi antigelo
Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi.
Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

Silice ad alta superficie specifica(silicafume)
Quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti essenzialmente da superfluidificanti su un supporto di silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume).
Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo e disgelo e di sali disgelanti.
La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, dell'ordine del 5-10% sul peso del cemento, dovrà essere definita d'intesa con il Progettista e la Direzione Lavori in sede di qualifica preliminare del conglomerato cementizio, previa verifica mediante immersione di provini in soluzione al 30% di $CaCl_2$, a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

2 - Tipi e classi dei conglomerati cementizi

Il calcestruzzo che verrà impiegato nella realizzazione delle opere strutturali può essere preconfezionato in centrale di betonaggio o impastato in cantiere con inerti di caratteristiche meccaniche appropriate, granulometria e rapporto acqua-cemento controllati.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti e di prematuro inizio della presa al momento del getto.

I componenti dovranno soddisfare i seguenti requisiti normativi:

Leganti	-	L. 26/05/1965 n. 595
	-	Norme serie EN 197 armonizzata
Aggregati	-	UNI EN 12620 armonizzata
	-	UNI EN 13055-1 armonizzata
	-	UNI 8520-1: 2005
	-	UNI 8520-2: 2005
Aggiunte	-	EN 450-1
	-	UNI EN 206-1 :2006
	-	UNI 11104:2004
Additivi	-	EN 934-2 armonizzata
Acqua di impasto	-	UNI EN 1008: 2003

Le miscele di calcestruzzo da utilizzare nel confezionamento degli elementi saranno progettate in funzione della resistenza caratteristica richiesta, della carpenteria, delle armature e del tipo di getto.

Il progetto prevede due tipologie di calcestruzzo in funzione delle parti d'opera, e dovranno avere le seguenti caratteristiche e prestazioni:

CALCESTRUZZO **TIPO 1** (Pali di fondazione)
(classe di esposizione XC2 R_{ck}=30 MPa)

Resistenza caratteristica a compressione
$R_{ck} = 30$ N/mm^2
Classe di esposizione (UNI EN 206-1)
XC2
Rapporto acqua – cemento (a/c)
0.60
Contenuto minimo di cemento
280 kg/m^3
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione
$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 24.9$ N/mm^2

Resistenza media a compressione

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.9 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza media a trazione semplice

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza caratteristica a trazione semplice

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.79 \text{ N/mm}^2$$

Coeff. parz. di sicurezza resistenza

$$\gamma_c = 1.5$$

Coeff. Riduttivo per resistenze di lunga durata

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

Resistenza di calcolo a compressione

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 14.11 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di calcolo a trazione

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 1.19 \text{ N/mm}^2$$

Modulo di elasticità

$$E_{cm} = 22000 \cdot \left[\frac{f_{cm}}{10}\right]^{0.3} = 31447 \text{ N/mm}^2$$

CALCESTRUZZO **TIPO 2** (Platee, plinti, travi di fondazione, strutture in elevazione)
(classe di esposizione XC4 Rck=40 MPa)

Resistenza caratteristica a compressione

$$R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$$

Classe di esposizione (UNI EN 206-1)

XC4

Rapporto acqua – cemento (a/c)

0.50

Contenuto minimo di cemento

300 kg/m^3

Resistenza cilindrica caratteristica a compressione $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 33.2 \text{ N/mm}^2$

Resistenza media a compressione $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.2 \text{ N/mm}^2$

Resistenza media a trazione semplice $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.10 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica a trazione semplice $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$

Coeff. parz. di sicurezza resistenza $\gamma_c = 1.5$

Coeff. Riduttivo per resistenze di lunga durata $\alpha_{cc} = 0.85$

Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 18.8 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a trazione $f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 1.45 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità $E_{cm} = 22000 \cdot \left[\frac{f_{cm}}{10}\right]^{0.3} = 33643 \text{ N/mm}^2$

Per la fluidità del calcestruzzo si farà riferimento alle norme UNI 9418 che stabiliscono la consistenza del calcestruzzo in classi, secondo la seguente tabella:

classe di consistenza	S2	S3	S4	S5
prova slump su cls. fresco (mm.)	5-9	10-15	16-20	>21

3 - Qualifica preliminare dei conglemerati cementizi
L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica” nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. in vigore).
L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, avuto particolare riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione Rck.
- durabilità delle opere (UNI 8981),
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520).
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi,
- resistenza a trazione per flessione secondo (UNI 6133/83),
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134),
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135),
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556)
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395)
- ritiro idraulico (UNI 6555)
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087)
- impermeabilità (ISO DIS 7032)

dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
g) i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella C.
Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall’ Impresa ai punti a) , b) , e) e f)
I laboratori. il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori; tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.
Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori.
Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858191, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.
Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858.
In nessun caso verrà ammesso l'impiego di conglomerato cementizio a coraposizione richiesta secondo la stessa Norma tranne che per il magrone, utilizzato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc., che sarà confezionato con materiali idonei e dosato di norma con 150 kg di cemento tipo 32,5, per metro cubo di impasto.

4 - Controlli in corso d'opera
La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

5 - Resistenza dei conglomerati cementizi
Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi, dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1096 del 5/11/1971 (D.M. in vigore).
I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti negli elaborati progettuali.
Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.
I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa opposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'impresa, nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI 6127).
Con i provini della prima serie di prelievi, verranno effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a de- terminare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori.
i risultati delle prove di rottura, effettuate sui provini della prima serie di prelievi, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione (Rck), accertato per ciascun tipo e classe di calcestruzzo, non risulti inferiore a quello della classe indicata negli elaborati progettuali.
Nel caso che, la resistenza caratteristica (Rck) ricavata dalle prove della prima serie di prelievi, risultasse essere inferiore a quella prevista, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata senza che l'impresa possa accampare per questo alcun diritto o compenso.
I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso Laboratori Ufficiali; per i calcestruzzi non armati o debolmente armati (fino ad un massimo di 30 kg/ml di acciaio) , a condizione che i relativi della prima serie abbiano ottenuto risultati non inferiore a quelli previsti, si sottoporrà a prova soltanto il 10% dei prelievi.
Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza (Rck), non inferiore a quella prevista, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori; se, invece, risultasse un valore (Rck) inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata negli elaborati progettuali, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.
Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma verrà applicata una penale.
Qualora, poi, la resistenza caratteristica risultasse minore di quella richiesta di più del 10%, l'impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dal Progettista.
Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la resistenza (Rck) risulterà maggiore a quella indicata negli elaborati progettuali.
Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di Laboratorio, sia effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

6 - Durabilità dei conglamerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato camentizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981/87 e 9858/91.

La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 8981/87) e con l'impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI.

Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità. con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata. rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e la eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di solfati e di anidride carbonica aggressiva nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alle Norme UNI 8981/87 parte 2a e parte 3a, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156/87 e 9606/90; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella C.

in alternativa ad una prova globale di durabilítà, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo-disgelo, di permeabilità, di assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo verrà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

riduzione del modulo di elasticità	20%
Perdita di massa	2%
Espansione lineare	0,2%
Coefficiente di permeabilità: - prima dei cicli - dopo i cicli	 10^{-9} cm/sec 10^{-8} cm/sec

La prova di permeabilità verrà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Figg (specifica riportata al successivo punto 8) .

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica verrà eseguita secondo il procedimento UNI 7699. La prova di scaglìatura verrà eseguita secondo la relativa Norme UNI in preparazione.

La prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato verrà eseguita secondo la UNI 7928 o rispettivamente 8019.

7 - Tecnologia esecutiva della opere

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore) nonché delle Leggi 02/02/1974 n. 64 (D.M. 19/06/1984; D.M. 29/01/1985; DM.LL.PP. 24/01/86; D.M. 04/05/1990; con relative istruzioni e successivi aggiornamenti) e le Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI 9858/91, nonché le "Norme tecniche per le Costruzioni D.M. 14.09.2005 e l'Ordinanza n°3274 del 20/03/03).

7.1 - Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatica o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la precisione delle apparecchiatura per il dosaggio ed i valori minimi saranno quelli del punto 1.2.2 del prospetto della Norma UNI 9858; dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due Mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale) .

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al successivo paragrafo 7.6.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'impresa.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K, salva diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare.

7.2 - Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al seguente paragrafo 7.6.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

7.3 - Posa in opera

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.
Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.
Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.
La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.
Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.
A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.
Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.
Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposta nello stesso cantiere di lavoro.
Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.
Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di staggie vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.
Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.
Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:
- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 MM.

Eventuali ferri (filo. chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cementò espansiva.
Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.
Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.
A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.
E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio.
Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.
L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.
Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.
In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico.
Queste verranno realizzate mediante spruzzatura di additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra. sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.
Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.
La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 e 303 K.

7.4 - Stagionatura e disarmo
Prevenzione delle fessure da ritiro plastico
A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapida prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.
A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.
I prodotti,antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.
Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656: tipi 1 e 2.
La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.
In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.
E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 oc, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/m3.
Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Maturazione accelerata a vapore
La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono secondo il disposto del punto 10.7 della Norma UNI 9858/91:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313 K;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (i valori singoli devono essere minori di 333 K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di tempera- tura non maggiore di 10 K/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

Disarmo e scasseratura
Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.
La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

in assenza di specifici accertamenti, l'impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

7.4. - Protezione dopo la scasseratura
Si richiama_integralmente il punto 10.6 della Norma UNI 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.
La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858.

7.5 - Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari.
L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature. pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi. opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.
Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni cosa prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carica dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.
Quando previsto in progetto, le murature in conglomerato cementizio verranno rivestite sulla superficie esterna con parimenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.
Qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate, nessun compenso particolare sarà dovuto all'Impresa per gli eventuali oneri che dovessero derivarle dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

7.6 - Prova sui Materiali e sul conglomerato cementizio fresco.
Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 5 riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.
in particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleedìng).
La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di ABPAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418189.
Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi 2e 20 cm.
Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI 8020189 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419189.
La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 115 e 415 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm.
La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%.
Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.
La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante e comunque dovrà essere effettuata almeno una volta per ogni giorno di getto -
Essa verrà eseguita secondo la Norma UNI 6395172.
il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393188, almeno una volta per ogni giorno di getto.
in fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di Saturazione su campioni appositamente confezionati.
Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre la effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di. carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di resistività, misure di pullout con tasselli Fischer. contenuto d'aria da aerante, ecc..

7.7 - Armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico, lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle 'Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (D.M. in vigore) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086 , quanto riportato nelle “Norme tecniche per le Costruzioni D.M. 14.01.2008 e ss.mm.ii.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà esse re inferiore a 3 CM.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza mini- delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm.

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 la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimento necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

t a carico dell'impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici. nonché i collegamenti equipotenzíali.

7.8 - Armatura di precompressione

L'impresa dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;
- le fasi di applicazione della precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;
- i dispositivo speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di
- ripresa, ecc.

Oltre a quanto prescritto delle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini di acciaio. Per quanto riguarda l'iniezione nei cavi di precompressione, si rimanda al successivo art. 36.

7.9 - Protezione catodica della soletta di impalcato di ponti e viadotti o altre opere importanti

Di norma la Società provvede direttamente, tramite impresa specializzata, alla fornitura e posa in opera degli impianti per la protezione catodica delle solette di impalcato di ponti e viadotti o di altre opere in c.a. importanti

Qualunque sia la tipologia dell'impianto l'impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi occorrenti per la loro fornitura e posa in opera e dovrà coordinarsi in tal senso con l'impresa specializzata.

L'impresa, quando espressamente previsto, resta obbligata inoltre a prestare assistenza alla posa in opera degli impianti.

8 - Metodo di Figg per la determinazione del grado di Permeabilità all’aria del conglomerato

Il metodo di Figg è diretto a fornire elementi di giudizio sulla capacità del conglomerato cementizio a resistere agli attacchi chimico-fisici dell'ambiente.

La prova si basa sul fatto che la relazione esistente tra un gradiente di de- pressione, creato in un fora di un blocco di conglomerato cementizio ed il tempo necessario perché tale gradiente si annulli, è pressoché lineare.

8.1 - Apparecchiature e materiali impiegati nella prova

- Trapano a bassa velocità dotato di sistema di bloccaggio della profondità, con punte da 10 e 12 mm di diametro;
- cilindri in gomma del diametro di 12.mm,e altezza di 10 mm;
- aghi ipodermici;
- calibratore di pressione dotato di pompa manuale per il vuoto con le apposite tubazioni per la connessione del sistema agli aghi ipodermici;
- silicone;
- nº 2 cronometri.

8.2 - Metodologia di prova

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di 10 cm; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori da 40 mm di profondità aventi diametro di 12 mm per i primi 20 mm e diametro di 10 mm per i restanti 20 mm.
Nella parte superiore del fora viene inserito un cilindro in gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti del conglomerato cementizi6 e isolare completamente la parte inferiore del foro.
Quest'ultima viene raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale viene crea- ta una depressione di poco superiore a 0,55 bar.
La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.
Per conglomerati cementizi poco permeabili (T>3000 s), vista la proporzionalità indiretta tra tempo e pressione. la suddetta determinazione può essere assunta pari a cinque volte il tempo parziale corrispondente alla variazione di pressione tra -0,55 e -0,54 bar.

8.3 - Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi.

Nella tabella che segue è riportato, in funzione del tempo, il giudizio sulla qualità del conglomerato cementizio.
La categoria di appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilità sulla base di tre prove effettuate su una superficie di 1, 00 m. e sarà assegnata quando 1180% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli di
tempo riportati in tabella.

TEMPO	GIUDIZIO	CATEGORIA
< 30	Scarso	0,00
30-100	Sufficiente	1,00
100-300	Discreto	2,00
300-1000	Buono	3,00
> 1000	Eccellente	4,00

8.4 - Resoconto di prova

Dovrà comprendere:

- data della prova;
- caratteristiche fisiche dell'area analizzata;
- provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto AIC; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo di eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico;
- ogni altra informazione utile.

9 - Criteri di calcolo delle strutture portanti in c.a.
I criteri di calcolo delle strutture portanti realizzate in calcestruzzo saranno conformi alle norme UNI ENV 1992-1-2 (Eurocodice 2). Le indicazioni progettuali per posizionare le fondazioni sul suolo con riferimento alle sollecitazioni dovute ai terremoti sono contenute nelle norme UNI ENV 1998-2, 1998-3, 1998-5 (Eurocodice 8), mentre indicazioni progettuali per zone sismiche sono rintracciabili nelle norme UNI ENV 1998-1-1, 1998-1-2, 1998-1-3, 1998-1-4, (Eurocodice 8).

10 - Responsabilità per le opere di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso.
Nell'esecuzione delle opere in cemento armato e precompresso, l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nella Legge 5 novembre 1971, n. 1086 e nelle norme UNI ENV 1991-2-2, UNI ENV 1991-2-4, UNI ENV 1991-3 (Eurocodice 1).
Nelle zone sismiche valgono le specifiche tecniche emanate in forza della Legge 2 febbraio 1974, n. 64 e del D.M. 16 gennaio 1996,. Nonché .
Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità, accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato e iscritto all'albo professionale e l'Appaltatore dovrà presentarli alla Direzione dei lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e ai disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno indicate, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.
L'esame e la verifica da parte della Direzione dei lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato, non esonera in alcun modo l'Appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per Legge e per le precise pattuizioni del contratto.

ACCIAIO PER C.A. E PER C.A.P.

1 - Generalità
Gli acciai per armature di c.a. e di c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n°1086 (D.M. in vigore) nonché a quanto riportato nelle "Norme tecniche per le Costruzioni D.M. 14.01.2008 e ss.mm.ii.
Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. in vigore.
L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce ed in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita del peso max di 25 t; ogni partita minore di 25 t deve essere considerata unità di collaudo indipendente.
L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) .

2 - Acciaio in barre ad aderenza migliorata - Fe B 38k, Fe B 44k - controllato in stabilimento
Ogni partita di acciaio in barre ad aderenza migliorata (FeB38K e Fe B44K) controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Direttore dei Lavori.
I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.
Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.
La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.
Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.
Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

3 - Reti in barre di acciaio elettrosaldate
Le reti saranno in barre del tipo Fe B 44k, controllate in stabilimento, di dia- metro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 35 cm.
Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM in vigore.
Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si ri- chiamano le norme di cui al precedente punto 2.

CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURA
E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE

Per tali opere provvisorie l'impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.
Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutiva.
Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno. delle centi nature e delle attrezzature di costruzione, l'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.
Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.
Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.
La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianza sulle facce in vista del getto.
In ogni caso' l'impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

OPERE E STRUTTURE IN MURATURA

1 - Malte per murature.
L'acqua e la sabbia per la preparazione degli impasti devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche di cui agli Articoli relativi del presente capitolato.
L'impiego di malte premiscelate e premiscelate pronte è consentito, purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati, il fornitore dovrà certificare, con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.
Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D.M. 13 settembre 1993.
I tipi di malta e le loro classi sono definiti in rapporto alla composizione in volume; malte di diverse proporzioni nella composizione, confezionate anche con additivi e preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate, qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori di cui al D.M. 20 novembre 1987, n. 103.

2 - Murature in genere: criteri generali per l'esecuzione.
I criteri di calcolo delle strutture portanti realizzate con murature saranno conformi alle norme UNI ENV 1996-1-1, 1996-1-2.
Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, delle piattabande e degli archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:

- ricevere le chiavi ed i capichiavi delle volte; gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;

- il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufe e camini, scarico dell'acqua usata, immondizie, ecc.);
- il passaggio delle condutture elettriche, delle linee telefoniche e di illuminazione;
- le imposte delle volte e degli archi;
- zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie, ringhiere, davanzali, ecc.

Ciò, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.
La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le parti di esse.
I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per semplice aspersione.
Essi dovranno essere posti 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 intorno e riempia tutte le connessure.
La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di 8 mm, né minore di 5 mm.
I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione, per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.
Le malte da impiegarsi per la esecuzione delle murature dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni risultino superiori al limite di tolleranza fissato.
Le murature di rivestimento saranno eseguite a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.
Se la muratura dovesse essere eseguita con paramento a vista (cortina) si dovrà avere cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.
In questo genere di paramento, i giunti non dovranno avere la larghezza maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilati con malta idraulica o di cemento, diligentemente compressi e lisciati con apposito ferro, senza sbavatura.
Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e la larghezza dei giunti non dovrà mai eccedere 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.
All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo, dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.
I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantiene, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi.
Quando il gelo si verifichi per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché, all'interruzione del lavoro, vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.
Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto dalla Direzione dei lavori.
La Direzione dei lavori stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani e di porte e finestre siano collocati degli architravi (cemento armato, acciaio) con dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro ed al sovraccarico.
Nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, sarà eseguito un opportuno strato (impermeabile, drenante, ecc.) che impedisca la risalita dell'acqua per capillarità.

3 - Murature portanti: tipologie e caratteristiche tecniche.
Si dovrà fare riferimento alle norme del D.M. 20 novembre 1987, n. 103 e relativa Circolare Min.LL.PP. 4 gennaio 1989, n. 30787 e dei Decreti Ministero dei lavori Pubblici del 16 gennaio 1996 sulle costruzioni in zone sismiche e sui carichi e sovraccarichi e della relativa Circolare applicativa n°65 del 1°aprile 1997.
In particolare, vanno tenute presenti le prescrizioni che seguono.

a) Muratura costituita da elementi resistenti artificiali.
La muratura è costituita da elementi resistenti aventi generalmente forma parallelepipeda, posti in opera in strati regolari di spessore costante e legati tra di loro tramite malta.
Gli elementi resistenti possono essere di:
- laterizio normale;

- laterizio alleggerito in pasta;
- calcestruzzo normale;
- calcestruzzo alleggerito.

Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (elementi a foratura verticale) oppure in direzione parallela (elementi a foratura orizzontale).

b) Muratura costituita da elementi resistenti naturali.

La muratura è costituita da elementi di pietra legati tra di loro tramite malta.

Le pietre, da ricavarsi in genere per abbattimento di rocce, devono essere non friabili o sfaldabili e resistenti al gelo, nel caso di murature esposte direttamente agli agenti atmosferici e non devono contenere in misura sensibile sostanze solubili o residui organici.

Le pietre devono presentarsi ripulite del cappellaccio e delle parti alterate o facilmente rimovibili; devono possedere sufficiente resistenza, sia allo stato asciutto che bagnato, e buona adesività alle malte.

In particolare, gli elementi devono possedere i requisiti minimi di resistenza determinabili secondo le modalità descritte nell'Allegato 1 del citato D.M. 20 novembre 1987, n. 103.

L'impiego di elementi provenienti da murature esistenti è subordinato al soddisfacimento dei requisiti sopra elencati ed al ripristino della freschezza delle superfici a mezzo di pulitura e lavaggio delle superfici stesse.

Le murature formate da elementi resistenti naturali si distinguono nei seguenti tipi:

1) muratura di pietra non squadrata: composta con pietrame di cava grossolanamente lavorato, posto in opera in strati pressoché regolari;

2) muratura listata: costituita come la muratura in pietra non squadrata, ma intercalata da fasce di conglomerato semplice o armato, oppure da ricorsi orizzontali costituiti da almeno due filari in laterizio pieno, posti ad interasse non superiore a 1,6 m ed estesi a tutta la lunghezza ed a tutto lo spessore del muro;

3) muratura di pietra squadrata: composta con pietre di geometria pressoché parallelepipeda posta in opera in strati regolari.

4 - Muratura portante: particolari costruttivi.

L'edificio a uno o più piani a muratura portante deve essere concepito come una struttura tridimensionale, costituita da singoli sistemi resistenti collegati tra di loro e con le fondazioni e disposti in modo da resistere alle sollecitazioni verticali ed orizzontali.

A tal fine si deve considerare quanto segue:

a) Collegamenti.

I tre sistemi di elementi piani sopraddetti devono essere opportunamente collegati tra loro. Tutti i muri saranno collegati al livello dei solai mediante cordoli e, tra di loro, mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali.

Inoltre essi saranno collegati da opportuni incatenamenti al livello dei solai. Nella direzione di tessitura dei solai, la funzione di collegamento potrà essere espletata dai solai stessi, purché ancorati alla muratura.

Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione sarà di norma realizzato mediante cordolo di calcestruzzo armato disposto alla base di tutte le murature verticali esistenti, di spessore pari a quello della muratura di fondazione e di altezza non inferiore alla metà di tale spessore.

b) Cordoli.

In corrispondenza dei solai di piano e di copertura i cordoli si realizzeranno generalmente in cemento armato, con larghezza pari ad almeno 2/3 della muratura sottostante e comunque non inferiore a 12 cm, e con altezza almeno pari a quella del solaio e comunque non inferiore alla metà dello spessore del muro.

Per i primi tre orizzontamenti, a partire dall'alto, l'armatura minima dei cordoli sarà di almeno 6 cm^2, con diametro non inferiore a 12 mm.

In ogni piano sottostante gli ultimi tre, tale armatura minima sarà aumentata di 2 cm^2 per ogni piano.

La stessa armatura dovrà essere prevista nel cordolo di base interposto tra la fondazione e la struttura in elevazione.

In ogni caso, le predette armature non dovranno risultare inferiori allo 0,6% dell'area del cordolo.

Le staffe devono essere costituite da tondi di diametro non inferiore a 6 mm posti a distanza non superiore a 30 cm.

Per edifici con più di 6 piani, entro e fuori terra, l'armatura dei cordoli sarà costituita da tondi con diametro non inferiore a 14 mm e staffe con diametro non inferiore a 8 mm.

Negli incroci a "L", le barre dovranno ancorarsi nel cordolo ortogonale per almeno 40 diametri; lo squadro delle barre dovrà sempre abbracciare l'intero spessore del cordolo.

c) Incatenamenti orizzontali interni.
Gli incatenamenti orizzontali interni, aventi lo scopo di collegare i muri paralleli della scatola muraria ai livelli dei solai, devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche.
Tali incatenamenti dovranno avere le estremità efficacemente ancorate ai cordoli.
Nella direzione di tessitura del solaio, possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso.
In direzione ortogonale al senso di tessitura del solaio, gli incatenamenti orizzontali saranno obbligatori per solai con luce superiore ai 4,5 m e saranno costituiti da armature con una sezione totale pari a 4 cm^2 per ogni campo di solaio.

d) Spessori minimi dei muri.
Lo spessore dei muri non può essere inferiore ai seguenti valori:
a) muratura in elementi resistenti artificiali pieni: 12 cm;
b) muratura in elementi resistenti artificiali semipieni: 20 cm;
c) muratura in elementi resistenti artificiali forati: 25 cm;
d) muratura di pietra squadrata: 24 cm;
e) muratura listata: 30 cm;
f) muratura di pietra non squadrata: 50 cm.

5 - Paramenti per le 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 lavorazioni speciali:
a) con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
b) a mosaico grezzo;
c) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
d) 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 a 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 a vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e con la punta grossa a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale e i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.
In tutto il resto si seguiranno le istruzioni 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 sia con la punta grossa, 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 potrà 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 a 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 uguale 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 e 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.
Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire, per almeno un terzo della loro rientranza, nelle facce di posa e non potrà essere mai inferiore a 10 cm nei giunti verticali.
La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, non inferiore a 25 cm; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai inferiore a 20 cm.
In entrambi i paramenti a corsi, lo sfalsamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di

10 cm e le connessure avranno larghezza non superiore ad un centimetro.
Per tutti i tipi di paramento, le pietre dovranno essere poste in opera alternativamente di punta, in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.
Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.
Per quanto riguarda le connessure, saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli Articoli precedenti, secondo le diverse categorie di muratura.
Nelle volte in pietrame si impiegheranno pietre di forma, per quanto possibile, regolare, aventi i letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza o col martello.
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, poi, che questa penetri bene all'interno, 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.

SOLAI

1 - Generalità.
Le coperture degli ambienti e dei vani e le suddivisioni orizzontali tra gli stessi, potranno essere eseguite a seconda delle indicazioni di progetto, con solai di uno dei tipi descritti negli Articoli successivi.
I solai di partizione orizzontale (interpiano) e quelli di copertura dovranno essere previsti per sopportare, a seconda della destinazione prevista per i locali relativi, i carichi comprensivi degli effetti dinamici ordinari, previsti ai paragrafi 5 e 6 del D.M. 16 gennaio 1996 (Verifica sicurezza costruzioni).

2 - Solai su travi e travetti di legno.
Le travi principali di legno avranno le dimensioni e le distanze che saranno indicate in relazione alla luce ed al sovraccarico.
I travetti saranno collocati alla distanza, fra asse e asse, corrispondente alla lunghezza delle tavelle che devono essere collocate su di essi; sull'estradosso delle tavelle dovrà essere disteso uno strato di calcestruzzo magro di calce idraulica, formato con ghiaietto fino o altro materiale inerte.

3 - Solai su travi di ferro a doppio T (putrelle) con voltine di mattoni (pieni o forati) o con elementi laterizi interposti.
Questi solai saranno composti dalle travi, dai copriferri, dalle voltine di mattoni (pieni o forati) o dai tavelloni e dalle volterrane ed, infine, dal riempimento.
Le travi saranno delle dimensioni previste nel progetto e collocate alla distanza prescritta; in ogni caso tale distanza non sarà superiore ad 1 m. Prima del loro collocamento in opera le travi dovranno essere protette con trattamento anticorrosivo e forate per l'applicazione delle chiavi, dei tiranti e dei tondini di armatura delle piattabande.
Le chiavi saranno applicate agli estremi delle travi alternativamente (e cioè una con le chiavi e la successiva senza); i tiranti trasversali, per le travi lunghe più di 5 m, saranno posizionati, a distanza non maggiore di 2,50 m.
Le voltine di mattoni pieni o forati saranno eseguite ad una testa in malta comune od in foglio con malta di cemento a presa rapida, con una freccia variabile fra 5 e 10 cm.
Quando la freccia è superiore ai 5 cm, dovranno intercalarsi fra i mattoni delle voltine delle grappe di ferro per meglio assicurare l'aderenza della malta di riempimento dell'intradosso.
I tavelloni e le volterrane saranno appoggiati alle travi con l'interposizione di copriferri.
Le voltine di mattoni, le volterrane ed i tavelloni saranno poi ricoperti sino all'altezza dell'ala superiore della trave e dell'estradosso delle voltine e volterrane, se più alto, con scoria leggera di fornace o pietra pomice o altri inerti leggeri impastati con malta magra fino ad intasamento completo.
Quando la faccia inferiore dei tavelloni o delle volterrane deve essere intonacata sarà opportuno applicarvi preventivamente uno strato di malta cementizia, per evitare eventuali distacchi dall'intonaco stesso.

4 - Solai di cemento armato o misti: generalità e classificazione.
Nei successivi paragrafi sono trattati i solai realizzati esclusivamente in calcestruzzo armato o calcestruzzo

armato precompresso o misti in calcestruzzo armato precompresso e blocchi in laterizio od in altri materiali.
Vengono considerati sia i solai eseguiti in opera sia quelli formati dall'associazione di elementi prefabbricati.
Per tutti i solai valgono le prescrizioni già fornite per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso e, in particolare, valgono le prescrizioni contenute nel D.M. 9 gennaio 1996.
I solai di calcestruzzo armato o misti sono così classificati:

1) solai con getto pieno di calcestruzzo armato o di calcestruzzo armato precompresso;
2) solai misti di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso e blocchi interposti di alleggerimento, collaboranti e non, di laterizio od altro materiale;
3) solai realizzati dall'associazione di elementi di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso prefabbricati, con unioni e/o getti di completamento.

Per i solai di tipo 1) valgono integralmente le prescrizioni del precedente Articolo relativo alle strutture in c.a.
Invece i solai del tipo 2) e 3) sono soggetti anche alle norme complementari riportate nei successivi paragrafi.

4.1 - Solai misti di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso e blocchi forati di laterizio.
a) I solai misti di calcestruzzo armato, normale o precompresso, e blocchi forati di laterizio si distinguono nelle seguenti categorie:

1) solai con blocchi aventi funzione principale di alleggerimento;
2) solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato.

I blocchi di cui al paragrafo 2) devono essere conformati in modo che, nel solaio in opera, sia assicurata con continuità la trasmissione degli sforzi dall'uno all'altro elemento.
Nel caso si richieda al laterizio il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono usare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. In ogni caso, ove sia prevista una soletta di conglomerato staticamente integrativa di altra di laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la solidarietà ai fini della trasmissione degli sforzi tangenziali.
Per entrambe le categorie, il profilo dei blocchi che delimita la nervatura di conglomerato da gettarsi in opera, non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso di calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse.
Per i solai con nervature gettate o completate in opera la larghezza minima delle nervature di calcestruzzo non deve essere minore di 1/8 dell'interasse e, comunque, non inferiore a 8 cm.
Nel caso di produzione di serie in stabilimento di pannelli di solaio completi, il limite minimo predetto potrà scendere a 5 cm.
L'interasse delle nervature non deve in ogni caso essere maggiore di 15 volte lo spessore medio della soletta. Il blocco interposto deve avere dimensione massima inferiore a 52 cm.

b) Caratteristiche dei blocchi.
1) Spessore delle pareti e dei setti dei blocchi.
Lo spessore delle pareti orizzontali compresse non deve essere minore di 8 mm, così come quello delle pareti perimetrali, mentre quello dei setti non deve essere minore di 7 mm.
Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiore di 3 mm.
Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei ed allineati, particolarmente in direzione orizzontale, con setti aventi rapporto spessore/lunghezza il più possibile uniforme.
Il rapporto fra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione del blocco non deve risultare superiore a 0,6/0,625 h, dove h è l'altezza del blocco in metri.
2) Caratteristiche fisico-meccaniche.
La resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, deve risultare:
- > 30 N/mm^2 nella direzione dei fori;
- > 15 N/mm^2 nella direzione trasversale ai fori;
per i blocchi di cui alla categoria a2);
e:
- > 15 N/mm^2 nella direzione dei fori;
- > 5 N/mm^2 nella direzione trasversale ai fori;
per i blocchi di cui alla categoria a1).

La resistenza caratteristica a trazione per flessione dovrà essere:
- > 10 N/mm^2 per i blocchi di tipo a2);
- > 7 N/mm^2 per i blocchi di tipo a1).

Speciale cura deve essere rivolta al controllo dell'integrità dei blocchi, con particolare riferimento all'eventuale presenza di fessurazioni.

c) Spessore minimo dei solai.
Lo spessore dei solai a portanza unidirezionale che non siano di semplice copertura non deve essere minore di 1/25 della luce di calcolo ed in nessun caso minore di 12 cm. Per i solai costituiti da travetti precompressi e blocchi interposti, il predetto limite può scendere ad 1/30.
Le deformazioni devono risultare compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

d) Spessore minimo della soletta.
Nei solai del tipo a1), lo spessore minimo del calcestruzzo della soletta di conglomerato non deve essere minore di 4 cm.
Nei solai del tipo a2), può essere omessa la soletta di calcestruzzo e la zona rinforzata di laterizio, peraltro sempre rasata con calcestruzzo, può essere considerata collaborante e deve soddisfare i seguenti requisiti:
- possedere spessore non minore di 1/5 dell'altezza per solai con altezza fino a 25 cm e non minore di 5 cm, per solai con altezza maggiore;
- avere area effettiva dei setti e delle pareti, misurata in qualunque sezione normale alla direzione dello sforzo di compressione, non minore del 50% della superficie lorda.

e) Protezione delle armature.
Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare conformata, in ogni direzione, da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia.
Per quanto riguarda l'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.

Per quanto attiene la distribuzione delle armature trasversali, longitudinali e per taglio, si fa riferimento alle citate norme contenute nel D.M. 14 febbraio 1992, integrato dal D.M. 9 gennaio 1996 e successivi aggiornamenti.
In fase di esecuzione, prima di procedere ai getti, i laterizi devono essere convenientemente bagnati.
Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

f) Conglomerati 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 eventuali altri elementi prefabbricati.

4.2 - Solai prefabbricati.
Tutti gli elementi prefabbricati di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso destinati alla formazione di solai privi di armatura resistente al taglio o con spessori, anche locali, inferiori ai 4 cm, devono essere prodotti in serie controllata. Tale prescrizione è obbligatoria anche per tutti gli elementi realizzati con calcestruzzo di inerte leggero o calcestruzzo speciale.
Per gli orizzontamenti in zona sismica, gli elementi prefabbricati devono avere almeno un vincolo che sia in grado di trasmettere le forze orizzontali, a prescindere dalle resistenze di attrito. Non sono comunque ammessi vincoli a comportamento fragile.
Quando si assuma l'ipotesi di comportamento a diaframma dell'intero orizzontamento, gli elementi dovranno essere adeguatamente collegati tra di loro e con le travi o i cordoli di testata laterali.

4.3 - Solai misti di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso e blocchi diversi dal laterizio.
a) Classificazioni.
I blocchi con funzione principale di alleggerimento possono essere realizzati anche con materiali diversi dal laterizio (calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati, ecc.).
Il materiale dei blocchi deve essere stabile dimensionalmente.
Ai fini statici si distinguono due categorie di blocchi per solai:
a1) blocchi collaboranti;
a2) blocchi non collaboranti.

- I blocchi collaboranti devono avere modulo elastico superiore a 8 kN/mm2 ed inferiore a 25 kN/mm2; devono essere totalmente compatibili con il conglomerato con cui collaborano sulla base di dati e caratteristiche dichiarate dal produttore e verificate dalla Direzione dei lavori. Inoltre essi devono soddisfare a tutte le caratteristiche fissate per i blocchi di laterizio della categoria a2).
- I blocchi non collaboranti devono avere modulo elastico inferiore ad 8 kN/mm2 e svolgere funzioni di solo alleggerimento.

I solai con i blocchi non collaboranti richiedono necessariamente una soletta di ripartizione dello spessore minimo di 4 cm, armata opportunamente e dimensionata per la flessione trasversale. Il profilo e le dimensioni dei blocchi devono essere tali da soddisfare le prescrizioni dimensionali imposte per i blocchi di laterizio non collaboranti.

b) Spessori minimi.
Per tutti i solai, così come per i componenti collaboranti, lo spessore delle singole parti di calcestruzzo contenenti armature di acciaio, non potrà essere minore di 4 cm.

4.4 - Solai realizzati con l'associazione di elementi di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso prefabbricati.
Oltre alle prescrizioni indicate nei paragrafi precedenti, quando applicabili, sono da tenere presenti le seguenti prescrizioni.

a) L'altezza minima non può essere minore di 8 cm.
Nel caso di solaio vincolato in semplice appoggio monodirezionale, il rapporto tra luce di calcolo del solaio e spessore del solaio stesso non deve essere superiore a 25.
Per solai costituiti da pannelli piani, pieni od alleggeriti, prefabbricati precompressi - tipo 3) (cfr. 72.4) - senza soletta integrativa, in deroga alla precedente limitazione, il rapporto sopra indicato può essere portato a 35.
Per i solai continui, in relazione al grado di incastro o di continuità realizzato agli estremi, tali rapporti possono essere incrementati fino ad un massimo del 20%.
È ammessa deroga alle prescrizioni di cui sopra qualora i calcoli condotti con riferimento al reale comportamento della struttura (messa in conto dei comportamenti non lineari, fessurizzazione, affidabili modelli di previsione viscosa, ecc.), anche eventualmente integrati da idonee sperimentazioni su prototipi, non superino i limiti indicati nel D.M. 9 gennaio 1996.
Le deformazioni devono risultare, in ogni caso, compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

b) Solai alveolari.
Per i solai alveolari, per elementi privi di armatura passiva d'appoggio, il getto integrativo deve estendersi all'interno degli alveoli interessati dall'armatura aggiuntiva, per un tratto almeno pari alla lunghezza di trasferimento della precompressione.

c) Solai con getto di completamento.
La soletta gettata in opera deve avere uno spessore non inferiore a 4 cm ed essere dotata di un'armatura di ripartizione a maglia incrociata.

36.4.5 - Le indicazioni progettuali per posizionare le fondazioni sul suolo con riferimento alle sollecitazioni dovute ai terremoti sono contenute nella norma UNI ENV 1998-5 (Eurocodice 8), mentre indicazioni progettuali per zone sismiche sono rintracciabili nelle norme UNI ENV 1998-1-1, 1998-1-2, 1998-1-3, 1998-1-4, 1998-2, 1998-3 (Eurocodice 8).

STRUTTURE PREFABBRICATE DI CALCESTRUZZO ARMATO E PRECOMPRESSO

1 - Generalità

La struttura prefabbricata è una struttura realizzata mediante l'associazione, e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera.
La progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute nel D.M. 14/01/2008 e ogni altra disposizione in materia.
I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'Impresa costruttrice, dovranno appartenere ad una delle due categorie di produzione previste dal citato D.M. e precisamente: in serie "dichiarata" o in serie "controllata".

2 - Posa in opera.

Nella fase di posa in opera e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.
I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione della unione.
Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa, se lasciati definitivamente in opera, non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

3 - Unioni e giunti.

Le "unioni" sono i collegamenti tra le parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni.
I "giunti" sono gli spazi tra le parti strutturali che ne consentono mutui spostamenti senza trasmissione di sollecitazioni.
Nelle unioni i materiali impiegati con funzione strutturale devono avere, di regola, durabilità, resistenza al fuoco e protezione, almeno uguali a quelle degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate, i limiti dell'intera struttura vanno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole.
I giunti aventi superfici affacciate devono garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime, per consentire i movimenti prevedibili.
Il Direttore dei lavori dovrà verificare che eventuali opere di finitura non pregiudichino il libero funzionamento del giunto.

4 - Appoggi.

Gli appoggi devono essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti. Per elementi di solaio o simili, deve essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, non inferiore a 3 cm, se è prevista in opera la formazione della continuità dell'unione, e non inferiore a 5 cm, se definitivo. Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti vanno raddoppiati.
Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo deve essere non inferiore a (8 + l/300) cm, essendo "l" la luce netta della trave in centimetri.
In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata al solo attrito.
Appoggi di questo tipo sono consentiti ove non venga messa in conto la capacità di trasmettere azioni orizzontali; l'appoggio deve consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalle norme sismiche.
Per le modalità di trasporto, immagazzinamento , installazione e protezione si fa riferimento alle norme UNI EN 1337-9, 1337-11.

5 - Montaggio.

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre, nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto. Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato nel progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.
L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità. L'elemento deve essere stabile di fronte a:
- l'azione del peso proprio;
- l'azione del vento;
- le azioni di successive operazioni di montaggio;
- le azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.
Nel progetto deve essere previsto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.
La corrispondenza dei manufatti al progetto, sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze), sarà verificata dalla Direzione dei lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

6 - Accettazione.
Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnate da un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione, attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in Allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale. Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata, si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

STRUTTURE IN ACCIAIO

1 - Generalità.
Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dal DM 14/01/2008 e successive integrazioni.
L'Impresa sarà tenuta redigere a propria cura e spesa e a presentare, in tempo utile, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei lavori, prima dell'approvvigionamento dei materiali:
a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e pesi teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;
b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

2 - Collaudo tecnologico dei materiali.
Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa comunicherà alla Direzione dei lavori, specificando per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la destinazione costruttiva e la documentazione di accompagnamento della ferriera costituita da:
- attestato di controllo;
- dichiarazione che il prodotto è "qualificato" secondo le norme vigenti.

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta, ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificare la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati, la Direzione dei lavori deve effettuare, presso laboratori ufficiali, tutte le prove meccaniche e chimiche in numero sufficiente a fornire idonea conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'Impresa.
Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dal D.M. 14 febbraio 1992, integrato dal D.M. 9

gennaio 1996 e successivi aggiornamenti ed altri eventuali a seconda del tipo di metallo in esame.

3 - Controlli in corso di lavorazione.
L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare, in ogni momento, la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei lavori.
Alla Direzione dei lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire, in ogni momento della lavorazione, tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.
Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo, l'Impresa informerà la Direzione dei lavori, la quale fornirà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

4 - Montaggio.
Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.
Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.
Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.
Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.
In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.
La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere attuata solo quando essi risulteranno staticamente superflui.
Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere all'alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risultasse superiore al diametro sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.
È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica, purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.
Per le unioni con bulloni, l'Impresa effettuerà un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni, alla presenza della Direzione dei lavori, .
L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei lavori.
Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata e, in particolare, quelle riguardanti:
- l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- le interferenze con i servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

5 - Prove di carico e collaudo statico.
Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature, per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.
Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali emanati in applicazione della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

OPERE EDILI DI FINITURA E COMPLETAMENTO

VESPAI, MURATURE E RIEMPIMENTI IN PIETRAME A SECCO

1 - Vespai e intercapedini.
Nei locali 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 di 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.
Tali canali dovranno avere sezione non inferiore a 15 cm di larghezza per 20 cm di altezza e 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.

2 - Murature in pietrame a secco.
Le murature in pietrame a secco dovranno essere realizzate 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, con l'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 per 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 inferiore a 30 cm; a richiesta della Direzione dei lavori dovranno essere eseguiti anche regolari fori di drenaggio, ordinatamente disposti, anche su più ordini, per lo scolo delle acque.

3 - Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature 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 e fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e, possibilmente, a forma di lastroni quando impiegate nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; negli strati inferiori, infine, si dovrà disporre di 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.

ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE (PIANE)

1 - Le coperture continue sono quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura. L'affidabilità di una copertura dipende da quella dei singoli strati o elementi le cui durate sono condizionate oltre che dalle loro caratteristiche specifiche, dalla loro reciproca compatibilità meccanica, chimica, fisica e quindi funzionale nella specifica soluzione tecnologica. Fondamentale risulta la realizzazione dell'elemento di tenuta, per la migliore specificazione del quale si rimanda alle istruzioni di cui alla norma UNI 9307/1. Le coperture continue 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.

2 - Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali di seguito elencati (definiti secondo la norma UNI 8178).
Nelle soluzioni costruttive uno strato può assolvere ad una o più funzioni.
a) La copertura non termoisolata e non ventilata avrà quali strati di elementi fondamentali:

1) l'elemento portante con funzioni strutturali;
2) lo strato di pendenza con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
3) 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;
4) lo strato di protezione con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

b) La copertura ventilata, ma non termoisolata, avrà quali strati ed elementi fondamentali:

1) l'elemento portante;
2) lo strato di ventilazione, con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
3) strato di pendenza (se necessario);
4) elemento di tenuta all'acqua;
5) strato di protezione.

c) La copertura termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

1) l'elemento portante;
2) lo strato di pendenza;
3) 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;
4) l'elemento di tenuta all'acqua;
5) l'elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
6) lo strato filtrante;
7) lo strato di protezione.

d) La copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

1) l'elemento portante con funzioni strutturali;
2) l'elemento termoisolante;
3) lo strato di irrigidimento o supporto con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
4) lo strato di ventilazione;
5) l'elemento di tenuta all'acqua;
6) lo strato filtrante, con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
7) lo strato di protezione.

e) La presenza di altri strati funzionali (complementari), eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della norma UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati, sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

3 - 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 fornite nel presente Capitolato Speciale negli Articoli sui calcestruzzi, sulle strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio-calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc.;
2) per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'Articolo 24 e, 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 di 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 opera, fino a realizzare uno strato continuo.
a) Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate nell'Articolo 19. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente materiali ausiliari (adesivi, ecc.), e 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 riservata all'esecuzione di 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 19. 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.).
Si curerà, 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 23.
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 rinvia per 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 il corretto orientamento verso gli 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 l'Articolo 24). 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 del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o alle precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.
11) Nel caso sia prevista l'installazione di componenti per l'accesso alla copertura (passerelle, piani di camminamento, scalini posapiede e ganci di sicurezza) ci si riferirà alle norme UNI EN 516 e 517.

4 - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione delle coperture continue (piane), opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) verificherà che siano adottati i criteri per la sicurezza degli operatori di cui alla norma UNI 8088, che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e che, almeno per gli strati più significativi, il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.
In particolare saranno verificati: i collegamenti 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 siano richieste lavorazioni in opera verranno verificate con semplici metodi da cantiere:
- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- le adesioni o connessioni fra strati (o, quando richiesta, l'esistenza di completa separazione);
- la tenuta all'acqua, all'umidità, ecc.;
b) a conclusione dell'opera il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

c) In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione della copertura. Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

ESECUZIONE DI COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA)

1 - Le coperture discontinue (a falda) sono quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipendono prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti. L'affidabilità di una copertura dipende da quella dei singoli strati o elementi le cui durate sono condizionate oltre che dalle loro caratteristiche specifiche, dalla loro reciproca compatibilità meccanica, chimica, fisica e quindi funzionale nella specifica soluzione tecnologica. Fondamentale risulta la realizzazione dell'elemento di tenuta, per la migliore specificazione del quale si rimanda alle istruzioni di cui alla norma UNI 9308/1. Le coperture discontinue sono 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.

2 - Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definiti secondo la norma UNI 8178, assunto che nelle soluzioni costruttive uno strato può assolvere ad una o più funzioni).
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) lo strato di pendenza, con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati);
3) l'elemento di supporto, con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati e di trasmettere la forza all'elemento portante;
4) l'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) lo 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 norma UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati, sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

3 - Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto; ed ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le seguenti prescrizioni :
1) per l'elemento portante vale quanto riportato al paragrafo.
2) Per l'elemento termoisolante vale quanto indicato al paragrafo.
3) Per l'elemento di supporto, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già fornite nel presente Capitolato Speciale per i prodotti di legno, le malte di cemento, i profilati metallici, i getti di calcestruzzo, gli elementi preformati a base di materie plastiche. Si verificherà, durante l'esecuzione, la sua rispondenza alle prescrizioni del progetto e l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento portante e 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 nel presente capitolato . In fase di posa si dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e/o delle 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.
Attenzione particolare sarà riservata alla realizzazione di bordi e 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.). Per la realizzazione di sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche si seguiranno le istruzioni riportate nella norma UNI 10724.
5) Per lo strato di ventilazione vale quanto riportato al paragrafo; inoltre, nel caso di coperture con tegole posate su un 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 sarà realizzato come indicato al paragrafo.
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 alle precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.
Inoltre, per l'esecuzione delle coperture discontinue con tegole di laterizio e cemento, si fa riferimento alle regole di buona pratica di cui alla norma UNI 9460, mentre per quelle realizzate con elementi metallici in lastre il riferimento è la norma UNI 10372.
Per le coperture in lastre ondulate di fibrocemento si fa riferimento alla UNI 10636.
Infine nel caso sia prevista l'installazione di componenti per l'accesso alla copertura (passerelle, piani di camminamento, scalini posapiede e ganci di sicurezza) ci si riferirà alle norme UNI EN 516 e 517.

4 - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione delle coperture discontinue (a falda), opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) verificherà che siano adottati i criteri per la sicurezza degli operatori di cui alla norma UNI 8088, che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e che, almeno per gli strati più significativi, il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.
In particolare saranno 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 saranno richieste lavorazioni in opera.
Saranno verificate con semplici metodi da cantiere: le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione; ecc.; la impermeabilità dello strato di tenuta d'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.;
b) a conclusione dell'opera il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, le condizioni di carico (frecce), la resistenza ad azioni localizzate e quant'altro può essere verificato direttamente in opera, a fonte dell'ipotesi di progetto, di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.
c) In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione della copertura. Si

avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE

1 - Le opere di impermeabilizzazione servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti controterra, ecc.) o comunque, lo scambio igrometrico tra ambienti.
Esse si dividono in:
- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

2 - Le impermeabilizzazioni, si suddividono nelle seguenti categorie:
a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
c) impermeabilizzazioni di opere interrate;
d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua).

3 - 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 seguenti prescrizioni:
1) per le impermeabilizzazioni di coperture, vedere Articoli;
2) per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, vedere Articolo;
3) per le impermeabilizzazioni 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 nel terreno.
Inoltre, durante la realizzazione, si curerà che 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 nel paragrafo *a)* per 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 ottenere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si realizzeranno 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 realizzazione di risvolti e di bordi, nonché di punti particolari (per esempio: i passaggi di tubazioni), 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;
4) 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 si

eseguiranno 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.

4 - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione, opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte, almeno per gli strati più significativi, e che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.
In particolare saranno 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 siano richieste lavorazioni in opera.
Saranno verificati con semplici metodi da cantiere: le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione; ecc.; l'impermeabilità dello strato di tenuta d'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.;
b) a conclusione dell'opera il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) per verificare la resistenza ad azioni meccaniche, l'interconnessione e la compatibilità con altre parti dell'edificio e con le eventuali opere di completamento.
c) In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione dell'impermeabilizzazione. Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

INTONACI

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo aver rimossa dai giunti delle murature la malta poco aderente, ed avere ripulita e abbondantemente bagnata la superficie della parete stessa.
Gli intonaci, di qualunque specie siano (lisci, a superficie rustica, a bugne, per cornici e quanto altro), non dovranno mai presentare peli, screpolature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, od altri difetti.
Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature, dovranno essere demoliti e rifatti dall'Impresa a sue spese.
La calce da usarsi negli intonaci dovrà essere estinta da almeno tre mesi per evitare scoppiettii, sfioriture e screpolature, verificandosi le quali sarà a carico dell'Impresa il fare tutte le riparazioni occorrenti.
Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore ai 15 mm.
Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la Direzione dei lavori.
Particolarmente per ciascun tipo d'intonaco si prescrive quanto appresso:
a) *Intonaco grezzo o arriccitura*. - Predisposte le fasce verticali, sotto regolo di guida, in numero sufficiente, verrà applicato alle murature un primo strato di malta detto rinzaffo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli. Dopo che questo strato sarà alquanto asciutto, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta che si estenderà con la cazzuola o col frattone stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché le pareti riescano per quanto possibile regolari.

b) *Intonaco comune o civile*. - Appena l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si distenderà su di esso un terzo strato di malta fina (40 mm), che si conguaglierà con le fasce di guida per modo che l'intera superficie risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

c) *Intonaci colorati*. - Per gli intonaci delle facciate esterne, potrà essere ordinato che alla malta da adoperarsi sopra l'intonaco grezzo siano mischiati i colori che verranno indicati per ciascuna parte delle facciate stesse.
Per dette facciate potranno venire ordinati anche i graffiti, che si otterranno aggiungendo ad uno strato d'intonaco colorato, come sopra descritto, un secondo strato pure colorato ad altro colore, che poi verrà raschiato, secondo opportuni disegni, fino a far apparire il precedente. Il secondo strato d'intonaco colorato dovrà avere lo spessore di almeno 2 mm.

d) *Intonaco a stucco*. - Sull'intonaco grezzo sarà sovrapposto uno strato alto almeno 4 mm di malta per stucchi, che verrà spianata con piccolo regolo e governata con la cazzuola così da avere pareti perfettamente piane nelle quali non sarà tollerata la minima imperfezione.
Ove lo stucco debba colorarsi, nella malta verranno stemperati i colori prescelti dalla Direzione dei lavori.

e) *Intonaco a stucco lucido*. - Verrà preparato con lo stesso procedimento dello stucco semplice; l'abbozzo però deve essere con più diligenza apparecchiato, di uniforme grossezza e privo affatto di fenditure.
Spianato lo stucco, prima che esso sia asciutto si bagna con acqua in cui sia sciolto del sapone di Genova e quindi si comprime e si tira a lucido con ferri caldi, evitando qualsiasi macchia, la quale sarà sempre da attribuire a cattiva esecuzione del lavoro.
Terminata l'operazione, si bagna lo stucco con la medesima soluzione saponacea lisciandolo con pannolino.

f) *Intonaco di cemento liscio*. - L'intonaco a cemento sarà fatto nella stessa guisa di quello di cui sopra alla lettera a) impiegando per rinzaffo la malta cementizia normale. L'ultimo strato dovrà essere tirato liscio col ferro e potrà essere ordinato anche colorato.

g) *Rivestimento in cemento a marmiglia martellinata*. - Questo rivestimento sarà formato in conglomerato di cemento nel quale sarà sostituita al pietrisco la marmiglia della qualità, delle dimensioni e del colore che saranno indicati. La superficie in vista sarà lavorata a bugne, a fasce, a riquadri eccetera secondo i disegni e quindi martellinata, ad eccezione di quegli spigoli che la Direzione ordinasse di formare lisci o lavorati a scalpello piatto.

h) *Rabboccature*. - Le rabboccature che occorressero su muri vecchi o comunque non eseguiti con faccia vista in malta o sui muri a secco, saranno formate con malta.
Prima dell'applicazione della malta, le connessure saranno diligentemente ripulite, fino a conveniente profondità, lavate con acqua abbondante e poi riscagliate e profilate con apposito fetto.

SISTEMI DI RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI

1 – Generalità
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 funzione, 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.

2 - Sistemi realizzati con prodotti rigidi.
Questi sistemi devono essere realizzati secondo le prescrizioni del progetto e a completamento del progetto, con le indicazioni seguenti:
a) 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, dello spessore, delle 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 adeguata compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto;
b) per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibro-cemento 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. I sistemi di fissaggio devono garantire, comunque, un'adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alle corrosioni, 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 a vento, pioggia, ecc. ed assolvere le altre funzioni ad esso affidate quali tenuta all'acqua, ecc. Durante la posa del rivestimento si cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque la corretta esecuzione dei giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.;
c) per le lastre, pannelli, ecc. a base di metallo o materia plastica, si procederà analogamente a quanto descritto in *b)* per le lastre in pietra, calcestruzzo, ecc.
Si curerà, in base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, l'esecuzione dei fissaggi e 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.

3 - Sistemi realizzati con prodotti flessibili.
Questi sistemi devono essere realizzati secondo le prescrizioni fornite nel progetto, con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessili, fogli di materia plastica o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nel paragrafo 14.3 e 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 e 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 la continuità volute.
Si applicherà 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 (angoli, bordi di porte, finestre, ecc.), facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e comunque, la scarsa percettibilità dei giunti.

4 - Sistemi realizzati con prodotti fluidi.
78esti sistemi devono essere realizzati, secondo le prescrizioni fornite nel progetto, con prodotti costituiti da pitture, vernici impregnanti, ecc. aventi le caratteristiche riportate nel paragrafo 14.4 e, a completamento del progetto, devono rispondere alle indicazioni seguenti:
a) Su pietre naturali ed artificiali:
- impregnazione della superficie con siliconi o oli fluorurati, non pellicolanti, resistenti alle radiazioni 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 e, in loro mancanza (od a loro integrazione), si intendono realizzati secondo le indicazioni fornite dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme UNI 8758 o 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 e le 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 cureranno, 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.

5 – Drezione dei lavori

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) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e che almeno per gli strati più significativi, 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 saranno verificati:
- per i rivestimenti rigidi, le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel paragrafo loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, ecc.;
- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli), la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo paragrafo;
- per i rivestimenti fluidi od in pasta, il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come indicato nel paragrafo *a),* verificando la loro completezza, specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori;

b) a conclusione dei lavori, il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche 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 egli 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 e l'aderenza al supporto.
c) In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione dei rivestimenti. Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

OPERE DI VETRAZIONE E SERRAMENTISTICA

Le opere di vetrazione sono 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, portafinestre o porte.
Viceversa, le opere di serramentistica sono quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

1 - Le opere di vetrazione devono essere realizzate con i materiali e le modalità previsti dal progetto e, ove questo non sia sufficientemente dettagliato, valgono le prescrizioni seguenti:
a) le lastre di vetro, in relazione al loro comportamento meccanico, devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico di vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti e delle deformazioni prevedibili del serramento.

Per la loro scelta devono essere considerate le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici, sia di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc.
Per la valutazione dell'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, 7144, 7170 e 7697, UNI EN 673).
Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.
b) I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, sono scelti in relazione alla conformazione e alle dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore, le dimensioni in genere e la capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi e delle ante apribili e alla 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 un materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.
c) La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e di 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 e 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 Speciale, nei limiti di validità della norma stessa.
Nel caso di utilizzo di profili di PVC non plastificato, le norme di riferimento sono le seguenti: UNI EN 477, 478 e 479.

2 - La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto e quando non precisato deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.
a) Le finestre dovranno essere 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:
- deve essere assicurata la tenuta all'aria e l'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 o di carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).
b) 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 nontessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta.
c) 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 fornite dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei lavori.

3 - Per quanto riguarda la realizzazione delle cosiddette "vetrazioni strutturali", costituite da un sistema di giunti, vetrazioni, intelaiature e sigillanti, il loro dimensionamento dipende dai casi specifici relazionati alle sollecitazioni ed alle azioni alle quali esse sono sottoposte, oltre che dai materiali impiegati e dalla loro interazione. Quale base di riferimento per la specificazione e la valutazione dell'idoneità all'impiego di tale sistema innovativo verranno assunte le regole di qualità di cui alla Guida Tecnica EOTA per il benestare tecnico di vetrazioni strutturali (ICITE-CNR), ed i relativi metodi di verifica.

4 - Per quanto concerne la realizzazione di lucernari ad illuminazione zenitale (puntiforme ed a fascia), la specificazione dipende dai casi specifici relazionati alle sollecitazioni ed alle azioni alle quali essi sono sottoposti, oltre che dai materiali impiegati e dalla loro interazione. Quale base di riferimento per la specificazione e la valutazione dell'idoneità all'impiego di tale specifico serramento verranno assunte le regole di qualità di cui alle Guide Tecniche UEAtc per l'Agrément di lucernari ad illuminazione zenitale, puntiformi od a fascia (ICITE-CNR), ed i relativi metodi di verifica.

5 - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione il Direttore 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.
In particolare saranno verificati: la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi e i controtelai, l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate e il rispetto delle prescrizioni di progetto, del Capitolato e le indicazioni del produttore per i serramenti con altre prestazioni;
b) a conclusione dei lavori il Direttore dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza di giunti, sigillature, ecc. Saranno eseguiti 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. Nelle grandi opere i controlli predetti potranno avere carattere casuale e statistico.
c) In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione delle vetrazioni e dei serramenti. Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

ESECUZIONE DELLE PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE

1 - La parete esterna è 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.
Nell'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). Per le cosiddette "vetrazioni strutturali" vedere il paragrafo relativo.
Nell'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 opera di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

2 - Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie di parete sopracitata è composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni), che devono essere realizzati come segue.
a) Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali ed i prodotti rispondenti al presente Capitolato Speciale (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 e 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, di isolamento termico, acustico, ecc. e 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.
Il montaggio dei vetri e dei serramenti avverrà secondo le indicazioni fornite nell'Articolo relativo.
b) 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 sulle 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 fornite nell'Articolo relativo.
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 realizzazione 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.
c) Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in opera (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 fornite nell'Articolo sui 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 e sarà completato 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.
Quale base di riferimento per la specificazione e la valutazione dell'idoneità di impiego dei sistemi di partizioni interne verranno assunte le regole di qualità di cui alla guida EOTA per il benestare tecnico di sistemi e kits di partizioni interne.

3 - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione il Direttore 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.
In particolare saranno verificati: la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi e i controtelai, l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate e il rispetto delle prescrizioni di progetto, del Capitolato e le indicazioni del produttore per i serramenti con altre prestazioni;
b) a conclusione dei lavori il Direttore dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza di giunti, sigillature, allineamenti, ecc. Saranno eseguiti 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. Nelle grandi opere i controlli predetti potranno avere carattere casuale e statistico.
c) In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione delle pareti esterne e delle partizioni interne. Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

1 - La pavimentazione è un sistema edilizio avente lo scopo di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso.
Le pavimentazioni sono 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).

2 - Oltre a tenere conto dei limiti previsti nella Legge 5 febbraio 1992, n. 104, 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 (assunto che, costruttivamente, uno strato può assolvere una o più funzioni).
a) La pavimentazione su strato portante avrà quali elementi o strati fondamentali:
1) lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
2) lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
3) 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;
4) lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
5) 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:
6) lo strato di impermeabilizzazione, con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi ed ai vapori;
7) lo strato di isolamento termico, con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
8) lo strato di isolamento acustico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
9) lo strato di compensazione, con funzione di compensare quote, pendenze, 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:
1) il terreno (suolo), con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
2) lo strato impermeabilizzante (o drenante);
3) lo strato ripartitore;
4) lo strato di compensazione e/o pendenza;
5) il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste, possono essere previsti altri strati complementari.

3 - 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 fornite nel presente Capitolato Speciale sulle strutture di calcestruzzo, sulle 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 fornite per i prodotti quali 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, dei risvolti, ecc.

3) Per lo strato ripartitore, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già fornite 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 fornite per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e, nei casi particolari, alle prescrizioni del produttore riguardanti gli elementi di fissaggio, meccanici o di altro tipo. Si curerà anche, in relazione al tipo di rivestimento ed ai prodotti di incollaggio previsti nel progetto, di misurare il contenuto di umidità del supporto, tenuto conto della norma UNI 10329.
Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o alle quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso da rifiuto o insufficienza, che potrebbe provocare scarsa resistenza o 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 fornite nell'Articolo 46.
Durante la fase di posa si cureranno 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 nell'Articolo 75.
7) Per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'Articolo 75.
8) Per lo strato di isolamento acustico, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento, per i prodotti, alle prescrizioni già fornite nell'Articolo 56 e per la classificazione in base all'isolamento dal rumore di calpestio alla norma UNI 8437, mentre per la determinazione della rigidità dinamica dei materiali resilienti utilizzati sotto ai pavimenti galleggianti, il riferimento è la norma UNI EN 29052/1.
Durante la fase di posa in opera, si cureranno 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 di 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 fornite per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori di 20 mm).

4 - 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 od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.
10) 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, 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 adeguate caratteristiche meccaniche, di comportamento all'acqua, ecc. In caso di dubbio o contestazione, si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.
11) Per lo strato impermeabilizzante o drenante (che assolve quasi sempre anche funzione di strato di separazione e/o scorrimento), 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 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 e 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 norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.
Questo strato assolve quasi sempre anche funzione di strato di separazione e/o scorrimento.
12) 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 norma 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.
13) 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 scarsa aderenza, dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.
14) Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'Articolo 46.
Durante l'esecuzione si cureranno, a seconda 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 cureranno, inoltre, l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale e il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

5 - Per le pavimentazioni sopraelevate sarà effettuata la realizzazione utilizzando i componenti indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

6 - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione delle coperture piane, opererà nel seguente modo:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti che, almeno per gli strati più significativi, il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.
In particolare saranno verificati: i collegamenti 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 siano richieste lavorazioni in opera, verranno verificati con semplici metodi da cantiere: le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione); le adesioni fra strati (o, quando richiesto, l'esistenza di completa separazione); la tenuta all'acqua, all'umidità, ecc.;
b) a conclusione dell'opera il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.
c) In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione delle pavimentazioni. Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

IMPIANTISTICA CIVILE

COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI ADDUZIONE DELL'ACQUA

In conformità al DM. Del 22.01.2008 n. 37, gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica.

1 - Apparecchi sanitari.

Gli apparecchi sanitari, così come definiti e classificati nella norma UNI 4542, 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.

Per gli apparecchi di ceramica, la rispondenza alle prescrizioni di cui sopra si intende comprovata se essi rispondono alle seguenti norme: UNI 8949/1 per i vasi, UNI 4543/1, 4543/2, 8949/1 e UNI EN 80 per gli orinatoi, UNI 8951/1 per i lavabi, UNI 8950/1 per i bidè.
Per gli altri apparecchi deve essere comprovata la rispondenza alla norma UNI 4543/1, relativa al materiale ceramico ed alle caratteristiche funzionali elencate nel paragrafo 47.1.1.

Per gli apparecchi a base di materie plastiche, la rispondenza alle prescrizioni di cui sopra si ritiene comprovata se essi rispondono alle seguenti norme: UNI EN 263 per le lastre acriliche colate per le vasche da bagno ed i piatti doccia; UNI 8194 per i lavabi di resina metacrilica; UNI 8196 per i vasi di resina metacrilica; UNI EN 198 per le vasche in materiali acrilici; UNI 8192 per i piatti doccia di resina metacrilica; UNI 8195 per i bidè di resina metacrilica; UNI 8193 per le cabine doccia di resina metacrilica.

Per tutti gli apparecchi e per una loro corretta posa, vanno rispettate le prescrizioni inerenti le dimensioni e le quote di raccordo previste nelle specifiche norme di seguito richiamate:
- per i lavabi, norma UNI EN 31 e 31 FA-244-88;
- per i lavabi sospesi, norma UNI EN 32 e 31 FA-245-88;
- per i vasi a pavimento a cacciata con cassetta appoggiata, norma UNI EN 33;
- per i vasi a pavimento a cacciata senza cassetta appoggiata, norma UNI EN 37;
- per i vasi sospesi a cacciata con cassetta appoggiata, norma UNI EN 34;
- per i vasi sospesi a cacciata senza cassetta appoggiata, norma UNI EN 38;
- per i bidè a pavimento, norma UNI EN 35 e 35 FA-246-88;
- per i vasi sospesi a cacciata con cassetta appoggiata, norma UNI EN 34;
- per gli orinatoi a parete, norma UNI EN 80;
- per i lavamani sospesi, norma UNI EN 111 e 111 FA-248-88;
- per le vasche da bagno, norma UNI EN 232;
- per i piatti doccia, norma UNI EN 251, mentre per gli accessori per docce, norme UNI 7026 e UNI EN 1112;
- per i lavelli da cucina, norma UNI EN 695.

2 - Rubinetteria sanitaria.
a) I rubinetti sanitari, la cui rappresentazione nei disegni tecnici d'installazione dovrà essere conforme alle norme UNI 9511/2 e 9511/3, considerati nel presente paragrafo sono quelli appartenenti alle seguenti categorie, definite e classificate nella norma UNI 9054:
- rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;
- rubinetti a chiusura automatica PN 10 (norma UNI EN 816);
- 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 ai 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. Il riferimento normativo è la norma UNI EN 817.
- 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.
b) I rubinetti sanitari di cui sopra, 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 e alle pressioni di esercizio;
- conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolatore 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 (norme UNI EN ISO 3822-2, 3822-3 e 3822-4);
- facile smontabilità e sostituzione di pezzi possibilmente con attrezzi elementari;
- 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 norma UNI EN 200 per quanto possibile o si fa riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).
c) I rubinetti devono essere forniti avvolti in imballaggi adeguati in grado di preservarli da urti graffi, ecc. nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere. Il foglio informativo che accompagna il prodotto deve dichiarare sia le caratteristiche dello stesso, sia le altre informazioni utili per la posa, la manutenzione, ecc.

3 - Scarichi di apparecchi sanitari e sifoni (manuali, automatici).
Gli elementi costituenti gli scarichi applicati agli apparecchi sanitari si intendono denominati e classificati come riportato nella norma UNI 4542, sull'argomento.
Indipendentemente dal materiale e dalla forma essi devono possedere caratteristiche di inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore, realizzare la tenuta tra otturatore e piletta e possedere una regolazione 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, 329 e 411; la rispondenza è comprovata da una attestazione di conformità.

Tubi di raccordo rigidi e flessibili (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria).
Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, essi 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 comporta la rispondenza ad una serie di norme, alcune specifiche in funzione del materiale, tra le quali: UNI 9028, UNI EN 578, 579, 580, 712, 713, 714, 715, 743, 921, 969, 1113, 24641, 24671. Tale rispondenza deve essere comprovata da una dichiarazione di conformità.

5 - Rubinetti a passo rapido, flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi).
Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva essi 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.

6 - Cassette per l'acqua (per vasi, orinatoi e vuotatoi).
Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, essi devono rispondere alle caratteristiche seguenti:
- troppopieno 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 tale 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 (vedere la norma UNI EN 25135).
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 di cui alla norma UNI 8949/1.

7 - Tubazioni e raccordi.
Le tubazioni utilizzate per realizzare gli impianti di adduzione dell'acqua devono rispondere alle prescrizioni seguenti:
a) nei tubi metallici di acciaio le filettature per giunti a vite devono essere del tipo normalizzato con filetto conico; le filettature cilindriche non sono ammesse quando si deve garantire la tenuta.
I tubi di acciaio devono rispondere alle norme UNI 6363, 6363 FA-199-86, 8863 e 8863 FA-1-89.
I tubi di acciaio zincato di diametro minore di mezzo pollice sono ammessi solo per il collegamento di un solo apparecchio.
b) I tubi di rame devono rispondere alla norma UNI EN 1057; il minimo diametro esterno ammissibile è 10 mm.
c) I tubi di PVC e polietilene ad alta densità (PEad) devono rispondere rispettivamente alle norme UNI 7441, 7612 e 7612 FA-1-94; entrambi devono essere del tipo PN 10.
d) I tubi di piombo sono vietati nelle distribuzioni di acqua.
e) Gli elementi di tenuta in materiale elastomero devono rispondere alla norma UNI EN 681-1.

8 - Valvolame, valvole di non ritorno, pompe.
a) Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alle norme UNI 7125 e 7125 FA-109-82.
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 in genere devono rispondere alla norma UNI 5735.
La rispondenza alle norme suddette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.
b) Le pompe devono rispondere alle prescrizioni previste dal progetto e rispondere, a seconda dei tipi, alle norme UNI 9584, UNI ISO 2548, 3555, 5198, UNI EN 1151, 22858, 23661, 25199 e 28849.

9 - Apparecchi per produzione di acqua calda.
Gli scaldacqua funzionanti a gas rientrano nelle prescrizioni della Legge 6 dicembre 1971, n. 1083, devono essere costruiti a regola d'arte e sono considerati tali se rispondenti alle norme UNI-CIG (vedere anche Circolare Min. Industria 24 aprile 1992, n. 161382), ed in particolare alla UNI EN 26.
Gli scaldacqua elettrici, in ottemperanza della Legge 6 dicembre 1971, n. 1083, devono essere costruiti a regola d'arte e sono considerati tali se rispondenti alle norme CEI.
Gli scaldaacqua a pompa di calore aria/acqua trovano un riferimento per la verifica nelle norme UNI 8889 e UNI EN 255-4.
La rispondenza alle norme suddette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità (e/o dalla presenza di marchi UNI e IMQ).

10 - Accumuli dell'acqua e sistemi di elevazione della pressione d'acqua.
Per gli accumuli valgono le indicazioni riportate nell'Articolo sugli impianti.
Per gli apparecchi di sopraelevazione della pressione (autoclavi, idroaccumulatori, surpressori, serbatoi sopraelevati alimentati da pompe) vale quanto indicato nella norma UNI 9182, paragrafo 8.4.

11 - Vasche per idromassaggio.
Per quanto concerne la sicurezza degli impianti elettrici connessi, vale quanto indicato nella norma CEI EN 60335-2-60/A53.

ESECUZIONE DELL'IMPIANTO DI ADDUZIONE DELL'ACQUA

In conformità al DM. Del 22.01.2008 n. 37 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI 9182, 9182 FA-1-93, parzialmente sostituita dalla norma UNI 9511/2, sono considerate di buona tecnica.

1 - Si intende per impianto di adduzione dell'acqua l'insieme delle apparecchiature, condotte ed apparecchi erogatori che trasferiscono l'acqua potabile (o, quando consentito, non potabile) da una fonte (acquedotto pubblico, pozzo o altro) agli apparecchi erogatori.
Gli impianti, quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intendono suddivisi come segue:
a) impianti di adduzione dell'acqua potabile;
b) impianti di adduzione dell'acqua non potabile.
Le modalità per erogare l'acqua potabile e non potabile sono quelle stabilite dalle competenti Autorità, alle quali spetta il controllo sulla qualità dell'acqua.
Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:
a) fonti di alimentazione;
b) reti di distribuzione dell'acqua fredda;
c) sistemi di preparazione e distribuzione dell'acqua calda.

2 - Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzano i materiali indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti e quelle già fornite per i componenti; vale inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma UNI 9182, parzialmente sostituita dalla norma UNI 9511/2.
a) Le fonti di alimentazione dell'acqua potabile saranno costituite da acquedotti pubblici gestiti o controllati dalla pubblica Autorità; oppure da sistemi di captazione (pozzi, ecc.) fornenti acqua riconosciuta potabile dalla competente Autorità; oppure da altre fonti, quali grandi accumuli, stazioni di potabilizzazione.
Gli accumuli devono essere preventivamente autorizzati dall'Autorità competente e comunque possedere le seguenti caratteristiche:
- essere a tenuta in modo da impedire inquinamenti dall'esterno;
- essere costruiti con materiali non inquinanti, non tossici e che mantengano le loro caratteristiche nel tempo;
- avere le prese d'aria ed il troppopieno protetti con dispositivi filtranti conformi alle prescrizioni delle Autorità competenti;
- essere dotati di dispositivo che assicuri il ricambio totale dell'acqua contenuta ogni due giorni, per serbatoio con capacità fino a 30 m^3, ed un ricambio di non meno di 15 m^3 giornalieri, per serbatoi con capacità maggiore;
- essere sottoposti a disinfezione prima della messa in esercizio (e periodicamente puliti e disinfettati).
I grandi accumuli sono soggetti alle pubbliche Autorità e solitamente dotati di sistema automatico di potabilizzazione.
b) Le reti di distribuzione dell'acqua devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
- le colonne montanti devono possedere alla base un organo di intercettazione (valvola, ecc.), con organo di taratura della pressione e di rubinetto di scarico (con diametro minimo di 1/2 pollice); le stesse colonne, alla sommità, devono possedere un ammortizzatore di colpo d'ariete. Nelle reti di piccola estensione le prescrizioni suddette si applicano con gli opportuni adattamenti;
- le tubazioni devono essere posate a una distanza dalle pareti sufficiente a permettere lo smontaggio e la corretta esecuzione dei rivestimenti protettivi e/o isolanti. La conformazione deve permettere il completo svuotamento e l'eliminazione dell'aria. Quando sono incluse reti di circolazione dell'acqua calda per uso

sanitario, queste devono essere dotate di compensatori di dilatazione e di punti di fissaggio, in modo tale da far mantenere la conformazione voluta;
- la collocazione dei tubi dell'acqua non deve avvenire all'interno di cabine elettriche, al di sopra di quadri di apparecchiature elettriche, o in genere di materiali che possono divenire pericolosi se bagnati dall'acqua e all'interno di immondezzai e di locali dove sono presenti sostanze inquinanti. Inoltre, i tubi dell'acqua fredda devono correre in posizione sottostante i tubi dell'acqua calda. La posa entro parti murarie è da evitare. Quando ciò non è possibile, i tubi devono essere rivestiti con materiale isolante e comprimibile, avente uno spessore minimo di 1 cm;
- la posa interrata dei tubi deve essere effettuata a distanza di almeno un metro (misurato tra le superfici esterne) dalle tubazioni di scarico. La generatrice inferiore deve essere sempre al disopra del punto più alto dei tubi di scarico. I tubi metallici devono essere protetti dall'azione corrosiva del terreno con adeguati rivestimenti (o guaine) e dal pericolo di venire percorsi da correnti vaganti;
- nell'attraversamento di strutture verticali ed orizzontali, i tubi devono scorrere all'interno di controtubi di acciaio, plastica, ecc., preventivamente installati, aventi diametro capace di contenere anche l'eventuale rivestimento isolante. Il controtubo deve resistere ad eventuali azioni aggressive; l'interspazio restante tra tubo e controtubo deve essere riempito per tutta la lunghezza con materiale incombustibile. Si devono prevedere adeguati supporti sia per le tubazioni, sia per gli apparecchi (valvole, ecc.), ed inoltre, in funzione dell'estensione e dell'andamento delle tubazioni e dei compensatori di dilatazione termica;
- le coibentazioni devono essere previste sia per i fenomeni di condensa delle parti non in vista dei tubi di acqua fredda, sia per i tubi dell'acqua calda per uso sanitario. Quando necessario, deve essere considerata la protezione dai fenomeni di gelo.

c) Nella realizzazione dell'impianto, si devono curare le distanze minime nella posa degli apparecchi sanitari (vedere la norma UNI 9182, appendici V e W) e le disposizioni particolari per i locali destinati a disabili (Legge 9 gennaio 1989, n. 13 e D.M. 14 giugno 1989, n. 236).
Nei locali da bagno sono da considerare le prescrizioni relative alla sicurezza (distanze degli apparecchi sanitari da parti dell'impianto elettrico) così come indicato nella norma CEI 64-8.
In fase di esecuzione, ai fini della limitazione della trasmissione del rumore e delle vibrazioni, oltre a scegliere componenti con bassi livelli di rumorosità si curerà di adottare corrette sezioni interne delle tubazioni in modo da non superare le velocità di scorrimento dell'acqua previste, limitare le pressioni dei fluidi, soprattutto per quanto riguarda gli organi di intercettazione e controllo, ridurre la velocità di rotazione dei motori delle pompe, ecc. (in linea di principio non maggiori di 1.500 giri/minuto). In fase di posa si curerà l'esecuzione dei dispositivi di dilatazione, si inseriranno supporti antivibranti ed ammortizzatori per evitare la propagazione di vibrazioni, si useranno isolanti acustici in corrispondenza delle parti da murare.

3 - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione dell'impianto di adduzione dell'acqua opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà, che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire negativamente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).
In particolare, verificherà le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione, degli elementi antivibranti, ecc.
b) Al termine dell'installazione verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione di conformità, le operazioni di prelavaggio, di lavaggio prolungato, di disinfezione e di risciacquo finale con acqua potabile. Detta dichiarazione riporterà, inoltre, i risultati del collaudo (prove idrauliche, di erogazione, livello di rumore). Tutte le operazioni predette saranno condotte secondo la norma UNI 9182, paragrafi 25 e 27.
c) In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.). Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata), nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

IMPIANTO DI SCARICO ACQUE REFLUE

In conformità al DM. Del 22.01.2008 n. 37 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica.

1 - Si intende per impianto di scarico delle acque reflue l'insieme delle condotte, apparecchi, ecc. che trasferiscono l'acqua dal punto di utilizzo alla fogna pubblica.
Il sistema di scarico deve essere indipendente dal sistema di smaltimento delle acque meteoriche, almeno fino al punto di immissione nella fogna pubblica.
Il sistema di scarico può essere suddiviso, in casi di necessità, in più impianti convoglianti separatamente acque fecali, acque saponose e acque grasse. Il modo di recapito delle acque reflue sarà comunque conforme alle prescrizioni delle competenti Autorità.
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.

Per le connessioni di scarico ed i collettori di fognatura alla rete fognaria, così come definiti nelle norme UNI EN 752-1 e752-3, il riferimento sono le norme UNI EN 752-2, 752-4, 752-5.

2 - Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali e, a loro completamento, si rispetteranno le prescrizioni di cui alla norma UNI EN 1091, oltre che le seguenti.
Vale inoltre quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento quanto previsto nelle norme UNI 9183 e 9183 FA-1-93 e, per le rappresentazioni impiantistiche nei disegni tecnici, la norma UNI 9511/5.
1) I tubi utilizzabili devono rispondere alle seguenti norme:
- tubi di acciaio zincato: norme UNI 6363, 6363 FA-199-86, 8863 e 8863 FA-1-89 (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 ISO 5256, UNI 5745, 9099 e 10416/1 esistenti (polietilene, bitume, ecc.) e comunque non deve essere danneggiato o staccato; in tal caso deve essere eliminato il tubo;
- tubi di ghisa: devono rispondere alle norme UNI ISO 6594, UNI EN 598 essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine;
- tubi di piombo: devono rispondere alla norma UNI 7527/1. Devono essere lavorati in modo da ottenere sezione e spessore costanti in ogni punto del percorso. Essi devono essere protetti con catrame e verniciati con vernici bituminose per proteggerli dall'azione aggressiva del cemento;
- tubi di grès: devono rispondere alla norma UNI EN 295/1, 295/2, 295/3, 295/4, 295/5, 295/6 e 295/7;
- tubi di calcestruzzo non armato: devono rispondere alla norma UNI 9534;
- tubi di materiale plastico: devono rispondere alle seguenti norme: tubi di PVC per condotte all'interno dei fabbricati: norma UNI 7443 FA-178-87; tubi di PVC per condotte interrate: norma UNI 7447; tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte interrate: UNI 7613; tubi di polipropilene (PP): norme UNI 8319, 8319 FA-1-91 e 8536; tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte all'interno dei fabbricati: norma UNI 8451; tubi di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) per condotte interrate non in pressione: norma UNI EN 1401-1. Nel caso di utilizzo in condotte interrate a pressione di tubazioni in plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro: norme UNI EN 1115-3 e 1115-5. Per sistemi di scarico di pluviali: norma UNI EN 12095.

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 (vedere Articolo 43);
- 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 fuoriuscita 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 i 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.

3 - Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, i cui disegni tecnici dovranno essere riferiti alle convenzioni indicate nella norma UNI 9511/5, e, qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti.
Valgono inoltre, quali prescrizioni ulteriori a cui fare riferimento le norme UNI 9183 e 9183 FA-1-93 e, per le connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici, la norma UNI EN 752/1.
1) Nel suo insieme l'impianto deve essere installato in modo da consentire una facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi e 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.
2) 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 oppure dove le eventuali fuoruscite possano provocare inquinamenti. Quando ciò sia inevitabile, devono essere previste adeguate protezioni che convoglino i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile, vale il D.M. LL.PP. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrate.
3) 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.
4) 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 dello 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.
5) Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nelle norme UNI 9183 e 9183 FA-1-93. 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 della colonna di scarico.
6) 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.
7) 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 > di 45°;
- ad ogni 15 m di percorso lineare, per tubi con diametro sino a 100 mm e ad 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 accessibili ed avere spazi sufficienti per operare con 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 40â 50 m.
8) 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.
9) Si devono prevedere giunti di dilatazione per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente ed alla presenza di punti fissati, quali parti murarie 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.
10) Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

4 - Impianti di trattamento dell'acqua.
Legislazione in materia.
Gli impianti di trattamento devono essere progettati, installati e collaudati in modo che le acque da essi effluenti, prima di essere consegnate al recapito finale, rispondano alle caratteristiche indicate nella Legge 10 maggio 1976, n. 319, così come modificata dalla Legge 24 dicembre 1979, n. 650, e nelle Disposizioni Min. LL.PP. 4 febbraio 1977 nonché dal citato DM. Del 22.01.2008 n. 37.

Tipologie di scarico.
La definizione delle caratteristiche delle acque da consegnare al recapito finale sono in relazione alle dimensioni dell'insediamento dal quale provengono ed alla natura del corpo ricettore.
Per quanto riguarda le dimensioni dell'insediamento le categorie sono due:
- insediamenti aventi consistenza < a 50 vani o a 5000 m^3;
- insediamenti aventi consistenza > a 50 vani o a 5000 m^3.
Per quanto riguarda il recapito si distinguono tre casi:
- recapito in pubbliche fognature;
- recapito in corsi di acqua superficiali;
- recapito al suolo o negli strati superficiali del sottosuolo.

Caratteristiche ammissibili per le acque di scarico.
Le caratteristiche ammissibili per le acque di scarico, in relazione alle dimensioni dell'insediamento ed al tipo di recapito, sono:
- per qualsiasi dimensione di insediamento con recapito in pubbliche fognature, nei limiti fissati dai regolamenti emanati dalle Autorità locali che le gestiscono;
- per le zone non servite da pubbliche fognature sono da considerare due situazioni:
a) con insediamenti di consistenza < a 50 vani o a 5000 m^3, l'unico recapito ammissibile è sul suolo o negli strati superficiali del suolo; i limiti sono fissati dalle Disposizioni Min. LL.PP. 4 febbraio 1977. In ogni caso i livelli di trattamento che consentono di raggiungere i suddetti limiti non possono essere inferiori a quelli conseguibili attraverso trattamenti di separazione meccanica dei solidi sospesi e di digestione anaerobica dei fanghi;

b) con insediamenti di consistenza > a 50 vani o a 5000 m^3 sono ammissibili i recapiti sia sul suolo o negli strati superficiali del suolo, sia in corsi d'acqua superficiali.
Nella prima eventualità, valgono i limiti descritti nel precedente paragrafo per gli insediamenti di minori dimensioni.
Nella seconda eventualità, valgono i valori riportati nella tabella C della Legge 10 maggio 1976, n. 319 modificati dalla Legge 24 dicembre 1979, n. 650.

Requisiti degli impianti di trattamento.
Gli impianti di trattamento, quali che siano le caratteristiche degli effluenti da produrre, devono rispondere ai seguenti requisiti:
- essere in grado di fornire le prestazioni richieste dalle leggi che devono essere rispettate;
- evitare qualsiasi tipo di nocività per la salute dell'uomo, con particolare riferimento alla propagazione di microrganismi patogeni;
- non contaminare i sistemi di acqua potabile ed anche eventuali vasche di accumulo acqua, a qualunque uso esse siano destinate;
- non essere accessibili ad insetti, roditori o ad altri animali che possano venire in contatto con i cibi o con acqua potabile;
- non essere accessibili alle persone non addette alla gestione ed, in particolare, ai bambini;
- non diventare maleodoranti e di sgradevole aspetto.

Tipologie di impianto.
Premesso che le acque da trattare sono quelle provenienti dagli usi domestici con la massima possibile prevalenza dei prodotti del metabolismo umano e che è tassativamente da evitare la mescolanza con le acque meteoriche o di altra origine, le tipologie sono sostanzialmente tre:
- accumulo e fermentazione in pozzi neri con estrazione periodica del materiale, a cui segna lo smaltimento per interramento o l'immissione in concimaia od altro;
- chiarificazione in vasca settica tipo Imhoff, attraverso separazione meccanica dei solidi sospesi e digestione anaerobica dei fanghi, seguita dal processo di ossidazione da svolgersi per:
dispersione nel terreno mediante sub-irrigazione;
dispersione nel terreno mediante pozzi assorbenti;
percolazione nel terreno mediante sub-irrigazione con drenaggio;
- ossidazione totale a fanghi attivi in sistemi generalmente prefabbricati nei quali all'areazione per lo sviluppo delle colonie di microrganismi che creano i fanghi attivi, fa seguito la sedimentazione con il convogliamento allo scarico dell'acqua depurata e con il parziale ricircolo dei fanghi attivi, mentre i fanghi di supero vengono periodicamente rimossi.

Caratteristiche dei componenti.
I componenti di tutti gli impianti di trattamento devono essere tali da rispondere ai requisiti ai quali gli impianti devono uniformarsi.
Le caratteristiche essenziali sono:
- la resistenza meccanica;
- la resistenza alla corrosione;
- la perfetta tenuta all'acqua nelle parti che vengono a contatto con il terreno;
- la facile pulibilità;
- l'agevole sostituibilità;
- una ragionevole durabilità.

Collocazione degli impianti.
Gli impianti devono essere collocati in posizione tale da consentire la facile gestione sia per i controlli periodici da eseguire, sia per l'accessibilità dei mezzi di trasporto che devono provvedere ai periodici spurghi. Al tempo stesso la collocazione deve consentire di rispondere ai requisiti elencati al nelle presenti norme.

Controlli durante l'esecuzione.
È compito della Direzione dei lavori effettuare, in corso d'opera e ad impianto ultimato, i controlli tesi a verificare:

- la rispondenza quantitativa e qualitativa alle prescrizioni e descrizioni di Capitolato;
- la corretta collocazione dell'impianto nei confronti delle strutture civili e delle altre installazioni;
- le caratteristiche costruttive e funzionali delle parti non più ispezionabili ad impianto ultimato;
- l'osservanza di tutte le norme di sicurezza.

5 - Collaudi.
Ad impianto ultimato dovrà essere eseguito il collaudo provvisorio per la verifica funzionale dei trattamenti da svolgere.
A collaudo provvisorio favorevolmente eseguito, l'impianto potrà essere messo in funzione ad esercizio, sotto il controllo della Ditta fornitrice, per un periodo non inferiore a 90 giorni in condizioni di carico normale.
Periodi più lunghi potranno essere fissati se le condizioni di carico saranno parziali.
Dopo tale periodo sarà svolto il collaudo definitivo per l'accertamento, nelle condizioni di regolare funzionamento, come portata e tipo del liquame immesso, delle caratteristiche degli effluenti e della loro rispondenza ai limiti fissati in contratto.
Le prove di collaudo dovranno essere ripetute per tre volte in giorni diversi della settimana.
A collaudo favorevolmente eseguito e convalidato da regolare certificato, l'impianto sarà preso in consegna dall'Amministrazione appaltante che provvederà alla gestione direttamente o affidandola a terzi.
Per la durata di un anno, a partire dalla data del collaudo favorevole, permane la garanzia della Ditta fornitrice che è tenuta a provvedere a propria cura e spese a rimuovere con la massima tempestività ogni difetto non dovuto ad errore di conduzione o manutenzione.

6 – Direzione dei lavori
Il Direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque reflue, opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà, che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre (per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire in modo irreversibile sul funzionamento finale) verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere). In particolare, verificherà le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione e degli elementi antivibranti.
Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione i risultati delle prove di tenuta dell'acqua, eseguendola su un tronco per volta (si riempie d'acqua e lo si sottopone alla pressione di 20 kPa per 1 ora; al termine non si devono avere perdite o trasudamenti).
b) Al termine dei lavori verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione di conformità le seguenti prove:
- evacuazione realizzata facendo scaricare nello stesso tempo, colonna per colonna, gli apparecchi previsti dal calcolo della portata massima contemporanea. Questa prova può essere collegata a quella della erogazione di acqua fredda e serve ad accertare che l'acqua venga evacuata con regolarità, senza rigurgiti, ribollimenti e variazioni di regime. In particolare si deve constatare che dai vasi possono essere rimossi oggetti quali carta leggera appallottolata e mozziconi di sigaretta;
- tenuta agli odori, da effettuare dopo il montaggio degli apparecchi sanitari, dopo aver riempito tutti i sifoni (si esegue utilizzando candelotti fumogeni e mantenendo una pressione di 250 Pa nel tratto di prova. Nessun odore di fumo deve entrare nell'interno degli ambienti in cui sono montati gli apparecchi).
c) In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.). Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata), nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

IMPIANTO DI SCARICO ACQUE METEORICHE

In conformità al DM. Del 22.01.2008 n. 37 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI 9184 e 9184 FA-1-93 sono considerate norme di buona tecnica.

1 - Si intende per impianto di scarico delle acque meteoriche l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio, sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno). L'acqua può essere raccolta da coperture o pavimentazioni all'aperto.
Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente da quello che raccoglie e smaltisce le acque reflue ed industriali. Esso deve essere previsto in tutti gli edifici, ad esclusione di quelli storico-artistici.
Il sistema di recapito deve essere conforme alle prescrizioni della pubblica Autorità, in particolare per quanto attiene la possibilità di inquinamento.
Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:
- converse di convogliamento e canali di gronda;
- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc.);
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (verticali = pluviali; orizzontali = collettori);
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc.).

2 - 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) combinati con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
b) gli elementi di convogliamento ed i canali di gronda, così come definiti nella norma UNI EN 612, oltre a quanto indicato in *a)*; se di metallo, devono resistere alla corrosione; se di altro materiale, devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture; se verniciati, dovranno essere realizzati con prodotti per esterno rispondenti al comma *a)*; la rispondenza delle gronde di plastica alla norma UNI EN 607 soddisfa quanto indicato sopra;
c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'Articolo 85. Inoltre i tubi di acciaio inossidabile devono rispondere alle norme UNI 10088-3 e UNI EN 1088-2 e i tubi di materiale plastico devono rispondere alla norma UNI EN 12095;
d) per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature impartite dalle pubbliche Autorità. Per i chiusini e le griglie di piazzali vale previsto in proposito all'interno della norma UNI EN 124.

3 - Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali e, qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Valgono inoltre quali prescrizioni ulteriori cui fare riferimento, le norme UNI 9184 e 9184 FA-1-93.
a) Per l'esecuzione delle tubazioni vale quanto riportato nell'Articolo 49. I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio di 5 cm tra parete e tubo; i fissaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto ed essere di materiale compatibile con quello del tubo.
b) 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 reflue, 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.
c) 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.

4 - Il Direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà, che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelli prescritti ed inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).
Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione di conformità le prove di tenuta all'acqua, come riportato nell'Articolo 85.
b) Al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente Capitolato Speciale e di altre eventuali prescrizioni concordate.

c) In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi, la dichiarazione di conformità predetta e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.). Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata), nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

IMPIANTO DI ADDUZIONE GAS

Per impianto di adduzione del gas l'insieme di dispositivi, tubazioni, ecc. che servono a fornire il gas agli apparecchi utilizzatori (cucine, scaldacqua, bruciatori di caldaie, ecc.).
In conformità al DM. Del 22.01.2008 n. 37, gli impianti di adduzione del gas devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica.
Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, procederà come segue:
- verificherà l'insieme dell'impianto a livello di progetto per accertarsi che vi sia la dichiarazione di conformità alla legislazione antincendi (Legge 7 dicembre 1984, n. 818 e circolari esplicative) ed alla legislazione di sicurezza (Legge 6 dicembre 1971, n. 1083 e DM. Del 22.01.2008 n. 37, tenuto conto che per il rispetto della Legge 6 dicembre 1971, n. 1083 si devono adottare e rispettare tutte le norme UNI che i decreti ministeriali hanno reso vincolanti ai fini del rispetto della Legge stessa);
- verificherà che la componentistica approvvigionata in cantiere risponda alle norme UNI-CIG rese vincolanti dai decreti ministeriali emanati in applicazione della Legge 6 dicembre 1971, n. 1083 e della Legge 5 marzo 1990, n. 46 e per la componentistica non soggetta a decreto la sua rispondenza alle norme UNI; questa verifica sarà effettuata su campioni prelevati in opera ed eseguendo prove (anche parziali) oppure richiedendo un attestato di conformità dei componenti e/o materiali alle norme UNI (per alcuni componenti la presentazione della dichiarazione di conformità è resa obbligatoria dalle sopracitate Leggi e può essere sostituita dai marchi IMQ e/o UNI-CIG). In particolare costituiscono un riferimento le norme UNI 9860 e UNI EN 1775;
- verificherà in corso d'opera ed a fine opera che vengano eseguiti i controlli ed i collaudi di tenuta, pressione, ecc. previsti dalla legislazione antincendio e dalle norme tecniche rese vincolanti dalle sopracitate Leggi.
In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi, la dichiarazione di conformità predetta e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.). Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata), nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

IMPIANTI DI ANTIEFFRAZIONE ED ANTINTRUSIONE

1 – Generalità
Per la realizzazione di tali sistemi (di rilevamento, di segnalazione, ecc.) è necessaria una particolare cura soprattutto al fine di garantire la mancanza di interferenze e la facilità di ispezione e manutenzione, fatti questi che dipendono dalle scelte tecnologiche del progetto. Particolare attenzione dovrà essere riservata alla loro integrazione nell'edificio, ai sensi della norma UNI 9620 (coincidente con la norma CEI 64-50). Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alla Legge 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 elettrico oggetto del progetto. Inoltre vanno

rispettate le disposizioni della Legge 7 dicembre 1984, n. 818 per quanto applicabili.
Le principali norme di riferimento sono: CEI 64, 64-2, 64-2-A, 64-2-V1, 64-2/2-A-Ec, 64-8, 64-8-Ec, 64-8/1, 64-8/2, 64-8/3, 64-8/4, 64-8/4-V1, 64-8/5, 64-8/6, 64-8/7, 64-12, 79, 79-2, 79-3, 79-3-V1, 79-4, 79-5, 79-6, 79-7, 79-8, 79-9, 79-11, 79-12 e CEI EN 50130-4, 50132-7, 50133, 50133-1, 50134, 50135, 50136 e 50137.

2 - Direzione dei lavori.
Il Direttore dei lavori, per la pratica realizzazione di tali impianti, oltre al coordinamento di tutte le operazioni necessarie per la realizzazione degli stessi, deve prestare particolare attenzione alla verifica della completezza di tutta la documentazione, ai tempi della loro realizzazione e ad eventuali interferenze con altri lavori.
Verificherà, inoltre, che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.
Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto attestante che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte e la documentazione per la successiva gestione e manutenzione.
Con l'attenzione per la riservatezza che deve essere dedicata a tali tipi di impianti, in apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi, la dichiarazione di conformità predetta e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.). Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata), nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione, con obbligo alla riservatezza, della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

Edifici demaniali.
In questi edifici, per quanto riguarda gli impianti di allarme, l'Impresa esecutrice dovrà rilasciare apposita certificazione, verificata favorevolmente dalla USL competente, attestante che gli impianti medesimi sono stati eseguiti in conformità alle normative CEI.

Prove sulle apparecchiature.
Al fine di garantire la piena funzionalità di esercizio ed ai sensi dell'Articolo 2 della Legge 18 ottobre 1977, n. 791, così modificata dal D.L. 25 novembre 1996, n. 626 che richiede l'utilizzo di materiale costruito a regola d'arte, tutti i dispositivi di rivelazione, concentrazione, segnalazione locale/remota (teletrasmissione), nonché di controllo (accessi, televisione a circuito chiuso), dovranno rispondere alle norme CEI.
Per attestare la rispondenza alle sopraddette norme, tali 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 norme CEI; tale rispondenza dovrà essere certificata da apposito attestato di conformità, rilasciato dagli 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.

3 - Caratteristiche tecniche degli impianti.
Per quanto attiene all'esecuzione ed 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 e dei 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).

Installazione.
Si intende per installazione l'insieme delle operazioni di posa in opera dei componenti atti a realizzare l'impianto antintrusione, antieffrazione ed antifurto, così come progettato ed appaltato.

Collaudo.
Le verifiche da effettuare a cura del responsabile per il collaudo degli impianti antieffrazione, antintrusione 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 di 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 di 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.

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'alimentazione 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.

IMPIANTI DI ASCENSORI, MONTACARICHI, SCALE E MARCIAPIEDI MOBILI

1 - Classificazione.
Secondo le leggi attualmente in vigore, gli impianti, relativamente agli scopi ed usi, sono classificati nel modo seguente:
- in servizio privato: comprendenti tutti gli impianti installati in edifici pubblici e privati a scopi ed usi privati, anche se accessibili al pubblico;
- in servizio pubblico: comprendenti tutti gli impianti adibiti ad un pubblico trasporto.

2 - Definizioni.
Ai sensi della norma UNI ISO 4190/1, valgono le seguenti definizioni:
- Ascensore: apparecchio elevatore con installazione fissa, che serve piani definiti, comprendente una cabina le cui dimensioni e la costituzione consentono in modo evidente l'accesso alle persone, che si sposta, almeno parzialmente, lungo guide verticali oppure la cui inclinazione rispetto alla verticale è < di 15°. In relazione alla destinazione d'uso si possono distinguere le seguenti ulteriori classi:
- Montacarichi: apparecchio elevatore con installazione fissa, che serve piani definiti, comprendente una cabina non accessibile alle persone a causa delle sue dimensioni e costituzione, che si sposta, almeno parzialmente, lungo guide verticali oppure la cui inclinazione rispetto alla verticale è < di 15°. Per soddisfare la condizione di inaccessibilità le dimensioni della cabina non devono essere maggiori di:
- area del pavimento: 1,00 m^2;
- profondità: 1,00 m;
- altezza: 1,20 m (un'altezza maggiore è ammessa, purché la cabina sia costituita da più scomparti fissi,

ciascuno dei quali risponda alle condizioni sopra citate).
Inoltre, ai sensi della norma UNI EN 115, valgono le seguenti definizioni:
- Scala mobile: installazione azionata da motore, provvista di gradini in movimento senza fine, per il trasporto di passeggeri in salita o discesa.
- Marciapiede mobile: installazione azionata da motore, provvista di superficie in movimento senza fine (per esempio segmenti, tappeto) per il trasporto di passeggeri fra due punti allo stesso o diverso livello.

53.3 - Disposizioni generali per l'impianto e l'esercizio.
Ascensori e montacarichi.
a) Gli ascensori e i montacarichi in servizio privato sono soggetti alle seguenti disposizioni:
- Legge 24 ottobre 1942, n. 1415 che determina gli impianti soggetti alle norme e stabilisce le prescrizioni di carattere generale;
- D.P.R. 24 dicembre 1951, n. 1767 che costituisce il regolamento amministrativo per l'applicazione della Legge;
- D.P.R. 29 maggio 1963, n. 1497 che costituisce il regolamento tecnico per l'applicazione della Legge, integrato dal D.M. 28 maggio 1979 per gli ascensori idraulici, specificato nella Circolare Min. Lavoro 4 febbraio 1975, n. 229;
- D.M. 9 dicembre 1987, n. 587, che riguarda l'attuazione delle Direttive CEE 84/52 e 86/312 per gli ascensori elettrici, che richiamano la norma EN 817/1;
- Legge 5 marzo 1990, n. 46;
-D.P.R. 28 marzo 1994, n. 268 inerente l'attuazione della Direttiva CEE 90/486 per gli ascensori elettrici, idraulici od oleoelettrici;
-DPR 30 aprile 1999 n°162 inerente all'attuazione di Direttive Comunitarie in materia.
b) Gli ascensori e i montacarichi in servizio pubblico sono soggetti coerenza tecnica, se utilizzate scale (non mobili) di tipo prefabbricato, così come definite e classificate nella norma UNI 10803, le relative caratteristiche e prestazioni faranno riferimento a quanto contemplato nelle norme UNI 10804, 10805, 10806, 10807, 10808, 10809, 10810, 10811 e 10812 ed alle seguenti disposizioni:
- Legge 23 giugno 1927, n. 1110 - Provvedimenti per la concessione all'industria privata dell'impianto ed esercizio di funicolari aeree e di ascensori in servizio pubblico;
- D.M. 5 marzo 1931 - Norme per l'impianto e l'esercizio, in servizio pubblico, degli ascensori destinati al trasporto di persone.
c) Per le componenti ed i materiali elettrici degli ascensori e dei montacarichi, valgono le disposizioni generali di cui alla Legge 18 ottobre 1977, n. 791, così modificata dal D.L. 25 novembre 1996, n. 626, concernente l'attuazione della Direttiva CEE 72/23.

Scale e marciapiedi mobili.
La norma UNI EN 115 stabilisce le norme di sicurezza per la costruzione e l'installazione di scale mobili e di marciapiedi mobili.
Le scale e i marciapiedi mobili in servizio privato non sono soggette ad alcuna normativa cogente, le scale mobili in servizio pubblico sono soggette al D.M. 18 settembre 1975, che stabilisce le norme tecniche di sicurezza per la costruzione e l'esercizio delle scale mobili in servizio pubblico. I marciapiedi mobili in servizio pubblico non sono soggetti ad alcuna normativa cogente.
Per le componenti ed i materiali elettrici degli di scale e marciapiedi mobili, valgono le disposizioni generali di cui alla Legge 18 ottobre 1977, n. 791, così modificata dal D.L. 25 novembre 1996, n. 626, concernente l'attuazione della Direttiva CEE 72/23.

4 - Caratteristiche tecniche degli impianti.
Ascensori e montacarichi
Per il dimensionamento, la costruzione, l'installazione e l'inserimento degli impianti nell'edificio le norme nazionali adottate dall'UNI sono le seguenti:
- UNI ISO 4190/1, 4190/1 FA-158, 4190/1 FA-270, 4190/2 e 4190/3 che stabiliscono le dimensioni necessarie per l'installazione delle seguenti tipologie di impianti, distinte in ulteriori classi, in relazione alla destinazione d'uso:
- classe I: ascensori adibiti al trasporto di persone;
- classe II: ascensori adibiti principalmente al trasporto di persone, ma nei quali si possono trasportare anche merci. Essi differiscono da quelli delle classi I e III essenzialmente per le finiture interne della cabina;
- classe III: ascensori adibiti al trasporto di letti (montaletti);

- classe IV: ascensori prevalentemente destinati al trasporto di cose generalmente accompagnate da persone.
- classe V: tale classe è costituita solamente da montacarichi.
- UNI ISO 4101, 4344, che stabiliscono prescrizioni per le funi di acciaio;
- UNI ISO 4190/5 e 4190/5 FA-271 che stabilisce quali pulsanti e segnali sono da prevedere nella costruzione ed installazione di un ascensore, tenendo conto del tipo di manovra adottato per l'apparecchio stesso;
- UNI ISO 4190/6 che stabilisce le regole concernenti le previsioni di traffico e la scelta degli ascensori per gli edifici adibiti ad abitazione, allo scopo di assicurare un servizio soddisfacente;
- UNI 8725 che stabilisce le istruzioni per l'integrazione negli edifici residenziali degli impianti di ascensori elettrici a fune;
- UNI EN 81/1 che concerne le regole di sicurezza degli ascensori elettrici;
- UNI EN 81/2 e 81/2 FA-1-94 che concerne le regole di sicurezza degli ascensori idraulici;
- UNI 8999 che stabilisce le istruzioni per l'integrazione negli edifici per uffici, alberghi ed ospedali degli impianti di ascensori elettrici a funi e UNI 8725 per l'edilizia residenziale;
- CNR UNI 10001 per ascensori e montacarichi in servizio privato;
- UNI 10411 che concerne le modifiche ad ascensori elettrici preesistenti;
- UNI EN 627 che fissa le regole per la registrazione dei dati e la sorveglianza di ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili.

Scale e marciapiedi mobili.
Al presente non esistono norme per il dimensionamento e l'inserimento di questi impianti negli edifici, pertanto sono da definire tra installatore e Direzione dei lavori i dettagli relativi.

5 - Direzione dei lavori.
Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, procederà come segue:
- verificherà che l'impianto, a livello di progetto, abbia avuto le necessarie approvazioni da parte dei competenti organi di controllo e che le dimensioni siano coerenti con la destinazione d'uso in base alle norme di dimensionamento e di inserimento nell'edificio;
- verificherà che l'impianto riceva, alla fine dell'installazione, il collaudo da parte dei competenti organi di controllo e che i dati relativi siano registrati sulla documentazione obbligatoria in base alla legislazione vigente.
In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi, la dichiarazione di conformità predetta e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.). Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata), nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

MPIANTO ELETTRICO E DI COMUNICAZIONE INTERNA

1 - Disposizioni generali.

1.1 - Direzione dei lavori.
Il Direttore dei lavori per la pratica realizzazione dell'impianto, oltre al coordinamento di tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dello stesso, deve prestare particolare attenzione alla verifica della completezza di tutta la documentazione, ai tempi della sua realizzazione ed a eventuali interferenze con altri lavori.
Verificherà inoltre che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.

Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto elettrico, come precisato nell'Appendice G della Guida CEI 64-50 (coincidente con UNI 9620), che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte.
In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi, la dichiarazione di conformità predetta e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.).
Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata), nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

1.2 - Norme e leggi.
Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati a regola d'arte, in rispondenza al DM. Del 22.01.2008 n. 37.
Si considerano a regola d'arte gli impianti elettrici realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto elettrico oggetto del progetto e precisamente:
CEI 11-17 concernente gli impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
CEI 64-8, 64-8-Ec, 64-8/1, 64-8/2, 64-8/3, 64-8/4, 64-8/4-V1, 64-8/5, 64-8/6 e 64-8/7, sugli impianti elettrici.
CEI 64-9 Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare.
CEI S/423 Raccomandazioni per l'esecuzione degli impianti di terra negli edifici civili.
CEI 103 (varie parti) riguardante gli impianti telefonici interni.
CEI 64-50 (coincidente con UNI 9620). Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.
Inoltre vanno rispettate le disposizioni del D.M. 16 febbraio 1982 e della Legge 7 dicembre 1984, n. 818, così come modificata dalla Legge 31 maggio 1990, n. 128 e Legge 28 maggio 1991, n. 158, per quanto applicabili.

1.3 - Qualità dei materiali elettrici.
Dovrà essere utilizzato materiale elettrico costruito a regola d'arte, sul quale sia stato apposto un marchio che ne attesti la conformità (per esempio IMQ), ovvero dovrà essere verificato che abbia ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della Comunità Economica Europea, oppure sia munito di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.
Tutti i materiali dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

2 - Caratteristiche tecniche degli impianti e dei componenti.
2.1 - Criteri per la dotazione e predisposizione degli impianti.
Nel caso più generale gli impianti elettrici utilizzatori prevedono: punti di consegna ed eventuale cabina elettrica; circuiti montanti, circuiti derivati e terminali; quadro elettrico generale e/o dei servizi, quadri elettrici locali o di unità immobiliari; alimentazioni di apparecchi fissi e prese; punti luce fissi e comandi; illuminazione di sicurezza, ove prevedibile.
Con impianti ausiliari si intendono:
- l'impianto citofonico con portiere elettrico o con centralino di portineria e commutazione al posto esterno;
- l'impianto videocitofonico;
- l'impianto centralizzato di antenna TV e MF.

L'impianto telefonico generalmente si limita alla predisposizione delle tubazioni e delle prese.
È indispensabile, per stabilire la consistenza e la dotazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici, la definizione della destinazione d'uso delle unità immobiliari (ad uso abitativo, ad uso uffici, ad altri usi) e la definizione dei servizi generali (servizi comuni: portinerie, autorimesse, box auto, cantine, scale, altri; servizi tecnici: cabina elettrica; ascensori; centrali termiche, idriche e di condizionamento; illuminazione esterna ed altri).
Quali indicazioni di riferimento per la progettazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici, ove non diversamente concordato e specificato, si potranno assumere le indicazioni formulate dalla Guida CEI 64-50 (coincidente con UNI 9620) per la dotazione delle varie unità immobiliari e per i servizi generali.
Sulla necessità di una cabina elettrica e sulla definizione del locale dei gruppi di misura occorrerà contattare l'ENEL. Analogamente per il servizio telefonico occorrerà contattare la TELECOM.

2.2 - Criteri di progetto.
Per gli impianti elettrici, nel caso più generale, è indispensabile l'analisi dei carichi previsti e prevedibili per la definizione del carico convenzionale dei componenti e del sistema.
Con riferimento alla configurazione e costituzione degli impianti, che saranno riportate su adeguati schemi e planimetrie, è necessario il dimensionamento dei circuiti sia per il funzionamento normale a regime, sia per il funzionamento anomalo per sovracorrente. Ove non diversamente stabilito, la caduta di tensione nell'impianto non deve essere superiore al 4% del valore nominale.
È indispensabile la valutazione delle correnti di corto circuito massimo e minimo delle varie parti dell'impianto. Nel dimensionamento e nella scelta dei componenti occorre assumere, per il corto circuito minimo, valori non superiori a quelli effettivi presumibili, mentre per il corto circuito massimo, i valori non devono essere inferiori ai valori minimali eventualmente indicati dalla normativa e, comunque, non inferiori a quelli effettivi presumibili.
È opportuno:
- ai fini della protezione dei circuiti terminali dal corto circuito minimo, adottare interruttori automatici con caratteristica L o, comunque, assumere quale tempo d'intervento massimo per essi 0,4s;
- ai fini della continuità e funzionalità ottimale del servizio elettrico, curare il coordinamento selettivo dell'intervento dei dispositivi di protezione in serie, in particolare, degli interruttori automatici differenziali.
Per gli impianti ausiliari e telefonici saranno fornite caratteristiche tecniche ed elaborati grafici (schemi o planimetrie).

2.3 - Criteri di scelta dei componenti.
I componenti devono essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive norme, essere scelti e messi in opera tenendo conto delle caratteristiche di ciascun ambiente (ad esempio: gli interruttori automatici rispondenti alla norma CEI EN 60898, 60898/A1 e 60898/A11; le prese a spina rispondenti alle norme CEI 23-5, 23-5-V2, 23-5-V3 e 23-16 (varie parti); gli involucri di protezione rispondenti alla norma CEI EN 60529 e 60529/Ec).

3 - Integrazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici nell'edificio.
3.1 - Generalità sulle condizioni di integrazione.
Va curata la più razionale integrazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici nell'edificio e la loro coesistenza con le altre opere ed impianti.
A tale scopo vanno formulate indicazioni generali relative alle condutture nei montanti (sedi, canalizzazioni separate, conduttori di protezione ed altre) o nei locali (distribuzione a pavimento o a parete, altre).
Per la definizione di tali indicazioni si può fare riferimento alla Guida CEI 64-50 (coincidente con UNI 9620), ove non diversamente specificato.
È opportuno, in particolare, che prima dell'esecuzione e nel corso dei lavori vengano assegnati agli impianti elettrici spazi adeguati o compatibili con quelli per gli altri impianti tecnici, onde evitare interferenze dannose ai fini dell'installazione e dell'esercizio.
In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi, la dichiarazione di conformità prevista e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.). Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata), nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

3.2 - Impianto di terra.
È indispensabile che l'esecuzione del sistema dispersore proprio debba aver luogo durante la prima fase delle opere edili, nella quale è ancora possibile interrare i dispersori stessi senza particolari opere di scavo o di infissione ed inoltre possono essere eseguiti, se è il caso, i collegamenti dei dispersori ai ferri dei plinti di fondazione, utilizzando così dispersori naturali.
I collegamenti di equipotenzialità principali devono essere eseguiti in base alle prescrizioni della norma CEI 64-12.
Occorre preoccuparsi del coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali e delle richieste

per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione (Strutture portanti in acciaio, armature metalliche strutture in c.a., ecc.); è opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.
Ai fini della corrosione si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi di interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati. Si raccomanda peraltro la misurazione della resistività del terreno.
In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi, la dichiarazione di conformità prevista e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.). Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata), nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

3.3 - Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.
Nel caso tale impianto fosse previsto, esso deve essere realizzato in conformità alle disposizioni della Legge 5 marzo 1990, n. 46. È opportuno predisporre tempestivamente l'organo di captazione sulla copertura di adeguate sedi per le calate, attenendosi alle distanze prescritte dalle norme CEI 81-1, 81-1-V1 e 81-2, avvalendosi dei criteri di valutazione del rischio di cui alla norma CEI 81-4. Si fa presente che la suddetta norma prevede anche la possibilità di utilizzare i ferri delle strutture edili alle condizioni indicate al paragrafo 1.2.17 della norma stessa.
In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi, la dichiarazione di conformità prevista e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.). Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata), nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

Art.1. IMPIANTI TERMICI
Art.2. DI RISCALDAMENTO E DI CONDIZIONAMENTO

1 - Definizioni
Nei riguardi degli impianti di riscaldamento e di condizionamento d'aria, valgono le seguenti definizioni:
a) *Diretto* è quello che si ottiene mediante l'adozione di corpi scaldanti e/o raffreddanti, compresi i pannelli radianti posti negli ambienti da riscaldare o condizionare.
b) *Indiretto* è quello in cui i corpi scaldanti o raffreddanti sono collocati fuori degli ambienti, rispettivamente, da riscaldare e da condizionare, trattando l'aria prima di immetterla negli ambienti medesimi.
c) *Ventilazione naturale*, o ricambio naturale di aria, è il rinnovo di aria che si produce negli ambienti per effetto della differenza di temperatura interna ed esterna, o per l'azione del vento, in dipendenza della mancanza di tenuta dell'involucro esterno dell'edificio (fessure nei serramenti, discontinuità collegamenti non stagni, ecc.) e dell'eventuale presenza di materiali porosi.
d) *Ventilazione artificiale,* o ricambio artificiale di aria, è la circolazione di aria che si produce negli ambienti a mezzo di canali o di aperture, convenientemente ubicate, comunicanti con l'esterno, atte ad ottenere i ricambi di aria senza o con l'ausilio di ventilatori. In quest'ultimo caso ha luogo la ventilazione meccanica (o ventilazione forzata).

e) Per *unità del ricambio di aria* s'intende il volume del locale riscaldato, condizionato o ventilato.
f) *Condizionamento* dell'aria è il simultaneo trattamento dell'aria teso a conseguire e mantenere prestabilite condizioni fisiche e chimiche, sulla base di opportuni valori dei seguenti parametri: temperatura, velocità, umidità relativa dell'aria e dei fattori che hanno influenza sulla sua purezza.
S'intende inoltre per:
- *condizionamento invernale o termoventilazione,* quello che comporta il riscaldamento, l'umidificazione e la

depurazione dell'aria nella stagione invernale;
- *condizionamento estivo,* quello che comporta il raffreddamento, la deumidificazione e la depurazione dell'aria nella stagione estiva;
- *condizionamento integrale* quello che comporta il condizionamento, sia invernale che estivo.
- *impianto di condizionamento* l'insieme dei macchinari, apparecchi, canali e di tutte le opere occorrenti per conseguire le condizioni predette con i ricambi di aria prestabiliti.

2 - Descrizione delle opere da eseguire
L'impianto da eseguire alle condizioni del presente Capitolato Speciale d'appalto deve comprendere la fornitura e posa in opera per:
A) Impianti di riscaldamento diretto;
B) Impianti di condizionamento;
C) Impianti di riscaldamento indiretto;
D) Impianti di ventilazione meccanica.
Qui di seguito si dettaglia quanto necessario per ciascuna tipologia di impianto.
In conformità al DM. Del 22.01.2008 n. 37 gli impianti termici di riscaldamento e di condizionamento ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica.

A) Impianti di riscaldamento diretto:
Tali impianti devono comprendere:
a) le caldaie per la produzione del calore e, ove occorrano, i dispositivi di trasformazione e di alimentazione, il tutto completo di mantelli di copertura e isolamento, saracinesche, valvole, rubinetti, vasi di espansione del tipo aperti o chiusi, accessori secondo quanto richiesto dal D.M. 1 dicembre 1975 sulla sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione e successiva raccolta R o H dell'ISPESL e compresi i lavori murari per opere di sterro e fondazioni, basamenti e costruzioni del camino e suo allacciamento alle caldaie. Le principali norme di riferimento sono: UNI EN 297, 303/1, 303/2, 304, 449, 625 e UNI 9166.
b) l'impianto di combustione solidi, liquidi o gassosi, completo di:
- bruciatore e relativi dispositivi di funzionamento e di protezione (vedere le norme UNI 10142, UNI EN 264, 267, 161);
- tubazioni di adduzione del fluido combustibile (per impianti a combustibile liquido o gassoso), complete di valvole di intercettazione esterne al locale caldaia;
- ove necessario, sistema di alimentazione del combustibile solido;
- depositi di combustibili liquidi interrati o meno, completi di attacchi di carico e tubo di sfiato e, ove necessario, dei relativi sistemi di sicurezza (vedere la norma UNI 8213);
c) quando necessario, i ventilatori di aiuto al tiraggio dei fumi; in ogni modo l'Impresa fornirà le dimensioni della sezione del camino a disposizione, in relazione all'altezza, e le caratteristiche di costruzione;
d) le condutture per l'adduzione dell'acqua nelle caldaie ed, eventualmente, negli scambiatori di calore, il serbatoio dell'acqua di condensazione, se trattasi di impianto a vapore, le condutture di scarico nella fogna più prossima, nonché l'eventuale impianto di depurazione dell'acqua;
e) le elettropompe (ivi comprese quelle di riserva), se trattasi di impianto a circolazione forzata, complete di idrometri, saracinesche di intercettazione, antivibranti (rifetimento UNI EN 1151);
f) tutte le condutture, complete dei pezzi di raccordo e congiunzione (ovvero manicotti, gomiti, *nipple*, riduzioni, controdadi, ferma-tubi, flange, bulloni, staffe, ecc.) ed accessori, quali compensatori di dilatazione, valvole e saracinesche alla base delle colonne montanti di spurgo e discendenti e, ove occorrano, scaricatori automatici o sifoni di scarico con cassetta;
g) il rivestimento con materiale coibente (del quale dovranno essere precisate le caratteristiche) delle condutture;
h) i corpi scaldanti (radiatori, convettori, pannelli radianti, ecc.) completi di ogni accessorio, ovvero: valvole regolatrici, detentori, reti di scarico d'aria, oppure valvole d'aria per casi particolari, bocchettoni di raccordo e mensole di sostegno (vedere le norme UNI 6514 e 8464, UNI EN 215/1, UNI EN 442-3,UNI ENV 1253-1, UNI HD 1215/2). In particolare per gli impianti di riscaldamento a pavimento, ci si riferirà alle norme UNI EN 1264-1, 1264-2, 1264-3 ;
i) la verniciatura a due mani, con antiruggine, di tutte le condutture;
l) le apparecchiature elettriche, interruttori, teleruttori, salvamotori e, ove si ritenga necessario, il quadro elettrico, portante o meno gli apparecchi predetti, nonché fusibili, amperometri, voltmetri e le linee elettriche tra il quadro e gli apparecchi;

m) le apparecchiature di regolazione e controllo, con i rispettivi indicatori, di eventuali comandi automatici di valvole, regolatori e stabilizzatori di temperatura. Le principali norme di riferimento sono: UNI 7942, UNI EN 12098\1, UNI 7939/1, 9577, 9753, UNI EN 257.

B) Impianti di condizionamento
I condizionatori e le pompe di calore con compressore elettrico fanno riferimento alle norme UNI EN 814-1, 814-2, 814-3.
Oltre alla fornitura e posa in opera delle caldaie, eventuali impianti di combustione, di aiuto al tiraggio del camino, di depurazione dell'acqua delle elettropompe, delle tubazioni, dei rivestimenti isolanti, dei corpi scaldanti e/o raffreddanti, della verniciatura, delle apparecchiature elettriche di controllo e regolazione, l'impianto di condizionamento dovrà comprendere la fornitura e posa in opera dei seguenti componenti:
a) il sistema di circolazione dell'acqua refrigerata comprendente:
- le elettropompe di circolazione, e relative saracinesche di intercettazione antivibranti;
- le condutture complete in ogni loro parte di raccordi, giunzioni ed accessori;
- il rivestimento con materiale coibente delle condutture.

b) gli impianti di raffreddamento dell'acqua, costituiti da: compressori, evaporatori, condensatori (raffreddati ad aria o ad acqua) ed eventuali torri evaporative, motori elettrici e rispettive trasmissioni, agitatrici, tubazioni del fluido frigorifero termicamente isolate, completi, ove occorra, di tutti gli apparecchi di sicurezza e protezione nonché di tutti gli accessori (vedere la norma UNI EN 378/1);
c) le camere di condizionamento, i filtri, le batterie di pre-raffreddamento, post-riscaldamento, deumidificazione e riscaldamento, i separatori di gocce, i sistemi di umidificazione (vedere le norme UNI 10339, UNI ENV 338, UNI EN 779 e UNI EN 810);
d) i ventilatori con i relativi motori e le trasmissioni, i raccordi, le serrande di regolazione e di intercettazione della circolazione dell'aria, le aperture di ispezione e manutenzione, nonché ogni altro accessorio ritenuto necessario;
e) ove richiesto, le canalizzazioni di distribuzione in materiale metallico o di altra natura, complete di adeguato isolamento termico (vedere le norme UNI 10381/1 e 10381/2);
f) le bocchette d'immissione e di estrazione dell'aria, le serrande manuali o motorizzate d'intercettazione e di regolazione delle canalizzazioni, nonché tutti gli apparecchi di manovra e di protezione, relativi alle canne e bocchette di circolazione dell'aria (vedere la norma UNI 8728);
g) le apparecchiature di regolazione, manuali o automatiche.

C) Impianti di riscaldamento indiretto
L'impianto di riscaldamento indiretto ad aria calda comprende la fornitura e la posa in opera delle camere di termoventilazione, delle caldaie, dei filtri, delle batterie di riscaldamento e di umidificazione, con eventuale riscaldatore dell'acqua, dei ventilatori, delle tubazioni con le occorrenti elettropompe, delle eventuali canalizzazioni d'aria in lamiera od altro materiale, delle bocchette, delle apparecchiature elettriche, di controllo e regolazione come specificato ai precedenti paragrafi A) e B).

D) Impianti di ventilazione meccanica
L'impianto di ventilazione meccanica deve comprendere la fornitura e posa in opera dei ventilatori, degli eventuali canali in lamiera od altro materiale, delle bocchette, delle apparecchiature elettriche, dei dispositivi di comando, regolazione ed intercettazione, come specificato alle precedenti lett. *A*) e *B*). La rete delle condotte deve soddisfare i requisiti descritti nella norma UNI ENV 12097, atti a favorirne la manutenzione.

In definitiva, gli impianti devono essere costituiti dai macchinari, apparecchiature ed elementi più sopra indicati e da quanto altro, pur non specificato nelle prescrizioni del presente Capitolato Speciale, risulti necessario per il perfetto e completo funzionamento degli impianti stessi, nel loro insieme e nelle loro singole parti, nessuna esclusa.

3 - Formulazione del progetto dell'impianto
Il progetto dell'impianto deve essere compilato dalle Imprese concorrenti tenendo conto di tutte le anzidette prescrizioni e deve comprendere:
a) una relazione particolareggiata che illustri l'impianto proposto;
b) il riassunto dei calcoli giustificativi delle dispersioni di calore e della potenzialità dell'impianto, come richiesto nel D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412;
c) l'indicazione delle sezioni dei camini, in relazione al percorso ed all'altezza disponibile, calcolati secondo

la norma UNI 9615, 10640 e 10641;
d) i disegni con la completa rappresentazione grafica dell'impianto, ovvero: schema funzionale dell'impianto (vedere le norme UNI 9511/1 e 9511/3); ubicazione della centrale termica, dei gruppi condizionatori, del camino, dell'impianto di combustione e dei vasi di espansione; andamento planimetrico delle condutture ed eventuale suddivisione dell'impianto in circuiti indipendenti, posizione dei corpi scaldanti (radiatori, ecc.), indicazione delle bocche di presa d'aria, dei canali di circolazione e delle bocchette d'immissione e di uscita dell'aria con le principali dimensioni;
e) per impianti di potenzialità superiore a 580.000 W, nel caso di riscaldamento, ed a 115.000 W, nel caso di condizionamento, i disegni illustrativi riguardanti:
- lo schema funzionale dell'impianto;
- la centrale termica e frigorifera, con l'indicazione degli elementi principali;
- gli eventuali apparecchi scambiatori;
- l'impianto di combustione, con i relativi serbatoi di servizio e di riserva;
- il camino ed accessori con l'indicazione dei ventilatori, se trattasi di tiraggio forzato;
- i gruppi condizionatori di aria: ventilatori meccanici, filtri, batterie di riscaldamento e raffreddamento, umidificatori e relativi accessori;
- eventuali fotografie ed illustrazioni varie.

Nella formulazione dei progetti l'Impresa farà chiaramente risultare la convenienza tecnica ed economica delle soluzioni proposte.

4 - Osservanza di Leggi, Decreti e Regolamenti
Gli impianti termici in conformità al DM. Del 22.01.2008 n. 37, devono rispondere alle regole di buona tecnica
Le Imprese dovranno, in ogni caso, attenersi alle norme di sorveglianza da parte dell'ISPESL, di cui al Regolamento per la esecuzione del R.D.L. 9 luglio 1926, n. 1331, e successive norme integrative, sia per quanto riguarda la prevenzione infortuni degli apparecchi a pressione e sia alla Legge 9 gennaio 1991, n. 10 e successivo D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, per quanto concerne il risparmio energetico e l'esecuzione degli impianti, rispettivamente.
L'Impresa è inoltre tenuta al rispetto della Legge 13 luglio 1966, n. 615, e del relativo regolamento di esecuzione approvato con D.P.R. 22 dicembre 1970, n. 1391 (e D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626).
Nel caso di impianti gas devono essere rispettati i dettati di sicurezza previsti dal DPR 13 maggio 1998 n°218.

5 - Prescrizioni tecniche generali
Gli impianti di riscaldamento e/o condizionamento invernale dovranno essere progettati in conformità del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 e secondo la metodologia e le indicazioni tecniche riportate nelle norme UNI ad esso collegate ai sensi del D.M. Industria 6 agosto 1994 e cioè: UNI 10344, 10345, 10346, 10347, 10348, 10349, 10351, 10355, 10376, 10379 e 10389.
In generale si può dire che:
A) Per gli impianti di riscaldamento e condizionamento invernale contemplati nel precedente paragrafo 91.1 valgono le seguenti prescrizioni:
1) Temperatura esterna: la temperatura esterna media mensile da tenere a base del calcolo dell'impianto deve essere corrispondente a quella indicata nella norma UNI 10349;
2) Temperatura nei locali: durante il periodo in cui è in funzione l'impianto di riscaldamento, la temperatura dell'aria negli ambienti degli edifici non deve superare i 18°C +2°C.
Vi sono comunque alcune varianti in funzione della classificazione degli edifici di cui al D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 riportata nel prospetto seguente. Qualora un edificio sia costituito da parti individuali come appartenenti a categorie diverse, le stesse devono essere considerate separatamente e cioè ciascuna nella categoria che le compete.

CLASSE	**CATEGORIA**
E.1	Edifici adibiti a residenza e assimilabili
E.1(1)	Abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme
E.1(2)	Abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili

E.1(3)	Edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari
E.2	Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico
E.3	Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili: ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani, nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossicodipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici
E.4	Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili
E.4(1)	quali cinema e teatri, sale di riunione per congressi
E.4(2)	quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto
E.4(3)	quali bar, ristoranti, sale da ballo
E.5	Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni
E.6	Edifici adibiti ad attività sportive
E.6(1)	piscine, saune e assimilabili
E.6(2)	palestre e assimilabili
E.6(3)	servizi di supporto alle attività sportive
E.7	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
E.8	Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili

Per gli edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili, la temperatura dell'aria degli ambienti non deve superare i 18°C +2°C.
Il mantenimento della temperatura di esercizio entro i limiti stabiliti deve essere ottenuto con accorgimenti che non comportano spreco di energia. Nel caso di dispositivi di regolazione degli impianti di riscaldamento ad acqua calda in funzione della temperatura esterna, ci si riferisca alla norma UNI EN 12098-1.
Per gli edifici classificati come "E.3" ed "E.6(1)", si può derogare dal limite massimo del valore della temperatura dell'aria negli ambienti durante il periodo in cui è in funzione l'impianto di climatizzazione invernale, qualora elementi oggettivi legati alla destinazione d'uso giustifichino temperatura più elevate.
Per gli edifici classificati come "E.8", si può derogare dal milite massimo della temperatura dell'aria negli ambienti durante il periodo in cui è in funzione l'impianto di climatizzazione industriale, qualora si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:
a) le esigenze tecnologiche o di produzione richiedano temperature superiori al valore limite;
b) l'energia termica per il riscaldamento dell'ambiente derivi da sorgente non convenientemente utilizzabile in altro modo.
3) Temperatura dell'acqua: Il valore massimo della differenza di temperatura dell'acqua tra l'andata ed il ritorno, nella rete di distribuzione, in corrispondenza della massima potenza dell'impianto dovrà essere:
a) nel caso di impianti ad acqua calda ed a circolazione naturale, pari a 20° C ed eccezionalmente potrà raggiungere i 25°C, ma in tal caso occorrerà motiv are la maggiore differenza di temperatura;
b) nel caso di impianti ad acqua calda ed a circolazione forzata, pari a 15° C ed eccezionalmente potrà raggiungere i 10°C, se opportunamente prospettato e giustificato.
Per differenze di temperature nella rete di distribuzione maggiori di quelle sopra indicate devono essere essere fornite le giustificazioni tecniche che hanno indotto all'adozione di tali salti di temperatura.
4) Ricambi d'aria: per il riscaldamento diretto con ventilazione naturale si prescrive di considerare per il calcolo del fabbisogno termico 1/2 ricambio all'ora; per il riscaldamento diretto con ventilazione artificiale, per il riscaldamento indiretto con ventilazione meccanica e per il condizionamento invernale si prescrivono per il calcolo delle potenzialità dell'impianto determinati in modo da garantire una portata minima di aria esterna di 15 m^3 per ora e per persona.

5) Stato igrometrico: per gli impianti di riscaldamento indiretto con ventilazione meccanica e di condizionamento invernale l'umidità relativa nei locali nel periodo invernale dovrà essere normalmente 50%, prevedendo per il calcolo un'umidità relativa esterna del 70 %, corrispondente alla temperatura esterna fissata come al precedente paragrafo A), punto 1).
B) Per il condizionamento d'aria estivo:
1) la temperatura e l'umidità relativa: quale base del calcolo si assumeranno quelle fissate in progetto;
2) la temperatura dell'aria nei locali da condizionare: deve essere di <gradi>°C (normalmente si stabilisce una differenza di temperatura compresa tra 4 e 7° C) inferiore alla temperatura fissata al precedente punto 1). (Ad esempio, essendo T_e la temperatura esterna e T_i la temperatura nei locali da condizionare, i valori (T_e- T_i) restano costanti, mentre per T_e< 32° C la differenza tra le temperature si determi na a mezzo della relazione T_i = 22°C + (T_e- 22)/2 stabilita per (T_e- T_i) = 5°C, con T_e= 32°C);
3) stato igrometrico: L'umidità relativa dell'aria nei locali da condizionare normalmente è stabilita nel valore percentuale del 50 % e dovrà essere mantenuta costante anche con le variazioni della temperatura interna nei locali, con una tolleranza del ± 5 %.
4) ricambi di aria: ai fini della determinazione della potenzialità dell'impianto si prescrivono almeno 15 m^3 a persona all'ora, di aria esterna.

6 - Sistema di produzione o di sottrazione del calore
L'Impresa stabilirà i sistemi di produzione o sottrazione del calore, tenendo conto delle specifiche esigenze dell'utenza e del progetto dell'edificio, in modo che rispondano adeguatamente alle esigenze di sicurezza e regolarità di funzionamento.
La centrale termica e frigorifera ed i condizionatori di aria devono essere sistemati in adatti e spaziosi locali, appositamente destinati, di facile accesso ed ingresso sufficientemente arieggiati ed illuminati.
I locali della centrale frigorifera e della centrale termica dovranno soddisfare alle disposizioni vigenti per la prevenzione infortuni ed incendi.
Per quanto riguarda i locali per i generatori di calore a vapore o ad acqua surriscaldata, devono altresì osservarsi le disposizioni sugli apparecchi a pressione emanate dall'ISPESL.

A) Generatori di calore
I generatori di calore, da installarsi in adatto locale, individuato sui disegni di cui al paragrafo 91.3 punto *d)*, per impianti con potenza nominale superiore a 350 kW, devono essere suddivisi in almeno due unità, come indicato all'Articolo 5, quinto comma, D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412. I generatori devono essere separatamente collegati a due collettori, uno per l'acqua di mandata e l'altro per quella di ritorno.
Allo scopo, ciascuna unità deve potersi isolare dai collettori a mezzo di saracinesche, con l'aggiunta dei dispositivi necessari per assicurare la libera dilatazione dell'acqua contenuta nelle caldaie ed escludere così il formarsi di sovrapressione quando le saracinesche sono chiuse.
Per impianti con potenza inferiore o uguale a 350 kW, si può prevedere una sola caldaia, salvo particolari esigenze, che saranno precisate.
La produzione centralizzata dell'energia termica necessaria al riscaldamento e/o al condizionamento invernale degli ambienti ed alla produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari, deve essere effettuata con generatori di calore separati, come indicato all'Articolo 5, sesto comma, D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412.
La potenza utile dei generatori di calore deve essere determinata in modo da assicurare un rendimento globale medio stagionale non inferiore a:

$$_g = (65 + 3 \log_{10} P_n) \%$$

dove:
- P_n è la potenza utile nominale del generatore o del complesso dei generatori di calore a servizio dell'impianto termico, espressa in kW;
- $_g$ è il prodotto dei seguenti rendimenti medi stagionali:
- rendimento di produzione,
- rendimento di regolazione,
- rendimento di distribuzione,
- rendimento di emissione.

Esso deve essere calcolato secondo la metodologia e le indicazioni tecniche riportate nelle norme UNI 10348 e collegate.

Nel caso di adozione dei generatori di vapore o di acqua surriscaldata per la produzione centrale di calore, oltre a quanto è indicato per le caldaie ad acqua calda circa il numero, l'ubicazione e la potenza, si devono osservare tutte le norme costruttive e di esercizio prescritte dai relativi regolamenti dell'ISPESL.
Il rendimento dei generatori di calore ad acqua calda, con potenza termica utile nominale fino a 400 kW, dovrà avere i seguenti valori:
- valore minimo alla potenza nominale, determinato per una temperatura media dell'acqua nel generatore di 70 °C:

$$(100) = (84 + 2 \log_{10} P_n)\%$$

- valore minimo al 30% della potenza nominale, determinato per una temperatura media dell'acqua nel generatore di 50 °C:

$$(30) = (80 + 3 \log_{10} P_n)\%$$

dove P_n = potenza nominale espressa in kW.

B) Impianto di combustione
L'impianto di combustione dovrà essere del tipo indicato sulle specifiche progettuali.
Per l'impiego di combustibile liquido dovranno essere previsti bruciatori adatti alla potenzialità delle caldaie.
Sarà prevista la fornitura e la installazione nella posizione stabilita dei serbatoi principali di servizio e di riserva, in lamiera di acciaio, della capacità di esercizio dell'impianto come da specifiche progettuali.
L'impianto di combustione a gasolio deve essere completo delle tubazioni di collegamento, alimentazione, carico e sfiato delle eventuali pompe di sollevamento, del quadro elettrico e linee del quadro degli apparecchi, delle apparecchiature di comando, protezione e sicurezza e degli accessori necessari, come indicato nella Legge 13 luglio 1966, n. 615 e successivi regolamenti e circolari ministeriali.
L'impianto di combustione a gas deve essere completo di tubazione di adduzione in acciaio zincato e di tutti gli organi di sicurezza, come indicato nella Circolare Min. Interno 25 novembre 1969, n. 68 e nelle norme UNI-CIG 8042.
Nelle centrali termiche alimentate a gas dovrà essere installato un sistema di rivelazione e controllo delle fughe come da UNI EN 267.

C) Apparecchiature di controllo della combustione
Le caldaie dovranno essere dotate delle apparecchiature indicate all'Articolo 11 del D.P.R. 22 dicembre 1970, n. 1391.

D) Camino
E' opportuno che il camino, da costruirsi a doppia canna con intercapedine e nel vano appositamente ad esso destinato, sia a tiraggio naturale.
Può essere richiesto un camino a tiraggio forzato quando sussistano particolari esigenze dei generatori o particolare percorso dei gas combusti.
In ogni caso la Impresa concorrente dovrà specificare in quali condizioni di funzionamento tale integrazione è necessaria, ovvero se essa sia sempre indispensabile.
Il camino va dimensionato secondo le indicazioni riportate nella norma UNI 9615.

E) Impianto di refrigerazione
Di regola come mezzo di refrigerazione è da impiegarsi acqua (in via eccezionale può essere utilizzata la salamoia), raffreddata con impianto frigorifero. Questo deve essere composto di:
- *una o più unità frigorifere*, complete degli accessori inerenti, delle apparecchiature di funzionamento, controllo e sicurezza secondo le prescrizioni dell'ISPESL.
La potenza, in Watt, dovrà essere riferita al funzionamento fra -10°C all'espansione o evaporazione e 40 °C alla condensazione. Dovrà essere inoltre indicata la potenza, in Watt, alle condizioni reali di esercizio;
- *uno o più evaporatori,* di tipo chiuso a fascio di tubi, con corrispondenti apparecchiature di separazione, regolazione e rubinetterie;
- *uno o più condensatori*, di tipo a fascio di tubi raffreddati con acqua di torre o ad aria, oppure evaporativo con i dispositivi inerenti.
Ove occorra, i condensatori saranno completi di un sottoraffreddatore ricettore del fluido;
- *una o più torri evaporative* del tipo centrifugo o assiale, ove sia disponibile acqua di reintegro;
- *tutte le tubazioni occorrenti*, complete di flange, raccordi, rubinetti a valvole, quali: tubazioni prementi ed aspiranti di circolazione del fluido frigorigeno tra compressori, condensatori, evaporatori e tubazioni eventuali

per la circolazione dell'acqua tra torre evaporative e condensatore. Tutte le tubazioni, ove necessario, dovranno essere isolate termicamente;
- *elettropompe occorrenti,* con rispettiva riserva per la circolazione dell'acqua fredda e refrigerata per gli evaporatori e i condensatori;
- *motori elettrici occorrenti,* per i compressori, con relative trasmissioni, i filtri della presa per l'aria di utilizzo, ed apparecchi di comando e protezione.
Per il macchinario frigorifero dovranno inoltre tenersi presenti le seguenti prescrizioni di carattere generale:
1) l'impianto frigorifero deve, possibilmente, essere costituito da più gruppi compressori del tipo alternativo, centrifugo o a vite e, se conveniente, anche da un sistema di accumulo del freddo e ciò per consentire una opportuna regolazione e riserva;
2) l'impianto deve essere realizzato in modo da evitare la trasmissione di vibrazioni alle strutture edilizie; ed a tale riguardo i compressori saranno installati con opportuni dispositivi antivibranti. Gli eventuali motori e ventilatori dovranno essere il più possibile silenziosi (vedere le norme UNI 8199 e UNI ENV 1202);
3) l'impianto deve essere munito di apparecchiature elettriche di sicurezza atte a provocare l'arresto dei compressori per eccesso di pressione del fluido frigorigeno e per eccesso di abbassamento di temperatura dell'intermediario frigorifero. Inoltre deve essere costruito e munito di accessori, in conformità con le norme dell'ISPESL;
4) il fluido frigorigeno dovrà essere prescelto in relazione alla ubicazione della centrale frigorifera, alle prescrizioni degli organi competenti per la prevenzione infortuni ed incendi, ed alle norme vigenti sull'uso di gas frigorigeni, in particolare alla Legge 28 dicembre 1993, n. 549.
L'impianto frigorifero può essere costituito da un apparecchio pre-assemblato e completo in ogni suo particolare, che sia in grado di provvedere al raffreddamento dell'acqua.
L'apparecchio, o gli apparecchi, possono essere del tipo a compressione meccanica, con motori elettrici o endotermici a gas, o ad assorbimento a gas, a vapore, ad acqua surriscaldata o ad acqua calda.

7 - Impianto di riscaldamento diretto
a) Circolazione del fluido scaldante - La circolazione del fluido nelle condutture ed in tutti i corpi scaldanti deve essere assicurata fornendo le calorie necessarie all'ottenimento dei valori di temperatura fissati al paragrafo 55.5, A) punto 2).
Negli impianti a circolazione forzata deve verificarsi il libero passaggio dell'acqua, indipendentemente dall'acceleratore, mediante adozione di tipi di pompe specificamente costruite, oppure mediante deviazioni, con relative saracinesche.
Il gruppo acceleratore deve essere costituito da una o due unità, con altra di riserva, di pari potenza, quando i locali dell'intero edificio devono essere contemporaneamente riscaldati (vedere la norma UNI 8365).
Nel caso in cui si abbia la suddivisione dell'impianto in più circuiti, aventi esigenze ed orari di esercizio diversi, ogni circuito dovrà essere servito da una o più unità, di cui una di riserva, per una potenza non inferiore a quella necessaria a ciascun circuito.
La velocità dell'acqua nelle condutture secondarie non deve, di norma, superare 1 m/s, mentre, in quelle principali, 2 m/s. Qualora, in casi eccezionali, siano previste velocità leggermente maggiori, queste non dovranno essere tali, in nessun caso, da provocare vibrazioni e rumori molesti.
b) Tubazioni - Le tubazioni montanti devono essere incassate nelle murature in modo che siano consentiti i loro movimenti dovuti agli effetti termici e dovranno essere termicamente isolate nelle strutture conformemente alle prescrizioni riportate nell'Allegato B al Regolamento di cui al D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412.
La messa in opera della coibentazione deve essere effettuata in modo da garantire il mantenimento delle caratteristiche fisiche e funzionali dei materiali coibenti e di quelli da costruzione. Le tubazioni portanti fluidi a temperature diverse, quali, ad esempio, le tubazioni di mandata e di ritorno dell'impianto termico, devono essere coibentate separatamente.
Analoghe considerazioni valgono per le tubazioni orizzontali correnti sotto il pavimento e di collegamento dei corpi scaldanti, nonché per le tubazioni montate a vista, le quali dovranno essere collocate in opera, in modo da non risultare di pregiudizio all'estetica nè all'uso libero delle pareti, alla distanza di 3 cm dai muri, sostenute da staffe che ne permettano la dilatazione.
Le colonne montanti e discendenti devono essere provviste alle estremità inferiori di valvole di arresto per l'eventuale loro intercettazione e di rubinetti di scarico. In presenza del vaso di espansione aperto, le colonne montanti devono essere provviste alle estremità superiori di prolungamenti per lo scarico dell'aria, collegati - nei loro punti più alti - da tubazioni di raccolta fino al vaso di espansione. Nel caso di impianti con pressioni

statiche in caldaia inferiori ad 1 Kg/cm^2 le tubazioni di sfogo dell'aria potranno essere sostituite da valvoline automatiche di sfogo dell'aria.
Tutte le tubazioni, in genere, devono essere complete dei collegamenti a mezzo di saldature autogene oppure dei collegamenti a vite e manicotto od a flange complete di sostegni e fissaggi e, quando necessario, dei giunti di dilatazione.
c) Alimentazione dell'impianto - L'acqua per l'alimentazione dell'impianto sarà derivata dalla rete di distribuzione, nell'interno dell'edificio, nel punto che verrà indicato ed addotta al serbatoio di carico ed espansione dell'impianto, nel caso di vaso aperto con galleggiante, oppure nel punto indicato di ingresso in caldaia. Nel caso di vaso di espansione a diaframma o autopressurizzato, per alimentare l'impianto si procederà all'installazione di una dose di riempimento tarata.
d) Vasi di espansione
1) Vaso di espansione aperto - Il vaso di espansione deve essere costituito da un recipiente coperto ubicato sopra il punto più alto raggiunto dall'acqua in circolazione nell'impianto e deve essere munito di tubo di sfogo comunicante con l'atmosfera, di tubo di sicurezza e di tubo di troppopieno.
Il vaso di espansione, il tubo di sicurezza e quello di troppopieno devono essere protetti dall'azione del gelo.
Il vaso di espansione deve avere capacità utile tale da contenere completamente, con eccedenza, l'aumento di volume che si verifica nell'acqua esistente nell'impianto in dipendenza della massima temperatura ammessa per l'acqua stessa nella caldaia ad acqua calda o dei dispositivi di trasformazione.
Lo scarico di spia del troppopieno deve essere portato in luogo visibile nel locale caldaia o in altro locale frequentato dal personale di sorveglianza.
2) Vaso di espansione chiuso a diaframma o autopressurizzato - La capacità del vaso di espansione deve contenere la dilatazione dell'acqua contenuta nell'impianto senza che la pressione del vaso stesso superi la pressione di progetto. Nell'ipotesi che l'impianto alimenti più circuiti, tutti o in parte intercettabili, il volume di espansione deve essere ripartito su più vasi a membrana dei quali uno intercettabile, mentre gli altri devono essere intercettati a cura del conduttore quando si escludono i relativi circuiti. Nel caso di impiego di vasi autopressurizzati senza diaframmi, tali prescrizioni possono essere limitate. Questi vasi di espansione privi di diaframmi di separazione tra l'acqua ed il fluido gassoso in pressione devono essere muniti di scarico di fondo e di uno sfiato per il gas da manovrare solo ad impianto freddo e devono essere provvisti di un indicatore di livello dell'acqua.
I vasi di espansione autopressurizzati e collegati, durante il funzionamento, ad una sorgente di pressione esterna devono essere provvisti dei dispositivi di sicurezza di cui al D.M. 25 maggio 1974.
e) Corpi scaldanti - I corpi scaldanti da adottare, conformemente alle caratteristiche dell'impianto, possono essere radiatori a colonna ed a piastra in ghisa, acciaio od alluminio, oppure termoconvettori e ventilconvettori con batterie scaldanti in acciaio zincato, alluminio o rame. E' inoltre possibile, l'adozione di pannelli radianti a pavimento, costituiti da tubazioni in ferro, rame o plastica, previo isolamento della soletta con opportuno materiale ed annegamento dei serpentini in idonea caldana in calcestruzzo.
Per gli ambienti che presentino particolari esigenze, si deve prevedere il tipo di corpi scaldanti più confacenti all'estetica, mentre per i locali di ospedali, ambulatori e simili i corpi scaldanti dovranno corrispondere alle particolari necessità di tali locali e presentare facilità di pulizia e forma idonea a non trattenere la polvere.
I corpi scaldanti convettivi devono essere sospesi dal pavimento, fissati ai muri su adatte mensole e muniti di ogni accessorio.
Ogni corpo scaldante dovrà essere provvisto di valvola a doppia regolazione ed intercettazione in bronzo sulla mandata e di bocchettone di regolazione ed intercettazione, sul ritorno.
L'emissione termica dei corpi scaldanti dovrà essere conforme alle norme UNI 6514. Il dimensionamento dovrà essere effettuato tenendo conto della effettiva differenza tra la temperatura media del corpo scaldante e quella ambiente.
Le specifiche tecniche sono quelle previste dalla norma UNI EN 442-1, ed i metodi di controllo faranno riferimento alla norma UNI EN 442-2, mentre la valutazione della conformità viene eseguita tramite la UNI EN 442-3.

8 - Impianti di riscaldamento a pannelli radianti (calore diffuso)
Si dovranno prevedere apparecchiature di sicurezza (come valvole motorizzate, termostati, termoregolatori e deviazioni) e di segnalazione acustica e visiva.
La differenza di temperatura, fra l'andata ed il ritorno dell'acqua, non dovrà superare i 10°C.
Per la costruzione dei serpentini devono essere adoperati solo tubi continui, senza saldature intermedie, in perfetto stato. I tubi forniti devono resistere ad una pressione idraulica interna di 10 bar, senza subire danni

e screpolature.
Il montaggio dei pannelli dovrà essere realizzato seguendo le indicazioni del fornitore delle tubazioni, in particolare si dovrà:
- fissare reti di sostegno per i pannelli, al pavimento, al soffitto o alle pareti, a seconda del tipo di impianto, mediante tasselli ad espansione;
- verificare che nei tubi impiegati per realizzare i pannelli non vi siano ostruzioni;
- stendere i tubi con gli interassi e le lunghezze indicati nel progetto, fissandoli alle reti mediante opportuni tasselli;
- collegare i pannelli ai collettori di distribuzione;
- eseguire la prova di tenuta, mediante pressione idraulica di acqua fredda a 10 bar; la pressione dovrà essere mantenuta per tutta la durata dei lavori di copertura dei pannelli;
- quando l'impianto sia costituito da più circuiti, si dovrà rendere possibile, per ognuno di essi, la miscelazione, automatica o a mano, su appositi collettori;
- la circolazione del fluido deve sempre prevedersi con il sistema accelerato;
- ogni pannello posto al soffitto, al pavimento o alla parete, dovrà essere reso intercettabile a mezzo valvola a doppia regolazione, in bronzo, sulla mandata e bocchettone di intercettazione sul ritorno;
- sempre che questo risulti possibile, nello stabilire le posizioni e le superfici dei pannelli radianti, si dovrà procedere in modo che nel caso di eventuali future divisioni, con tramezzi, dei locali riscaldati, a ciascuna parte risultante resti assegnata la frazione di pannello necessaria e sufficiente per il suo riscaldamento.
Gli impianti a pavimento fanno riferimento alle norme UNI EN 1264-1, 1264-2, 1264-3.

9 - Impianti di tipo particolare
Per il riscaldamento di locali a carattere industriale e non, che presentino o particolarità costruttive di notevole altezza e grandi superfici disperdenti (coperture a *shed*, vetrate, ecc.) oppure particolarità di utilizzazione del riscaldamento con limitazione ad alcune zone, trascurandone altre, si provvederà all'installazione di:
- *impianti aerotermi*, che hanno lo scopo di richiamare l'aria, riscaldarla e concentrarla in determinate zone;
- *impianti di riscaldamento* a pannelli pensili, che hanno la caratteristica di concentrare l'effetto riscaldante a mezzo di elementi radianti, costituiti da tubi o piastre, alimentati con fluido anche ad alta temperatura, collegati a schermi di lamiera metallica, possibilmente coibentati sulla superficie opposta rispetto ai tubi;
- *impianti di generatori d'aria calda a scambio diretto*, che possono essere installati negli ambienti di utilizzazione dell'aria calda oppure fuori di essi (vedere UNI 8852, UNI 8854).

10 - Impianti ad acqua surriscaldata
Per gli impianti alimentati con generatori di acqua surriscaldata dovrà essere applicato quanto indicato al D.M. 1 dicembre 1975, circa le norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione ed alla successiva raccolta R dell'ISPESL. Si applica inoltre quanto previsto nelle norme UNI 10199 e 8854.
L'acqua surriscaldata potrà essere generata sia direttamente in apposite caldaie di tipo industriale simili alle caldaie a vapore, sia - come avviene più frequentemente - in appositi apparecchi mediante mescolamento di acqua e di vapore, proveniente da caldaie a vapore indipendenti, e ciò allo scopo di ridurre al minimo il volume dell'acqua di riempimento dell'impianto.
Potranno essere impiegati diversi sistemi di miscela quali quelli a pioggia ed a polverizzazione dell'acqua in camera ove sia fatto affluire il vapore od anche con il riscaldamento dell'acqua per mezzo di eiettori di vapore.
Per mantenere in un punto qualunque della distribuzione una pressione superiore a quella del vapore saturo, corrispondente alla temperatura dell'acqua in tal punto (condizione questa di capitale importanza per evitare i gravi inconvenienti derivanti da abbassamenti di pressione), si dovrà osservare che:
1) il livello dell'acqua dell'impianto sia situato superiormente a qualsiasi conduttura di distribuzione e superficie riscaldante;
2) nella camera di vapore si mantenga una temperatura almeno uguale a quella dell'acqua messa in circolazione.
Qualora non sia possibile stabilire il livello dell'acqua superiormente alle condutture di distribuzione, allora si deve ottenere che la pressione dell'acqua nel punto più alto sia superiore alla pressione del vapore saturo, corrispondente alla temperatura dell'acqua in quel punto.
La pompa di circolazione dovrà essere inserita sulla tubazione di mandata affinché eserciti in essa una superpressione e non una depressione. A tale scopo verrà inserita ad un livello sufficientemente basso ed orizzontalmente il più vicino possibile alla presa del generatore, in modo che la condizione di pressione

possa essere più specialmente rispettata nel tratto della tubazione d'aspirazione della pompa.
All'uscita dell'acqua surriscaldata dal generatore è preferibile che essa abbia una temperatura leggermente inferiore a quella della camera di vapore. A tale scopo potrà essere stabilita una deviazione regolabile fra il ritorno ed il tubo di aspirazione della pompa, corto circuito che potrà servire anche per la regolazione della temperatura dell'acqua nell'impianto.
La camera di vapore della caldaia, funzionante da camera di espansione dell'impianto, dovrà essere sufficientemente ampia per consentire la massima dilatazione del volume di acqua contenuto, spinto alla massima temperatura d'esercizio.
Quando si tratti di caldaia speciale ad acqua senza camera di vapore, la caldaia dovrà essere messa in comunicazione diretta con un serbatoio di espansione per mezzo di tubazioni di andata e ritorno di sezione sufficiente perché si stabilisca una circolazione attiva; in tal caso la camera di vapore ed il livello di acqua sono riportati in questo serbatoio, dal quale deve partire la tubazione di andata.
Nel caso l'acqua surriscaldata sia preparata con il sistema di acqua e vapore, l'acqua proveniente dalla condensazione del vapore deve necessariamente essere riportata al generatore di vapore per mezzo di una tubazione di troppopieno facente capo al tubo di aspirazione della pompa di circolazione.
Il tracciato delle tubazioni deve essere particolarmente studiato allo scopo di ripartire equamente gli sforzi derivanti dalle variazioni di lunghezza dipendenti dalle variazioni di temperatura.
In genere, i metalli utilizzati dovranno possedere un'alta resistenza alle temperature considerate, pur possedendo relativamente forti coefficienti di allungamento.
Le giunzioni e le derivazioni devono essere realizzate per mezzo di saldature autogene molto accuratamente eseguite.
Le valvole di intercettazione e gli organi di regolazione devono essere adatti alle temperature di esercizio e devono avere il corpo costruito in acciaio e le sedi in acciaio inossidabile.
Una cura speciale dovrà essere posta per l'eliminazione dell'ossigeno contenuto nell'acqua di alimentazione, per evitare la corrosione nei tubi dovuta all'alta temperatura ed all'alta pressione.
Inoltre, al fine di mantenere il pH dell'acqua di circolazione fra i valori di 7 ed 8, verrà inserito sull'aspirazione della pompa di circolazione un dispositivo in grado di introdurre e ripartire nella massa d'acqua una soluzione basica per elevare il valore del pH in caso di necessità.
Per le caratteristiche dell'acqua nei generatori ci si dovrà attenere a quanto riportato nella Circolare Tecnica 6 giugno 1981, n. 30/81 dell'ISPESL.

11 - Impianto di condizionamento d'aria
L'impianto in genere è costituito da:
- centrale frigotermica per la produzione e la sottrazione del calore;
- elettropompe e tubazioni per la circolazione dell'acqua calda e fredda;
- presa di aria con filtri;
- condizionatori;
- ventilatori;
- canali di distribuzione, di ripresa e di espulsione di aria. Terminologia e requisiti minimi sono rispettivamente riportati nelle norme UNI EN 255-1, 255-2, 255-3, 255-4.

Per i generatori di calore e dei mezzi refrigeranti si rimanda al paragrafo 91.6.
L'aria deve essere presa dall'esterno, dove risulti il più possibile pura, mediante bocche ubicate lontano da fonti di polvere, fumo e comunque aria inquinata.
L'ampiezza delle bocche dev'essere tale da consentire basse velocità dell'aria all'ingresso.
Il condizionamento dell'aria, effettuato mediante una o più unità, disposte in posizione il più possibile centrale rispetto ai locali compresi nel loro raggio d'azione, è eseguito in condizionatori contenenti i dispositivi per il condizionamento, che vengono in seguito specificati.
Nel condizionatore verrà addotta l'aria esterna e di ricircolo, a seconda delle necessità dell'impianto.
A seconda del tipo di condizionamento, varieranno i componenti che nel condizionatore dovranno essere installati. Qui di seguito si distinguono vari casi:
a) *Condizionamento integrale*
Dovranno essere installati:
- un filtro costituito da sezioni filtranti umide o a secco di conveniente superficie, ovvero un sistema di lavaggio, per la depurazione dell'aria. Dovrà essere bene illustrato il sistema di filtraggio agli effetti della sua efficienza, della facilità di manutenzione, degli elementi e materiali di ricambio e rigenerazione;
- una batteria di preriscaldamento in tubi di rame ed alettatura in alluminio, con i relativi collettori, valvole miscelatrici e valvole di intercettazione;

- una batteria di raffreddamento e deumidificazione per il servizio estivo, costituita come indicato per la batteria di preriscaldamento;
- un sistema di umidificazione per il servizio invernale, costituito da ugelli spruzzatori, oppure da bacinelle evaporanti. A questo, occorrendo, sarà aggiunto un riscaldatore dell'acqua da evaporare;
- un separatore delle gocce trasportate dall'aria dopo la condensazione e umidificazione, costituito da una serie di diaframmi di lamiere zincate o da altro sistema;
- una batteria di post-riscaldamento per la regolazione della temperatura dell'aria, costituita come indicato per la batteria di preriscaldamento.

b) *Solo condizionamento estivo*

Saranno installati:
- un filtro;
- una batteria di raffreddamento e deumidificazione;
- un separatore di gocce;
- una batteria post-riscaldamento quando occorra.

c) *Solo condizionamento invernale*

Saranno installati:
- un filtro;
- una o più batterie di riscaldamento;
- un sistema di umidificazione con eventuale riscaldatore di acqua.

Le camere di condizionamento saranno completate da un adeguato numero di termometri, da serrande di intercettazione, di regolazione, per le deviazioni, per la miscela dei flussi di aria esterna, interna e condizionata, nonché per permettere il passaggio diretto dell'aria in caso di sola ventilazione senza l'attraversamento delle batterie.

Si dovranno prevedere elettropompe (con adeguata riserva) e tubazioni termicamente isolate, con relative valvole di intercettazione, per la circolazione dell'acqua calda nelle batterie riscaldanti (ed, eventualmente, nel riscaldatore dell'acqua di umidificazione) e dell'acqua fredda refrigerata, nelle batterie di raffreddamento e deumidificazione.

I ventilatori, preferibilmente a trasmissione con cinghie trapezoidali, potranno essere in numero di uno o più, collegati al condizionatore o incorporati nello stesso; essi dovranno servire per l'aspirazione dell'aria esterna, la circolazione dell'aria, la ripresa dell'aria dagli ambienti e l'espulsione. Questi ventilatori dovranno essere a bassa pressione, silenziosità, limitata velocità periferica delle giranti e perfetta equilibratura statica e dinamica.

I canali d'aria dovranno essere costruiti in lamiera zincata, oppure con altro materiale non infiammabile, secondo i disegni che fornirà l'Impresa e sotto la sua direzione e sorveglianza. Quando sia stabilita la costruzione dei canali in lamiera, questi dovranno essere compresi nella fornitura dell'Impresa. I canali di circolazione dell'aria, ove necessario, devono essere adeguatamente isolati termicamente.

Nei canali si dovrà prevedere bassa velocità dell'aria, con valori da precisare nell'offerta, con un massimo di 7 m/s; a meno che non si tratti di sistemi ad induzione, per i quali debbano adottarsi velocità maggiori.

Ove occorra, si dovranno prevedere dispositivi di assorbimento o smorzamento delle vibrazioni sonore.

Le fondazioni dei macchinari ed i raccordi fra i ventilatori e le canalizzazioni devono essere costruiti con materiali ammortizzatori delle vibrazioni.

Comunque, negli ambienti condizionati, i rumori dovuti al funzionamento dell'impianto non devono essere tali da determinare un aumento del livello di pressione sonora maggiore di 3 dB(A) rispetto a quello rilevabile ad impianto fermo.

Le bocchette di immissione dell'aria nei locali si devono disporre in modo che non si formino correnti moleste per gli occupanti.

La velocità di afflusso dell'aria dovrà essere contenuta tra 0,2 ed 1 m/s, per le bocchette in prossimità delle persone, e potrà raggiungere i 6 m/s, per ottenere la miscela con l'aria ambiente nella zona lontana dalle persone.

La velocità dell'aria alle bocchette di aspirazione dovrà essere contenuta tra 0,3 e 3 m/s, a seconda che le bocchette si trovino nell'immediata prossimità delle persone o sufficientemente lontane.

Si dovrà inoltre curare che le bocchette non turbino l'estetica e la decorazione dei locali.

Per ottenere il mantenimento a regime delle stabilite condizioni ambientali, che dipendono da fattori esterni e/o interni e sono variabili nel tempo, l'impianto dovrà essere corredato di adatti organi per la regolazione. Detta regolazione dovrà essere ottenuta automaticamente.

La regolazione automatica della temperatura e dell'umidità sarà conseguita con termostati ed umidostati comandanti le valvole miscelatrici del flusso dell'acqua riscaldante o raffreddante ed eventualmente le

serrande di regolazione dei flussi d'aria.
Si dovrà chiaramente specificare ed illustrare il sistema dell'impianto di regolazione ed il tipo degli apparecchi proposti.
Negli impianti di condizionamento dovranno essere predisposti apparecchi indicatori a distanza o registratori che segnalino in centrale, su apposito quadro, le condizioni di temperatura esistenti all'interno dei locali condizionati e nelle centraline di trattamento dell'aria.
In ogni caso, la regolazione della temperatura ambiente dev'essere indipendente dai rinnovi di aria esterna prestabiliti, che devono rimanere costanti.
Gli impianti di condizionamento, oltre a quelli del tipo a tutt'aria sopra descritti, potranno essere, se richiesto, del tipo a ventilconvettori e aria primaria, a due o a quattro tubi (vedere le norme UNI 7940/1, 7940/1 FA-243-88 e 7940/2).
Il ventilconvettore per gli impianti a due tubi sarà costituito da:
- un mobiletto di carenatura, in lamiera verniciata a fuoco;
- una batteria di scambio termico del tipo a tubi di rame e alettatura in alluminio, per l'acqua calda in inverno e refrigerata in estate;
- un filtro a secco;
- un ventilatore accoppiato a un motore a più velocità;
- una griglia di mandata d'aria ad alette fisse o mobili;
- una bacinella di raccolta condensa sotto la batteria;
- un quadretto elettrico di comando con commutatore di velocità per il motore.

I ventilconvettori per impianti a quattro tubi saranno del tipo di quelli descritti, con l'aggiunta di una seconda batteria di scambio termico.
Negli impianti a due tubi, la batteria di scambio sarà alimentata, in inverno, con acqua calda ad una temperatura £ a 60°C e, in estate, con acqua refri gerata a una temperatura ³ a 1 °C.
Il ventilconvettore dovrà essere asservito ad un sistema di regolazione della temperatura ambiente realizzato, ad esempio, con termostato del tipo *on-off*, con commutazione stagionale, che agisce sull'alimentazione elettrica del motore, o con valvole deviatrici a tre o quattro vie, complete di servomotore e regolatore, installate sulla batteria, comandate da un termostato.
Negli impianti a quattro tubi, una batteria sarà sempre alimentata con acqua calda ad una temperatura non superiore a 60 °C e l'altra sarà sempre alimentata con acqua refrigerata ad una temperatura non inferiore a 11 °C.
La regolazione della temperatura ambiente sarà realizzata, ad esempio, mediante due valvole deviatrici a tre o quattro vie, installate sulle batterie, comandate in sequenza da un termostato ambiente.
Per far fronte ai carichi ambiente, la potenzialità dei ventilconvettori dovrà essere effettuata assumendo quella corrispondente alla velocità media del motore.
I componenti dell'impianto dell'aria primaria saranno analoghi a quelli sopra descritti.
Per il rispetto del D.P.C.M. 1 marzo 1991 e successivi, particolare attenzione dovrà essere posta nel posizionamento delle macchine degli impianti di condizionamento nei riguardi dell'emissione sonora verso edifici adiacenti.
Qualora si superassero i limiti di esposizione sonora ammessi, dovranno essere adottati provvedimenti atti ad abbassare i livelli di emissione sonora delle macchine, quali l'installazione di silenziatori, barriere, pannelli fonoassorbenti, ecc. Il collaudo farà riferimento alla norma UNI 8199.

12 - Pompe di calore
Se specificamente richiesto o come variante economicamente remunerativa dell'offerta, la produzione dell'acqua calda e refrigerata per gli impianti di condizionamento ed, in alcuni casi, di riscaldamento, potrà essere ottenuta da sistemi termodinamici del tipo "pompe di calore". Le norme di riferimento sono: UNI EN 255/1, 255-2, 255-3, 255-4 e 378/1.
Valgono anche per gli impianti a pompa di calore le norme delle centrali frigorifere.
Le pompe di calore potranno essere del tipo ad aria-aria, aria-acqua, acqua-acqua, secondo disponibilità.
Nel caso di riscaldamento invernale con pompe di calore, i corpi scaldanti dovranno essere adatti ad un funzionamento con acqua calda ad una temperatura massima di 45 °C.

13 - Generatori di calore a legna
Se specificatamente richiesta, l'installazione di caminetti, essa dovrà fare riferimento alla norma UNI 10683.

14 - Verifiche e prove preliminari dell'impianto
Per le caldaie a vapore o ad acqua surriscaldata e per il macchinario frigorifero, si devono effettuare le verifiche e prove in conformità con quanto prescritto dai vigenti regolamenti dell'ISPESL.
La verifica e le prove preliminari di cui sopra devono essere eseguite dalla Direzione dei lavori in contraddittorio con l'Impresa e di esse e dei risultati ottenuti si deve compilare regolare verbale.
Ove trovi da eccepire in ordine a quei risultati, perché, a suo giudizio, non conformi alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale d'appalto, il Direttore dei lavori emette il verbale di ultimazione dei lavori solo dopo aver accertato, facendone esplicita dichiarazione nel verbale stesso, che da parte dell'Impresa siano state eseguite tutte le modifiche, aggiunte, riparazioni e sostituzioni necessarie.

COMPONENTI ED IMPIANTI PER ESTINZIONE INCENDI

In conformità al DM. Del 22.01.2008 n. 37, gli impianti di protezione attiva antincendio ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica. Un riferimento più preciso è riportato nella Circolare Min. Interno 26 gennaio 1993, n. 24.
Le principali norme relative sono: UNI EN 3/1, 3/2, 3/3, 3/4, 3/5, 671/1 e 671/2, UNI 8478, 9485, 9486, 9487, 9488, 9492 e 9493. In particolare per gli impianti ci si dovrà riferire alle norme: UNI 9489, 9490 e 9491.

RETI TECNOLOGICHE DI URBANIZZAZIONE

NORME GENERALI SULLA COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE

1 - La costruzione delle condotte dovrà essere eseguita nel rispetto delle indicazioni fornite nel D.M. 12 dicembre 1985 sulle "Norme tecniche relative alle tubazioni" e alla Circolare Ministeriale 20 marzo 1986, n. 27291.
Dovrà essere inoltre tenuto conto dei seguenti disposti Legislativi coordinati: art. 1, 20 comma, lettera d) della Legge 2 febbraio 1974, n. 64, le norme tecniche sulle costruzioni in cemento armato ordinario e precompresso ed a struttura metallica, emanate in attuazione della Legge 5 novembre 1971, n. 1086, il D.L. 11 maggio 1999 n. 152, contenente disposizioni sul trattamento delle acque reflue urbane, in recepimento delle norme CEE sull'argomento, la D.P.C.M.3 marzo 1999 sulla razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnici, il Decreto del Ministero dell'Ambiente 20 ottobre 1998, specificato dalla circolare del Ministero dell'interno 18 dicembre 1998 n. p610/4112 sulla costruzione di serbatoi interrati. In caso di valutazione di perdite si dovrà tenere conto del Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 8 gennaio 1997, specificato dalla Circolare dello stesso Ministero del 24 febbraio 1998.
La normativa in questione si integra infine con eventuali normative di competenza regionale connessa con la costruzione di acquedotti e fognature la cui materia è espressamente attribuita alle Regioni dal D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616.

2 - Dovranno essere garantite le condizioni di sicurezza, in particolare devono essere definite, lungo le tubazioni e per le varie tratte di esse, le pressioni di esercizio Pe come massimi valori delle pressioni p che possono verificarsi in asse delle tubazioni per il più gravoso funzionamento idraulico del sistema, comprese le eventuali sovrappressioni dp determinate da prevedibili condizioni di esercizio, anche se conseguenti a fenomeni transitori.
In assenza di calcolo specifico e, in ogni caso per le reti di distribuzione con diametri non maggiori di 350 mm, per le sovrappressioni conseguenti a manovre di regolazione del sistema, indipendentemente dalla tipologia delle tubazioni impiegate, sarà adottato il valore dp = 2,5 bar.
Ove ricorrano particolari condizioni ed, in ogni caso, per i tubi di grande diametro, devono essere calcoli, le pressioni complementari nonché le tensioni correlative alle effettive condizioni di impiego delle tubazioni, come alla natura ed all'altezza dei rinterro di copertura, ai sovraccarichi esterni (dinamici e statici), alle variazioni termiche ed alle altre eventuali azioni, incluse quelle sismiche.
Si definisce pressione equivalente Po la pressione assiale che conferisce al tubo tensioni di trazione massime eguali a quelle determinate in base alle specifiche condizioni sopraindicate.
Si definisce pressione nominale Pn della tubazione la somma delle pressioni di esercizio ed equivalente: Pn = Pe + Po.

Il valore Pn costituisce l'elemento di base per la scelta della serie o classe dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali costituenti le tubazioni destinate all'esercizio in pressione.
Le verifiche statiche potranno seguire sia il metodo delle tensioni ammissibili sia il metodo semiprobalistico agli stati limite.
Per quanto riguarda i tubi in cemento armato, cemento armato precompresso ed acciaio si farà riferimento alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche in vigore, in quanto applicabili.
Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente, per i tubi per adduzione in pressione ovvero per reti di fognatura, devono essere garantiti i requisiti limiti rispettivamente indicati nelle tabelle I e II.
Nel caso di tubazioni di tipologia non contemplata nelle tabelle I e II, dovranno essere considerati in sede progettuale i requisiti limiti essenziali dei tubi proposti mediante documentazione di prove di confrontabile affidabilità.
Nei riguardi dei carichi e delle pressioni applicati dinamicamente, i requisiti minimi ammissibili per i tipi di tubazioni, assunte in progetto, dovranno essere indicati nel presente Capitolato Speciale di appalto.
Le sovrappressioni dinamiche di colpo d'ariete, dp, indipendentemente dalla tipologia delle tubazioni impiegate, dovranno essere contenute nei limiti indicati nella tabella III in confronto al valori della pressione idrostatica.
Particolare considerazione dovrà essere rivolta alla insorgenza di sovrappressioni negative (depressioni) nello sviluppo della fenomenologia del moto vario.
Nel progetto potranno prevedersi idonei accorgimenti costruttivi affinché le sovrappressioni dinamiche di colpo d'ariete siano contenute nei limiti più adeguati all'esercizio della condotta.
Salvo diversa specifica indicazione di progetto, indipendentemente dalle condizioni che hanno portato a determinare il valore della pressione nominale Pn i tubi dovranno essere idonei a sopportare una sovrappressione dinamica dp non inferiore a 2 bar.
Per le tubazioni di cemento armato ordinario e precompresso, qualora la pressione di collaudo in campo risulti superiore alla pressione nominale, le verifiche di sicurezza devono fare riferimento alla pressione di collaudo.
Per le tubazioni di diversa tipologia o diversa caratterizzazione le scelte progettuali devono essere motivate con ampia documentazione dei risultati di prove sperimentali, effettuate in laboratori ufficiali, con tecniche e valori caratteristici di confrontabile affidabilità con quelli indicati nelle tabelle I e II.
Le prove a pressione interna e di schiacciamento non esauriscono per tutte le tipologie di tubazioni le prove e le verifiche sperimentali, atte a caratterizzare il comportamento del prodotto e dei materiali: dette prove di natura tecnica e tecnologica devono essere considerate nelle scelte progettuali.
Le azioni applicate dinamicamente, per quanto attiene le pressioni di colpo d'ariete, devono essere contenute entro limiti riportati nella tabella III; è raccomandato l'impiego di affidabili provvedimenti atti a contenere la loro insorgenza secondo idonea documentazione progettuale.

3 - Nel corso della costruzione, dovranno essere disposte e fatte osservare prescrizioni confacenti:
a) con idonee metodologie di manipolazione, trasporto, accatastamento, sfilamento, posa in opera dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali; nonché con idonee modalità di formazione del giunto;
b) con le effettive condizioni geologiche e geotecniche, urbanistiche ed ambientali, di volta in volta accertate nello sviluppo dei lavori, per la loro possibile influenza sul comportamento delle tubazioni nel tempo;
c) con tutte le altre situazioni che possano influenzare la conservazione nel tempo delle tubazioni.
Eventuali varianti, in particolare quelle concernenti la tipologia delle tubazioni, sono ammesse solo se, nel rispetto delle disposizioni di legge e regolamentari, siano giustificate da documentate necessità emerse dallo studio di situazioni e/o fattori, esistenti o sopravvenuti, non considerati comunque in progetto.
Nel corso della costruzione delle condotte potrà essere richiesta l'assistenza tecnica della ditta fornitrice dei tubi, quando per il loro impiego si richiedano la osservanza di modalità e l'applicazione di competenze particolari.
Dovranno essere presi a cura dell'Impresa tutti i provvedimenti idonei a garantire l'efficienza dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali. La corrispondenza delle caratteristiche funzionali delle tubazioni, dei giunti e dei pezzi speciali alle prescrizioni progettuali deve essere comprovata dall'impresa, preliminarmente alla fornitura, mediante prove sperimentali e/o documentazioni idonee.
Dovranno essere effettuati controlli in stabilimenti ed in cantiere sulla corrispondenza della fornitura alle normative vigenti, alle prescrizioni dei capitolati speciali ed ai termini contrattuali.
Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego); le singole partite della

fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali impiegati ed i tubi forniti.
L'accettazione dei tubi sarà nel rispetto di quanto indicato al 7 e per i tubi in c.a.o. e c.a.p. delle normative vigenti per le strutture in cemento armato, in quanto applicabili.
I risultati delle prove di riferimento e di collaudo dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali effettuati in stabilimento a controllo della produzione saranno valutati con riferimento al valore della pressione nominale di fornitura Pn.
Nel caso di tubi e pezzi speciali forniti dall'Amministrazione committente, l'accettazione della fornitura sarà subordinata all'esito positivo del preliminare esame della documentazione di accompagno e di prove e controlli integrativi eventualmente necessari.
La buona qualità del materiale impiegato nella fabbricazione dei tubi, la bontà della lavorazione e la corrispondenza dei tubi all'uso cui devono servire dovrà essere accertata già in officina, sottoponendo i materiali ed i tubi a tutte quelle prove che il Direttore dei lavori riterrà opportuno eseguire
A tale scopo, la Ditta prescelta per la fornitura del materiale, su richiesta dell'Impresa acquirente - che è tenuta ad assicurare gli accertamenti da parte del Direttore dei lavori - darà libero accesso nella propria officina agli incaricati della Direzione Lavori e si presterà a consentire, in ogni momento, l'esecuzione delle verifiche intese ad accertare che siano esattamente osservate le prescrizioni di fabbricazione e fornitura.
Tubi, giunti e pezzi speciali dovranno essere presentati alle verifiche finali in stabilimento completamente ultimati, salvo per i manufatti in acciaio o in ghisa, con i rivestimenti protettivi interni ed esterni.
Per l'esame di specifici temi tecnici che dovranno essere affrontati in relazione alla fornitura dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali ed alle modalità della loro posa in opera, il Direttore dei Lavori potrà richiedere, qualora ne ravvisi l'opportunità, l'intervento del progettista.

4 - Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguiti con la maggiore cura possibile adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento.
Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi.
Nei cantieri dovrà predisporsi quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.
Per evitare il danneggiamento delle estremità, a causa di vibrazioni durante il trasporto, sarà opportuno supportare i tubi per tutta la loro lunghezza.
Nella movimentazione dei tubi e pezzi speciali dovrà evitarsi di far cadere i tubi o, qualora siano sospesi, di farli urtare contro corpi rigidi.
Il rotolamento dei tubi può essere consentito solo qualora i piani di rotolamento siano esenti da asperità ed il movimento sia controllato.
Si dovrà evitare tassativamente che i tubi siano fatti strisciare per terra o sulle sponde dei mezzi di trasporto sia in fase di carico che in fase di scarico, sollevandoli, invece, ed appoggiandoli accuratamente, utilizzando ganci e/o imbracature opportunamente rivestite di materiale morbido per evitare danneggiamenti alle estremità e/o ai rivestimenti.
Qualora i tubi provengano imballati, essi dovranno essere scaricati, se possibile, prima di sciogliere gli imballi.
All'apertura di questi, si dovrà evitare che i tubi negli strati più alti, rotolino al suolo.

5 - L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi su un'area piana e stabile, protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparata dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.
La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio.
L'altezza sarà contenuta entro i limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.
I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.
Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisionali.

I tubi muniti di bicchiere dovranno essere accatastati interponendo appositi distanziatori in modo che sia evitato il mutuo contatto tra i bicchieri, al fine di evitarne la deformazione.
Dovrà anche aversi cura al fine di evitare che i bicchieri subiscano sollecitazioni, che i tubi si appoggino l'uno all'altro lungo intere generatrici, disponendo i bicchieri alternativamente sistemati da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa.
I tubi in materiale plastico e quelli provvisti di rivestimento bituminoso, qualora non se ne preveda l'impiego per un lungo periodo, dovranno essere protetti dai raggi solari diretti.
I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi, entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con grassi o oli e non sottoposti a carichi.
I tubi dovranno essere sfilati lungo il tracciato seguendo i criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto evitando pertanto qualsiasi manovra di strisciamento.
Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo è necessario curare che gli stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

6 - Prima della posa in opera, i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o le funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino.
Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti, con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.
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.
La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.
Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.
In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.
Il piano di posa dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, 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.
Nel caso specifico di tubazioni metalliche, dovranno essere inserite, ai fini della protezioni catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.
Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di cui ai punti 36.4 e 36.5, dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0°C, per evitare danneggiame nti.
I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinare la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti, secondo quanto precisato nel primo capoverso.
Per le operazioni di posa in opera dovrà essere verificata preventivamente la specializzazione delle maestranze addette e dovrà altresì essere assicurata, a cura dell'impresa, l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi. Qualora non sia possibile prevedere tale assistenza, si dovranno osservare le raccomandazioni ed istruzioni fornite dal costruttore dei tubi.

7 - Sulle tubazioni metalliche o con armature metalliche munite di rivestimento protettivo esterno, al termine delle operazioni di completamento e di eventuale ripristino della protezione stessa, saranno eseguite determinazioni della resistenza di isolamento delle tubazioni in opera per tronchi isolati al fine di controllare la continuità del rivestimento protettivo, procedendo alla individuazione ed all'eliminazione dei punti di discontinuità del rivestimento.
Qualora la determinazione della resistenza di isolamento, eseguita ad esempio a mezzo di rilevatori a scintilla, rilevi dispersioni elettriche al di sopra dei valori ammissibili, si dovrà procedere alla riparazione dei rivestimenti lesionati con le modalità consigliate dal costruttore in relazione al tipo di rivestimento di cui la tubazione è dotata.

La riuscita della risistemazione del rivestimento dovrà essere nuovamente controllata mediante il rilevatore originariamente utilizzato.
Il ripristino del rivestimento protettivo esterno dovrà essere eseguito con ogni cura, dopo la saldatura delle giunzioni ai due lati del giunto su una larga superficie ben ravvivata e munita di invito a becco di flauto, facendo attenzione che non si creino soluzioni di continuità fra il rivestimento già esistente sui tubi e quello ripristinato in corrispondenza del giunto. Le caratteristiche dei materiali da impiegarsi nel ripristino del rivestimento e le modalità di esecuzione dovranno essere conformi alle istruzioni indicate dal costruttore.

8 - Verificati pendenza ed allineamento, si procederà alla giunzione dei tubi.
Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite.
La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunti impiegati nonché dalla pressione di esercizio.
A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.
In particolare nelle operazioni di posa in opera dei tubi in acciaio, il personale saldatore deve possedere la necessaria specializzazione e preparazione tecnica risultante da attestati di lavoro o da diplomi rilasciati da scuole di specializzazione o la patente rilasciata dal Registro Navale Italiano. Il personale potrà anche essere sottoposto ad esperimento pratico di saldatura.
A questo riguardo norme di riferimento sono: UNI EN 287/1, UNI EN 287/1:1993/A1, UNI EN 288/1, , UNI EN 288/2, UNI EN 287/2:1993/A1, UNI EN 288/3, UNI EN 288/3:1993/A1, UNI EN 288/4, UNI EN 288/4:1993/A1, UNI EN 288/5, UNI EN 288/5:1993/A1, UNI EN 288/6, UNI EN 288/6: 1993/A1, UNI EN 729/1, 729/2, 729/3, 729/4, UNI 4633, UNI 5770, UNI 6548, UNI 6915, UNI 6918, UNI 8032.
Per gli altri tipi di tubazione l'appaltatore affiderà la formazione dei giunti ad operai specializzati indicati dal costruttore.

9 - Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinterro parziale dei tubi sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando scoperti i giunti.
Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.
Il rinterro verrà effettuato con materiale selezionato proveniente dagli scavi, o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al punto 36.5.
Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore opportuno, accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali.
Ove occorra il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.
Saranno in ogni caso osservate le normative UNI esistenti nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

10 - Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi ed il rinfianco, il tronco di condotta eseguito dovrà essere sottoposto a prova idraulica, con pressione, durata e modalità stabilite in progetto in funzione delle caratteristiche della condotta (tipo di tubo e giunto, pressione di esercizio, classi di impiego). Il direttore dei lavori potrà richiedere l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.
Prima della prova dovrà accertarsi la stagionatura degli eventuali blocchi di ancoraggio e, se occorre, predisporre i contrasti necessari. La prova, eseguita a giunti scoperti, fatta eccezione per i casi esposti al punto 9, sarà ritenuta d'esito positivo sulla scorta delle risultanze del grafico del manometro registratore ufficialmente tarato e dell'esame visivo dei giunti.
La prova idraulica verrà ripetuta dopo il rinterro definitivo indicato al successivo punto 11.
Data la delicatezza delle operazioni connesse con la esecuzione della prova idraulica e della interpretazione dei dati per giudicare della sua accettabilità, sarà opportuno che il Direttore dei Lavori richieda all'impresa che sia assicurata in tutte le fasi di prova, l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.
Comunque la buona riuscita di ogni prova sarà dimostrata dai concreti risultati dell'esame dei giunti e del manometro registratore. Non potrà convalidarsi una prova in base all'indicazione, ancorché buone, del solo manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione dei giunti.
11 - Eseguita la prova idraulica si procederà al primo rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti con le modalità ed i materiali stabiliti al punto 9.

Si dovrà quindi eseguire il rinterro definitivo impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati e accuratamente compattati dopo aver eliminato le pietre di maggiori dimensioni.
A rinterro ultimato, si avrà cura di effettuare gli opportuni ricarichi laddove si potessero manifestare assestamenti.
12 - In corso d'opera e/o ad opere ultimate, deve essere accertata, mediante operazioni di controllo in sito e prove di funzionamento, la conformità dei lavori eseguiti alle previsioni progettuali per quanto riguarda la tipologia delle tubazioni impiegate, le competenze per la loro posa in opera, il risultato conseguito sotto il profilo della funzionalità idraulica, della sicurezza e continuità di esercizio.
Nell'ambito del collaudo delle condotte verranno eseguite prove di tenuta idraulica secondo quanto previsto al punto 36.10. Le pressioni di collaudo in campo, Pc, per le tubazioni con funzionamento a pressione sono riferite alla pressione di esercizio Pe: esse dovranno comunque risultare Pc = 1.5 Pe (salvo maggiori valori indicati nel capitolato speciale di appalto), sempreché detto valore risulti superiore a Pe + 2 bar, valore limite inferiore per le pressioni Pc. Le pressioni di collaudo in campo per le tubazioni con funzionamento non a pressione (fognature) sono riferite alle pressioni realizzabili tra l'asse della condotta ed il piano stradale o di campagna, per tratte caratterizzate da dislivelli non superiore a m 0,50 circa.
Le operazioni di collaudo in campo possono essere ordinate controllate e verbalizzate dal direttore dei lavori; i relativi documenti dovranno essere sottoposti all'esame del collaudatore per l'accettazione, fatta salva la facoltà di quest'ultimo, di richiedere la ripetizione delle prove prescritte.
Il collaudo dell'opera condottuale trova significativo riscontro nella prova di pressione in campo, riferita, con adeguati coefficienti, alle condizioni di esercizio previste in progetto

ACQUEDOTTI E TOMBINI TUBOLARI

Per gli acquedotti tubolari, qualora siano eseguiti in conglomerato cementizio gettato in opera, nella parte inferiore della canna verranno usati semplici sagome; nella parte superiore verranno usate apposite barulle di pronto disarmo. Essi non dovranno avere diametro inferiore a 80 cm qualora siano a servizio del corpo stradale.
Qualora vengano impiegati tubi di cemento, per i quali è valida sempre quest'ultima prescrizione, questi dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con diametro uniforme e gli spessori corrispondenti alle prescrizioni sotto specificate, saranno bene stagionati e di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione, senza screpolature e sbavature e muniti di apposite sagomature alle estremità per consentire un giunto a sicura tenuta.
I tubi saranno posati in opera alle livellette e piani stabiliti e su di una platea di calcestruzzo magro a 2 q di cemento per m^3 di impasto in opera dello spessore più sotto indicato, salvo diversa prescrizione della Direzione dei lavori. Verranno inoltre rinfiancati di calcestruzzo a 2,50 q di cemento per m^3 di impasto in opera a seconda della sagomatura prevista nei disegni di progetto, previa perfetta sigillatura dei giunti con malta di puro cemento.

Dimensione dei tubi e spessore della platea

Diametro dei tubi (cm)	(mm)	Spessore dei tubi (cm)	Spessore della platea
80	70	20	
100	85	25	
120	100	30	

Manufatti tubolari in lamiera zincata
Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi aventi struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda normale alla generatrice.
L'acciaio della lamiera ondulata sarà dello spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI (Norme UNI), con carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mm^2 e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento in quantità non inferiore a 305 g/m^2 per faccia.
La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati adottando uno dei metodi della scienza delle costruzioni (anello compresso, stabilità all'equilibrio elastico, lavori virtuali) sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate, ecc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento di mastice bituminoso o asfaltico avente uno spessore minimo di 1,5 mm inserito sulla cresta delle ondulazioni, che dovrà corrispondere ad un peso di 1,5 kg/m^2 per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero di bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo negli stessi quantitativi precedentemente indicati.
La Direzione dei lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuare presso lo stabilimento di produzione le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.
Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche ASTM A. 90-53. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di $CuSO^4$, nella misura di 36 g ogni 100 di acqua distillata. Essi dovranno resistere all'immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.
Il controllo dello spessore verrà eseguito sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.
Nel caso che gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti saranno presi in esame altri due elementi; se l'accertamento di questi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita. Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano tre elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.
I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza di ± 5%.
Agli effetti contabili sarà compensato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio purché la partita rientri nei limiti di tolleranza sopraindicati. Qualora il peso effettivo sia inferiore al peso diminuito della tolleranza, la Direzione dei lavori non accetterà la fornitura. Se il peso effettivo fosse invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, verrà compensato solo il peso teorico aumentato dei valori della tolleranza.
Le strutture impiegate saranno dei seguenti tipi:

1) *Ad elementi incastrati per tombini.*
L'ampiezza dell'onda sarà di 67,7 mm e la profondità di 12,7 mm; la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di 0,61 m.
Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto-filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad incastro, il bordo diritto dell'altro elemento.
Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti.
Gli opposti elementi verranno legati fra loro, in senso longitudinale, mediante appositi ganci in acciaio zincato.
Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati saranno: la circolare con diametro variabile da 0,30 m a 1,50 m, che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di 0,30 e luce massima di 1,75 m.

2) *A piastre multiple per tombini e sottopassi.*
L'ampiezza dell'onda sarà di 152,4 mm e la profondità di 50,8 mm. Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di 28,6 mm.
Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da presentare, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di 0,61 m.
I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a $^3/_4$ di pollice ed appartenere alla classe G 8.
Le teste dei bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti, da realizzarsi mediante piastre multiple circolari, con diametro compreso da 1,50 m a 6,40 m, potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate, con luce variabile da 1,80 m a 6,50 m; ad arco, con luce variabile da 1,80 m a 9,00 m; policentriche (per sottopassi), con luce variabile da 2,20 m a 7,00 m.

DRENAGGI E FOGNATURE PER RILEVATI STRADALI

I drenaggi e le fognature di risanamento del corpo stradale e zone circostanti che si rendessero necessari saranno sempre eseguiti dallo sbocco a valle del cunicolo di scolo verso il centro della fognatura propriamente detta e lungo la medesima, procedendo da valle verso monte, per il deflusso regolare delle acque. Prima di stabilire definitivamente il piano di fondo del drenaggio, onde assicurarsi di raggiungere in ogni punto lo strato impermeabile, la Direzione dei lavori disporrà all'atto esecutivo quanti pozzi riterrà necessario praticare ed in relazione al saggio, ove risulti il punto più depresso dello strato impermeabile lungo l'asse del drenaggio, sarà stabilita la profondità di questo e la pendenza del cunicolo.
Tali pozzi saranno scavati della lunghezza da 2 a 3 m, della larghezza uguale a quella del drenaggio in corrispondenza dell'asse del drenaggio. Tali scavi saranno valutati agli stessi prezzi stabiliti nell'annesso elenco per gli scavi di fondazione e l'Impresa appaltante non potrà avanzare pretese di maggiori compensi quali che siano il numero e l'ubicazione di questi pozzi. Le pareti dei drenaggi e dei cunicoli di scolo ed anche quelle dei pozzi, saranno, ove occorra, sostenuti da appositi rivestimenti di tavole o tavoloni con robuste armature in legname in relazione alla natura dei terreni attraversati.
Il fondo dei drenaggi dovrà di norma essere rivestito in calcestruzzo, che nella parte centrale sarà sagomato a cunetta e su tale rivestimento si costruirà dal lato a valle un muretto in malta, da quello a monte un muretto a secco, per l'altezza da 20 a 40 cm secondo l'importanza del drenaggio, così da costituire un cunicolo di scolo, da coprire con lastroni e successivamente col riempimento

Tubi perforati per drenaggi
I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera d'acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda, rappresenti una linea simile ad una sinusoide.
L'acciaio della lamiera ondulata, dello spessore minimo di 1,2 mm - con tolleranza conforme alle norme UNI - dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a 34 kg/mm^2, e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato.
L'ampiezza dell'onda sarà di 38 mm ed una profondità di 6,35 mm.
Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (tolleranza ±0,1 cm) che saranno distribuiti in serie longitudinali con interasse di 38 mm, tutti disposti in un quarto di tubo. I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 m, saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni.
Per questo tipo di tubo l'unica forma impiegabile è quella circolare con diametro variabile da 15 a 25 cm.

Tubazioni per lo scarico delle acque di superficie dai rilevati
Saranno dello stesso materiale ed avranno le stesse caratteristiche delle tubazioni di cui al precedente paragrafo con la sola differenza che non avranno fori.

Posa in opera
Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente), un vano opportunamente profilato, e accuratamente compatto, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo, fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.
Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non sono impiegabili.
Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 mm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che nelle parti immediatamente adiacenti alle strutture, dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a contatto della struttura metallica. Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.
L'installazione dei tubi di drenaggio dovrà essere iniziata dal punto di uscita in modo da permettere all'acqua di scolare fuori dello scavo in apposito scavo della larghezza di 0,50 m circa. Questi tubi dovranno essere posti in opera in modo che i fori si trovino nel quarto inferiore della circonferenza.
L'installazione dei tubi di scarico dai rilevati verrà fatta in cunicoli scavati lungo la massima pendenza della scarpata della profondità media di 0,40 m e della larghezza strettamente sufficiente per la posa del tubo, che dovrà essere ricoperto con il materiale di scavo, in modo da ripristinare la continuità della scarpata.

Il materiale di rinterro dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua, e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute in sospensione impedendone l'entrata con la conseguente ostruzione del tubo; si impiegherà sabbia per calcestruzzo contenente pietrisco medio ed esente da limo. Il rinterro dovrà essere eseguito in strati e ben battuto onde evitare cedimenti causati da assestamenti.

FOGNATURE BIANCHE E NERE

1 - Tubazioni (*)
A) Tubi in cloruro di polivinile:
I tubi di cloruro di polivinile dovranno corrispondere per generalità, tipi, caratteristiche e metodi di prova alle norme U.N.I. 7447-75 tipo 303 e U.N.I. 7448-75; la direzione dei lavori, prima dell'accettazione definitiva, ha facilità di sottoporre presso laboratori qualificati e riconosciuti i relativi provini per accertare o meno la loro rispondenza alle accennate norme.
I tubi suddetti dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle norme U.N.I. 7448-75, ed inoltre dovranno essere muniti del marchio di conformità I.I.P. n. 103 U.N.I. 312.

B) Tubazioni in PEAD:
Le tubazioni in polietilene ad alta densità devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle norme U.N.I. ed alle raccomandazioni I.I.P.
Per la movimentazione, la posa e le prove delle tubazioni in PEAD saranno osservate le particolari prescrizioni contenute nelle raccomandazioni I.I.P.
I tubi in PEAD ed i relativi raccordi in materiali termoplastici devono essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P.
I raccordi ed i pezzi speciali devono rispondere alle stesse caratteristiche chimico-fisiche dei tubi. Possono essere prodotti per stampaggio o ricavati direttamente da tubo diritto mediante opportuni tagli, sagomature ed operazioni a caldo (piegature, saldature di testa o con apporto di materiale ecc.). In ogni caso tali operazioni devono essere sempre eseguite da personale specializzato e con idonea attrezzatura presso l'officina del fornitore.
Per le figure e le dimensioni non previste dalle norme U.N.I. o UNIPLAST si possono usare raccordi e pezzi speciali di altri materiali purché siano idonei allo scopo.

C) Tubazioni prefabbricate in calcestruzzo:
Le tubazioni prefabbricate saranno del tipo a sezione circolare ovvero ovoidale, delle dimensioni trasversali previste in progetto, in elementi della lunghezza di almeno metri 1,00 e forniti di base di appoggio.
Saranno realizzati in impianti di prefabbricazione, mediante centrifugazione o vitrocompressione e successiva adeguata maturazione, atti a fornire un calcestruzzo di grande compattezza, con peso specifico di almeno 2,5 kg/dm^3, avente resistenza alla compressione a 28 giorni di almeno 350 kg/cm^2, misurata su provini cubici di 8 cm di lato effettuata la media dei tre migliori risultati sulla serie di quattro provini.
La superficie interna dovrà essere perfettamente liscia, compatta, non intonacata né ritoccata e priva di qualsiasi porosità.
L'impresa dichiarerà presso quali impianti, propri o di altri produttori, intenda approvvigionarsi, affinché la direzione lavori possa prendere visione delle attrezzature di confezione e delle modalità di manutenzione, presenziare alla confezione e marcatura dei provini a compressione ogni qualvolta ritenga ciò necessario, dare il proprio benestare ai manufatti proposti, prelevare i campioni di tubazioni che saranno depositati presso l'Amministrazione. Tutta la fornitura dovrà corrispondere ai campioni depositati e dovrà presentare una stagionatura pari ad almeno 28 giorni a temperatura di 15 °C in ambiente umido. Le tubazioni circo lari di diametro superiore a 15 cm e quelle ovoidali dovranno essere munite di un fognolo di cunetta di grès o di cemento fuso, secondo la prescrizione, della ampiezza di 90° per i tubi circolari e di 120° per quelli ovoidali.
I pezzi speciali per curve ed immissioni dovranno essere in un solo pezzo, di calcestruzzo delle medesime caratteristiche ma tassativamente dosato a 400 kg del legante per mc di impasto costipato.
I tubi saranno confezionati con conglomerato pressato a fondo negli stampi e composto come segue:

(*) In materia si fa richiamo al d.m. 12 dicembre 1985.

— Sabbia in pezzatura varia da mm 0,5 a mm 0,8 mc 1.000
— Acqua litri 100 circa
— Cemento ferrico pozzolanico kg. 500
— Prodotto impermeabilizzante (tipo Sanus, Barra o simili), nella qualità che indicherà la direzione lavori per rendere completamente impermeabili le pareti dei tubi.
Saranno provvisti di battentatura all'estremità per l'unione a maschio e femmina ed avranno rispettivamente gli spessori minimi:
— Per il diametro interno di cm 15: spessore cm 2,5
— Per il diametro interno di cm 20: spessore cm 3
— Per il diametro interno di cm 30: spessore cm 3.5
— Per il diametro interno di cm 40: spessore cm 4
— Per il diametro interno di cm 50: spessore cm 4.5
— Per il diametro interno di cm 60: spessore cm 5
Dovranno essere forniti perfettamente lisciati e stagionati e privi di cavillature, fenditure, scheggiature, od altri difetti. Inoltre dovranno possedere, quando necessario, il vano per l'innesto di fognoli del diametro inferiore.

D) Tubazioni in grès:
I materiali di grès devono essere di vero grés ceramico a struttura omogenea, smaltati internamente ed esternamente con smalto vetroso, non deformati, privi di screpolature e di lavorazione accurata e con innesto a manicotto e bicchiere.
I tubi saranno cilindrici e diritti tollerandosi solo eccezionalmente, nel senso della lunghezza, curvature con freccia inferiore a 1/100 della lunghezza di ciascun elemento.
In ciascun pezzo i manicotti devono essere formati in modo da permettere una buona funzione nel loro interno, e la estremità opposta sarà lavorata esternamente a scannellature.
I pezzi battuti leggermente e con un corpo metallico dovranno rispondere con un suono argentino per denotare buona cottura ed assenza di screpolature non apparenti.
Lo smalto vetroso deve essere liscio specialmente all'interno, chimicamente immedesimato con la pasta ceramica, di durezza non inferiore a quella dell'acciaio ed inattaccabile dagli alcali e dagli acidi concentrati, ad eccezione soltanto dell'acido fluoridrico.
La massa interna deve essere uniforme, omogenea, senza noduli estranei, assolutamente priva di calce, dura, compatta, resistente agli acidi (escluso il fluoridrico) ed agli alcali, impermeabile in modo che un pezzo immerso, perfettamente secco, nell'acqua non assorba più del 3,5% in peso. I tubi, provati isolatamente, debbono resistere alla pressione interna di almeno 3 atmosfere.

2 - Esecuzione scavi per posa tubazioni:
Saranno spinti alla profondità indicata dalla direzione dei lavori, con pareti verticali che dovranno essere sbadacchiate ed armate per evitare franamenti nei cavi, restando a carico dell'impresa ogni danno a cose e persone che potrà verificarsi.
Qualora, in considerazione della natura del terreno, l'impresa intendesse eseguire lo scavo con pareti inclinate (per difficoltà, ovvero per l'impossibilità di costruire la chiavica in presenza di armature e sbadacchiature) dovrà sempre chiedere il permesso alla direzione dei lavori.
L'impresa è obbligata ad evacuare le acque di qualunque origine esistenti od affluenti nei cavi, ove ciò sia ritenuto necessario dalla direzione dei lavori, ad insindacabile giudizio, per una corretta esecuzione delle opere.
Nei prezzi relativi, fra l'altro, sono compresi l'onere delle demolizioni di pavimentazioni stradali e di qualsiasi genere, di acciottolati, di massicciate e sottofondi stradali, di murature, sottofondi, tombini, ecc.

3 - Rinterri:
I rinterri si faranno con materiale adatto, sabbioso, ghiaioso e non argilloso, derivante dagli scavi, ponendo in opera strati orizzontali successivi di circa 30 cm. di spessore, ben costipati con adeguate attrezzature.
Nel rinterro delle condotte con pareti sottili si avrà la massima cura di rivolgere prima i tubi con sabbia, sino ad una altezza di cm 15 sopra il dorso dei tubi per non danneggiare in alcun modo la tubatura né altre opere costruite ed esistenti. I singoli strati dovranno essere abbondantemente innaffiati in modo che il rinterro risulti ben costipato, e non dia luogo a cedimenti del piano viabile successivamente costruito.
Qualora ugualmente avvenga un dissesto nella pavimentazione esso dovrà venire immediatamente riparato con il perfetto ripristino del piano viabile, e ciò a tutte cure e spese dell'impresa fino a collaudo avvenuto.

Qualora il cavo da ritombare fosse attraversato da tubazioni, le stesse verranno adeguatamente sostenute con paretine o pilastrini di mattoni o calcestruzzi in modo da non pregiudicarne l'integrità.
I relativi oneri s'intendono compensati con i prezzi di tariffa.
I riempimenti di pietrame a secco per drenaggi, fognature, vespai, banchettoni di consolidamento e simili, dovranno essere formati con pietre da collocarsi in opera a mano e ben costipate al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi.

4 - Posa in opera delle tubazioni:
Prima di dare inizio ai lavori concernenti la posa dei tubi di cemento confezionati fuori opera e dei pezzi speciali relativi, l'impresa dovrà avere in deposito una congrua parte del quantitativo totale dei tubi previsti dal progetto al fine di evitare ritardi nei lavori. I tubi che l'impresa intenderà porre in opera dovranno corrispondere per forma e caratteristiche ai campioni prelevati dalla direzione lavori e custoditi presso la Stazione appaltante secondo quanto prescritto al Capitolo VI, il direttore lavori visiterà i tubi forniti una volta nel cantiere ed una volta immediatamente prima della loro posa in opera; i tubi che non corrisponderanno ai campioni approvati, non confezionati in base alle prescrizioni e non sufficientemente stagionati saranno rifiutati e l'Appaltatore dovrà provvedere al loro immediato allontanamento a sua cura e spese.
La posa in opera dei tubi dovrà avvenire previo assenso della direzione lavori e non prima che sia ultimato lo scavo completo tra un pozzetto di visita ed il successivo.
I tubi saranno posti in opera su una base di calcestruzzo cementizio confezionato a q.li 1,50 di cemento dello spessore minimo di cm 8. Il loro allineamento secondo gli assi delle livellette di progetto sarà indicato con filo di ferro o nylon teso tra i punti fissati dalla direzione lavori.
I tubi, posti sul letto preventivamente spianato e battuto, saranno collocati in opera con le estremità affacciate; l'anello elastico, il cui diametro interno sarà inferiore a quello esterno del tubo, verrà infilato, dopo adeguata pretensione, sulla testa del tubo da posare, poi, spingendo questa dentro il bicchiere del tubo già posato, si farà in modo che l'anello rotoli su se stesso fino alla posizione definitiva curando che, ad operazione ultimata, resti compresso in modo uniforme lungo il suo contorno.
La testa del tubo non dovrà essere spinta contro il fondo del bicchiere ad evitare che i movimenti della tubazione producano rotture . Nella connessura ortogonale così formata dovrà quindi essere inserito, con perfetta sigillatura, un nastro plastico con sezione ad angolo retto, eventualmente limitato alla metà inferiore del bicchiere.
Durante la posa del condotto dovranno porsi in opera i pezzi speciali relativi, effettuando le giunzioni con i pezzi normati nei medesimi modi per essi descritti. Gli allacciamenti dovranno essere eseguiti in modo che siano evitati gomiti, bruschi risvolti e cambiamenti di sezione, impiegando pezzi speciali. La direzione lavori potrà autorizzare che il collegamento tra tubazioni ed allacciamenti sia eseguita mediante foratura del collettore principale, inserimento del tubo del minore diametro e successiva stuccatura; ove si effettui la foratura questa dovrà essere eseguita con estrema cura, delle minori dimensioni possibili, evitando la caduta dei frammenti all'interno della tubazione ed asportando con idoneo attrezzo quanto potesse ciononostante cadervi. Il tubo inserito non dovrà sporgere all'interno della tubazione principale e la giunzione dovrà essere stuccata accuratamente e rinforzata con un collare di malta, abbracciante il tubo principale, dello spessore di almeno 3 cm ed esteso 5 cm a valle del filo esterno del tubo immesso.
I pezzi speciali che la direzione lavori ordinasse di porre in opera durante la posa delle tubazioni per derivare futuri allacciamenti dovranno essere provvisti di chiusura con idoneo tappo cementizio.
Nel corso delle operazioni di posa si avrà cura di mantenere costantemente chiuso l'ultimo tratto messo in opera mediante un consistente tampone sferico assicurato ad una fune, o mediante tappi pneumatici, per impedire l'introdursi di corpi estranei nella condotta anche nel caso di allagamento del cavo.
I tubi in p.v.c. con giunto a bicchiere destinati agli allacciamenti saranno posti in opera su base di sabbia dello spessore di almeno 10 cm e dovranno essere immersi completamente in sabbia per almeno 30 cm in tutte le altre direzioni.
Le giunzioni dei tubi saranno sigillate con adesivi plastici che garantiscano nel tempo il comportamento elastico.

5 – Camerette – pozzetti di ispezione:
Le camerette di ispezione, di immissione, di cacciata e quelle speciali in genere verranno eseguite secondo i tipi e con le dimensioni risultanti dal progetto, sia che si tratti di manufatti gettati in opera che di pezzi prefabbricati.
Nel primo caso il conglomerato cementizio da impiegare nei getti sarà di norma confezionato con cemento tipo 325 dosato a q.li 2,50 per mc di impasto. Prima dell'esecuzione del getto dovrà aversi cura che i gradini

di accesso siano ben immorsati nella muratura provvedendo, nella posa, sia di collocarli perfettamente centrati rispetto al camino di accesso ed ad esatto piombo tra di loro, sia di non danneggiare la protezione anticorrosiva.
I manufatti prefabbricati dovranno venire confezionati con q.li 3,50 di cemento 325 per mc di impasto, vibrati su banco e stagionati per almeno 28 giorni in ambiente umido. Essi verranno posti in opera a perfetto livello su sottofondo in calcestruzzo che ne assicuri la massima regolarità della base di appoggio. Il raggiungimento della quota prevista in progetto dovrà di norma venir conseguito per sovrapposizione di elementi prefabbricati di prolunga, sigillati fra loro e con il pozzetto con malta di cemento: solo eccezionalmente, quando la profondità della cameretta non possa venir coperta con le dimensioni *standard* delle prolunghe commerciali e limitatamente alla parte della camera di supporto al telaio portachiusino, si potrà ricorrere ad anelli eseguiti in opera con getto di cemento o concorsi di laterizio.
Tanto le camerette prefabbricate quanto quelle eseguite in opera, se destinate all'ispezione od alla derivazione, di condotti principali di fognatura, dovranno avere il fondo sagomato a semitubo dello stesso diametro delle tubazioni in esse concorrenti e di freccia pari a circa 1/4 del diametro stesso; quelle prefabbricate dovranno inoltre essere provviste sui fianchi di alloggiamenti per le tubazioni concorrenti con innesti del medesimo tipo di quelli delle tubazioni stesse, restando di norma escluso, salvo contraria disposizione della direzione lavori, di procedere alla parziale demolizione delle pareti del pozzetto.

POZZETTI DI RACCOLTA DELLE ACQUE STRADALI

Saranno in cemento armato del tipo triforo a più scomparti e con sifone interno, delle dimensioni specifiche alle relative voci di elenco prezzi.
La posizione ed il diametro dei fori per l'innesto dei fognoli saranno stabiliti dalla direzione lavori, secondo le varie condizioni d'impiego.
I pozzetti dovranno essere forniti perfettamente lisci e stagionati privi di cavillature, fenditure, scheggiature o di altri difetti. Dovranno essere confezionati come segue:

— Sabbia lapillosa e ghiaietto fino a mm 10: mc 1,000

— Cemento: kg 450

— Acqua: litri 110 circa

— Prodotto impermeabilizzante (tipo Sansus, Barra, o simili), nelle quantità che indicherà la direzione lavori per rendere completamente impermeabili le pareti dei pozzetti.

L'armatura sarà eseguita con tondino da cm 6 e sarà costituita da quattro barre sagomate ad U ed uncinate agli estremi, passanti per il fondo e da quattro cerchiature orizzontali delle quali due nella parte superiore e che raccolgano le uncinature delle quattro barre ad U, una metà pozzetto, ed una nella parte inferiore del pozzetto.

PRESCRIZIONI SPECIALI RIGUARDANTI LA COSTRUZIONE DI VASCHE IN CEMENTO ARMATO

L'impresa non può dare inizio alle strutture in calcestruzzo delle vasche se prima non sia ultimato lo scavo per la sede di questo e la sede stessa non sia stata conformata ed eventualmente munita di opere di difesa e consolidamento a criterio insindacabile della Direzione dei Lavori.

Nemmeno potrà essere dato inizio alle dette strutture se prima l'impresa non abbia approvvigionato tutti i materiali da costruzione ed i macchinari occorrenti, in modo che il getto del calcestruzzo non subisca interruzioni e possa invece eseguirsi con assoluta continuità.

In particolare l'impresa dovrà disporre di un adeguato numero di betoniere adatte alle esigenze del getto continuo per la costruzione delle vasche, provvedere all'approvvigionamento degli inerti che dovranno essere scelti e classificati in base alle scale granulometriche fissate dalla Direzione dei Lavori.

L'impresa ha inoltre l'obbligo assoluto di costruire contemporaneamente ed al completo per tutte le vasche o camere, le casseforme e i relativi sostegni, le armature, tutti i casseri in genere e tutte le opere occorrenti per

conformare le camere stesse e le loro strutture di calcestruzzo, predisponendo dette opere per la necessità del getto continuo.

La Direzione dei Lavori, dopo che avrà controllato ed approvato le cosseforme, le armature, la disposizione dei ferri, ecc., darà l'ordine dell'inizio dei getti di calcestruzzo.
Il getto del calcestruzzo deve procedere contemporaneamente per tutte le camere delle vasche e con assoluta continuità, ricorrendo anche al lavoro notturno.

Malgrado il controllo e l'approvazione dato dalla Direzione dei lavori alle armature di sostegno, l'impresa resta pienamente responsabile della solidità di dette armature, centinature, ecc. come dalla perfetta riuscita dell'opera.

Dopo il disarmo e la rimozione del materiale di armatura, centinatura ecc., e prima di procedere all'intonocatura interna ed al rinterro del manufatto, si procederà alla prova di tenuta delle vasche stesse, ossia della impermeabilita delle strutture di calcestruzzo. A tale scopo ciascuna camera sarà riempita d'acqua e lasciata piena per una durata non minore di 7 e non maggiore di 20 giorni, a criterio insindacabile della Direzione dei lavori.

Si proveranno prima le camere una per una, restando vuote le altre ed osservando le permeazioni eventuali; dopo l'esito soddisfacente di dette singole prove, si procederà poi ad una prova generale contemporaneamente di tutte le vasche. La Direzione dei Lavori stabilirà le norme ed i dispositivi necessari per procedere alla misura delle entità delle eventuali perdite o permeazioni e a tutte cure e spese dell'impresa. Resta stabilito che non si potrà procedere all'esecuzione dell'intonaco interno delle vasche se le suddette prove avranno dato esito negativo, e fino a quando non saranno state eliminate del tutto le perdite o permeazioni d'acqua, eseguendo ogni e qualsiasi lavoro che venga ordinato dalla Direzione dei Lavori a tale scopo senza limite di spesa e di entità. Tutti gli oneri relativi alle ripetute prove di tenuta effettuate saranno a tutte cure e spese dell'impresa.

La tenuta delle vasche deve essere perfetta e perciò la impermeabilità delle strutture di calcestruzzo deve essere assoluto e pienamente garantita nel tempo.

Resta stabilito che le dette prove debbono essere ripetute dopo l'esecuzione dell'intonaco sulle pareti interne delle vasche. Inoltre la Direzione dei lavori ha la facoltà di procedere a tutte le prove di carico dissimetrico di ciascuna camera e di tutto l'insieme dell'opera e ciò sia per il carico di acqua, sia per quello del terrapieno da costruirsi per il rinterro dell'opera.

Le apparecchiatura, i dispositivi i mezzi di opera e gli operai occorrenti per l'esecuzione di tutte le dette prove nonché il personale di assistenza e sorveglianza. debbono essere forniti a cura e spese dell'impresa, poiché di questi oneri, come di tutti gli altri descritti nel presente articolo si è tenuto conto nello stabilire i prezzi di elenco o il compenso forfettario.

La Direzione dei lavori darà ordine di eseguire il rinterro parziale o totale delle vasche soltanto dopo che le prove di tenuta sopraddette avranno rivelato l'assoluta impermeabilità delle strutture delle camere in ogni loro parte.
Il limite, massimo di perdite ammissibile viene stabilito in 0,10 litri/giorno x mq di parete bagnata.

ESECUZIONE DELLA CONDOTTA
POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI PER ACQUA POTABILE

Prima di essere calati nel cavo i tubi dovranno essere accuratamente esaminati con particolare riguardo alle testate ed al rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico essi non siano stati. deteriorati. Perché detto esame abbia effettivo valore è indispensabile che con uno straccio bagnato venga eliminato il pulviscolo che, ricoprendo i tubi, può nascondere le eventuali incrinature.

I tubi dovranno altresì con cura essere puliti all'interno per eliminare ogni materia che vi si fosse eventualmente introdotto. I tubi verranno collocati in opera non direttamente sul fondo dei cavo ma con interposizione di apposito letto di sabbia o terra sciolta delicatezza minima di cm 15, formante una culla che abbracci tutto il tubo e sia estesa per tutta la larghezza e la lunghezza dei cavo.

Ogni tratto di condotto deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse del tubo unisca in uniforme pendenza i diversi punti all'uopo fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente (salvo le varianti che potranno essere disposte dalla Direzione dei lavori) all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nella planimetria e nei profili allegati al contratto. Per la rettifica dell'asse delle tubazioni è proibito

l'impiego di pezzi di pietra sotto i tubi e dovranno invece impiegarsi adeguate rincalzature di terra sciolta od altre materie minute incoerenti.

Non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza di punti In cui non siano previsti sfiati o scarichi. Nel caso che questo si verificasse. l'appaltatore dovrà a tutte sue spese smontare la condotto già posato e ricostruirla nel modo regolare.
I tubi con giunto a bicchiere verranno collocati in opera con i bicchieri volti verso l'estremo più elevato di ogni livelletta per facilitare la esecuzione del giunto.

In corrispondenza della parte convessa delle curve e nei tratti rettilinei a forte pendenza saranno costruiti ancoraggi in calcestruzzo (nel numero e con le dimensioni e modalità che saranno fissate all'atto pratico dalla Direzione dei Lavori).

Lo strato di riempimento del cavo direttamente a contatto con il tubo non deve contenere pietre od altri materiali che possano comunque trasmettere, concentrato in singoli punti, il carico sovrastante.

Per il montaggio della condotta la Ditta appaltatrice dovrà tenere sul luogo dei lavori operai specializzati appartenenti alla ditta costruttrice dei tubi per sorvegliare e guidare gli operai addetti a tale operazione, qualora ciò risultasse necessario, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori.
Ove occorra, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, consolidare il piano di posa dei tubi, sia che essi poggino direttamente nel fondo dei cavi, sia che vengano sostenuti da cuscinetti, tale consolidamento sarà effettuato mediante platee di calcestruzzo da costruirsi secondo le indicazioni che verranno impartite dalla Direzione stessa all'atto della esecuzione.

Ferma restando la piena e completa responsabilità dell'assuntore per la buona riuscita di tutte le opere appaltate, egli dovrà adottare tutte le necessarie cautele per evitare danni alla stabilità della condotta (sia durante la costruzione della medesima, sia durante e dopo le prescritte prove sino al collaudo).
Dovrà avere cura di impedire, mediante opportune arginature e deviazioni, che i cavi ove sono posati i tubi siano invasi dalle acque piovane o di falda e dovrà parimenti evitare, con parziali rinterri eseguiti a tempo debito che verificandosi nonostante ogni precauzione, l'inondazione dei cavi, le condotte, trovandosi chiuse agli estremi, possano essere sollevate dalle acque per galleggiamento.
E' vietato chiudere le testate dei tubi, durante le ore di sospensione del lavoro, con tamponi di stracci od altro.

Si dovranno adottare:

1) Un rilevatore a scintilla per il controllo dei rivestimenti bituminosi;

2) Tappi di legno per la chiusura provvisoria della condotto;

3) Bitumi protettivi (ossidati e fillerizzati) rammollimento 90°-100°.
Penetrazione a 25°non maggiore di 20/10 di millime tri. Fraas non superiore a 6°.

4) Piombo in nastri di 1ª fusione.

Resta comunque stabilito che qualora per effetto di false manovre o perché l'impresa abbia mancato di adottare cautele necessarie si verificassero danni alle condutture, questi, qualunque ne possa esser l'entità restano ad esclusivo carico dell'impresa.

CANALIZZAZIONI ELETTRICHE

1 - Tubazioni:
Saranno poste in opera, previa regolarizzazione del piano di scavo, su letto di sabbia di spessore minimo cm 5. Nella posa in opera si dovrà dare alla tubazione una pendenza da pozzetto a pozzetto in modo da scaricare in questi le eventuali infiltrazioni d'acqua. Le giunzioni fra i tubi e il collegamento dei tubi con i pozzetti saranno eseguite mediante adatte sigillature.
Le tubazioni divranno essere della serie pesante in pvc tabella UNEL 37118 dei diametri previsti in progetto o del tipo corrugati in PEAD; a doppia parete.
In casi di impianti elettrici con caratteristiche particolari, previa apposita specifica progettuale e/o della Direzione dei Lavori, le tubazioni potranno essere rinfiancate con calcestruzzo.

2 - Pozzetti:

Per l'impianto di illuminazione esterna saranno del tipo prefabbricato di cemento vibrato delle dimensioni minime di cm 40x40x60 dovranno avere fondo perdente a piastre di copertura in calcestruzzo armato del tipo asportabile e a tenuta se in sede marciapiede, altrimenti in ghisa se in sede stradale.
Per l'impianto delle utenze private ENEL e rete telefonica TELEFONICA (o simili) saranno delle stesse sopradette caratteristiche ma delle dimensioni di cm 40x40x60 o 60x60x120 (secondo le specifiche progettuali) con chiusino in acciaio zincato o ghisa se in sede stradale e calcestruzzo se in sede marciapiede per la rete telefonica.
Per canalizzazioni elettriche e/o simili, con caratteristiche particolari, saranno indicate da apposite specifiche progettuali.

7 Caratteristiche prestazionali delle opere elettromeccaniche

Relativamente alle caratteristiche dimensionali e prestazionali degli apparati meccanici ed elettrici che concorrono alla costruzione dell'impianto integrato di trattamento rifiuti urbani con produzione di energia elettrica; si rimanda alla relazione R3- Relazione delle opere elettromeccaniche per i necessari approfondimenti.