COMUNE DI NOCERA INFERIORE

INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO E DI ADEGUAMENTO DELLA VIABILITA' DI COLLEGAMENTO TRA L'AUTOSTRADA A3 E LA CITTA' DI NOCERA

Adeguamento e riqualifica viabilità della città di Nocera da e per lo svincolo dell'Autostrada A3 Napoli-Pompei-Salerno - mediante la realizzazione di nuova rotatoria e nuova area di parcheggio

PROGETTO ESECUTIVO

ROTATORIA USCITA AUTOSTRADA A3

CAPITOLO SPECIALE D'APPALTO - II PARTE

Il Progettista

SO.D.ING. S.r.l.
Società di ingegneria
Napoli - Piazza Eritrea, 3

ing. Ernesto Maione
Ordine Ingegneri Napoli n°B760

Il responsabile unico del procedimento

Consulenza specialistica

SCALA:	funzione/unità							attività			n. progetto		-			n. elaborato	bis	rev.	DATA:
-	-	-	-	-	-	-	-						-	-	-	EG-A-18	-	-	MAG 2018

REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
Ing. G. Mascetta	Ing. P. Di Martino	Ing. E. Maione

SO.D.ING. S.r.l.
Società di ingegneria
Napoli - Piazza Eritrea, 3

PARTE I
QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 1 - Condizioni generali d'accettazione - Prove di controllo

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo art. 2; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, la quale dovrà attenersi alle direttive di carattere generale o particolare eventualmente impartite dai competenti Uffici della Società.

L'accettazione dei materiali non è in ogni modo definitiva se non dopo che siano stati posti in opera e l'opera sia stata collaudata.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, anche se non incluse nelle presenti Norme purché facenti riferimento ad una normativa in uso, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni ai Laboratori in seguito specificati o indicati dalla Società e/o dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l’autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni saranno effettuate presso i laboratori ufficiali specificati nell'art. 20 della Legge 5/11/1971 n. 1086; la Direzione Lavori potrà a suo giudizio, autorizzare l'esecuzione delle prove presso altri laboratori di sua fiducia.

Art. 2 - Caratteristiche dei vari materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno avere i requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi; dovranno pertanto essere forniti di un'idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste nelle presenti Norme.

Nel caso di mancanza di tale certificazione, il materiale non sarà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'Impresa.

In caso di difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto dalla Norma specifica.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della Direzione Lavori, la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

A) **Acqua**: dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971, (D.M. in vigore).

B) **Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolane**: dovranno corrispondere alle prescrizioni:

- della legge 26/05/1965 n.595;
- delle "Norme sui requisiti d'accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14-1-1966 modificato con D.M. 3/06/68, D.M. 31/08/1972, D.M. 13/09/93;
- delle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. 16-11-1939 n. 2231;
- delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16-11-1939 n. 2230;
- d'altre eventuali successive Norme che dovessero essere emanate dai competenti Organi.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Durante il corso della fornitura dei leganti, la Direzione Lavori farà eseguire periodicamente, da laboratori ufficiali o da altri laboratori di sua fiducia, prove su campioni di leganti prelevati in contraddittorio con l'Impresa stessa.

Le spese per il prelievo, la formazione, l'invio dei campioni, le prove, gli esami e le relative certificazioni, sono a cura e spese dell'Impresa.

C) **Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie (da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi, escluse le pavimentazioni):** dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge n. 1086 del 5-11-1971 (D.M. in vigore).

Le dimensioni massime degli aggregati costituenti la miscela dovranno essere compatibili con quanto prescritto nel D.M. n. 19 del 9/1/1996 e in ogni caso le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura cui il conglomerato cementizio è destinato.

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 2 delle Norme citate nel seguente comma D).

D) **Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi per pavimentazioni:** dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n. 4, Ed. 1953 ed eventuali successive modifiche) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme d'esecuzione lavori.

E) **Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni:** dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella UNI 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi d'elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiore al 2%.

F) **Pietre naturali:** le pietre da impiegare nelle murature, nei drenaggi, nelle gabbionate, ecc. dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel R.D. 16-11-1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" n 2232.

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli: dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto così da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

G) **Pietre da taglio:** proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione Lavori.

Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli.

Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti dal Regio Decreto 16 novembre 1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" - n. 2232.

Le lavorazioni che potranno essere adottate per le pietre da taglio saranno le seguenti:

a) a grana grossa

b) a grana ordinaria

c) a grana mezza fina

d) a grana fina

Quando anche si tratti di facce semplicemente abbozzate, esse dovranno venire lavorate sotto regolo in modo da non presentare incavi o sporgenze maggiori di 2 cm rispetto al piano medio; le pietre lavorate a punta grossa non presenteranno irregolarità maggiori di 1 cm.

Per le pietre lavorate a punta mezzana od a punta fina, i letti di posa saranno lavorati a perfetto piano, e le facce dovranno avere gli spigoli vivi e ben rifilati in modo che le connessure non eccedano i 5 mm.

Dove sia prescritta la lavorazione a martellina, le superfici e gli spigoli dovranno essere lavorati in modo che le commessure non eccedono i 3 mm.

Non saranno tollerate né smussature negli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi.

H) **Tufi**: le pietre di tufo dovranno essere di natura compatta ed uniforme, evitando quelle pomiciose e facilmente friabili.

I) **Materiali Laterizi**: dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti con R.D. 16-11-1939 - n. 2232 "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" od alle Norme UNI 5628-65, UNI 1607, UNI 5629-65, UNI 5630-65, UNI 5632-65.

I mattoni dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con gli spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme ed essere senza calcinaroli e impurità.

L) **Argilla espansa**: dovrà essere ottenuta mediante clinkerizzazione in forni rotanti ad una temperatura di circa 1473 K; peso in mucchio 320÷630 kg/m^3 secondo la granulometria.

M) **Blocchi prefabbricati per vibro-compressione**: saranno confezionati con inerti di buona qualità e dosaggi non inferiori a 200 kg di cemento, di tipo IV 42,5 o 42,5R, per metro cubo d'impasto.

La resistenza a rottura degli elementi dovrà essere:

- 8 MPa per blocchi prefabbricati con impiego di ghiaietto e pietrisco;
- 3 MPa per blocchi prefabbricati con impiego d'argilla espansa.

La superficie delle costole dovrà essere almeno pari, nel caso di strutture non portanti, al 40%; nel caso di strutture portanti al 65% della superficie apparente del piano di posa del blocco.

N) **Blocchi prefabbricati di cemento e argilla espansa faccia-vista**: saranno prodotti con inerti di buona qualità e dosaggi non inferiori a 200 kg di cemento, di tipo IV 42,5 o 42,5R, per metro cubo d'impasto.

Saranno confezionati con conglomerato cementizio a struttura chiusa; la curva granulometrica varierà da 0,5÷4 mm; la densità da 1.200÷1.600 kg/m³.

Una varietà dei blocchi faccia vista è costituita dagli «splittati» ottenuti a spacco da un blocco doppio e possono essere a paramento normale o scanalato.

O) **Materiali ferrosi**: saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto. Gli acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5-11-1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Il lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p. dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 0,2 mm.

I bulloni normali saranno conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI 5727-65 e UNI 5593; quelli ad alta resistenza devono appartenere alle classi delle norme UNI 3740-65.

I tubi d'acciaio senza saldatura, per costruzioni meccaniche, dovranno soddisfare la norma UNI 7729 ed appartenere al tipo Fe 510.

P) **Acciaio inossidabile**: dovrà presentare elevata resistenza alla corrosione ed al calore e rispondere, per composizione chimica, caratteristiche e prescrizioni generali, alla norma UNI 6900-71.

Le lamiere d'acciaio inox saranno laminate a freddo a norma UNI 8317.

La designazione degli acciai è fatta per composizione chimica, dove «x» sta per «acciaio legato», il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicato per 100 ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega in %.

Oltre alla classificazione UNI sarà abitualmente usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute).

Q) **Acciaio zincato**: profilati, lamiere e tubi d'acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma d'unificazione Progetto SS UNI E 14.07.000 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi, fabbricati in materiale ferroso).

Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compluvi, infissi, serrande, serbatoi per acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiere zincate secondo il procedimento Sendzimir.

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente su ciascuna faccia della lamiera, se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:

- 190 g/m² per zincatura normale
- 300 g/m² per zincatura pesante.

R) **Alluminio e leghe leggere**: per laminati, trafilati o sagomati non estrusi dovrà essere impiegato alluminio primario di cui alla norma UNI 4507 - «Alluminio primario ALP 99,5 da lavorazione plastica».

Leghe leggere da lavorazione plastica resistenti alla corrosione dovranno corrispondere alle norme UNI 3569-66 o UNI 3571.

S) **Alluminio anodizzato**: dovrà risultare conforme alla norma UNI 4522-66 «Rivestimenti per ossidazione anodica dell'alluminio e sue leghe.

Classificazione, caratteristiche e collaudo».

Gli strati normalizzati d'ossido anodico saranno definiti mediante una sigla (OTO, BRI, ARP, ARC, ARS, IND, VET rispettivamente per strato: ottico, brillante, architettonico lucido, architettonico spazzolato, architettonico satinato chimicamente, industriale grezzo, vetroso), un numero che ne indica la classe di spessore e l'eventuale indicazione della colorazione.

Per gli strati architettonici la norma prevede quattro classi di spessore:

- Classe 5: spessore strato min. 5 µm;
- Classe 10: spessore strato min. 10 µm;
- Classe 15: spessore strato min. 15 µm;
- Classe 20: spessore strato min. 20 µm;

Di queste la prima sarà impiegata in parti architettoniche per usi interni di non frequente manipolazione, la seconda per parti architettoniche esposte all'atmosfera con manutenzione periodica, la terza in parti esposte ad atmosfere industriali o marine e la quarta, di tipo rinforzato, in atmosfere particolarmente aggressive.

T) **Rame**: Lamiere, nastri e fili saranno conformi alle UNI 3310/2^/3^/46 - 72.

U) **Prodotti plastici metacrilici:** caratterizzati da infrangibilità, leggerezza ed elevatissima resistenza agli agenti atmosferici, dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

UNI 7067-72 - Materie plastiche metacriliche per stampaggio ed estrusione. Tipi, prescrizioni e prove.

UNI 7074-72 - Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, prescrizioni e prove.

Le lastre potranno essere di tipo I (colorate in forma e successivamente polimerizzate in blocco) e di tipo II (prepolimerizzate e termoestruse).

In ogni caso saranno assolutamente prive di difetti superficiali e di forma.

I lucernari, sia a cupola (a semplice od a doppia parete anticondensa) che continui, saranno fabbricati con lastre di polimetilmetacrilato delle migliori qualità (plexiglass, perspex, ecc.).

V) **Legnami:** di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare, sia per le opere definitive sia per quelle provvisorie, a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso cui sono stati destinati.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e rettificati in superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

I legnami, in genere, dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 Ottobre 1912 ed alle Norme UNI in vigore.

I legnami di tipo lamellare dovranno essere di qualità I secondo la normativa DIN 4074, con giunzioni a pettine secondo la normativa DIN 88140 e la loro essenza lignea sarà preferibilmente di abete rosso o larice.

Le strutture di legno lamellare dovranno essere prodotte da stabilimenti in possesso del certificato di incollaggio di tipo A, in conformità alla norma DIN 1052. Gli eventuali trattamenti protettivi, gli spessori e le modalità applicative degli stessi, dovranno essere del tipo previsto negli elaborati progettuali.

Z) **Leganti ed emulsioni bituminosi:** dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme C.N.R. "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo n. 2 - Ed. 1951; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" Fascicolo n. 3 - Ed. 1958.

X) **Leganti bituminosi:** dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del C.N.R.

Y) **Vetri e cristalli:** dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un sol pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, trasparenti, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e qualsiasi altro difetto.

Y1) **Cristalli lustri:** s'intendono per tali i vetri piani con entrambi le facce tese, mediante trattamento "Float", praticamente piane, parallele e lustre. Essi dovranno rispondere alle norme di unificazione UNI 6487-75 vetri piani-cristalli lustri (lustrati e float).

Y2) **Vetri uniti al perimetro (vetro-camera):** saranno costituiti da pannelli prefabbricati formati da due lastre di vetro piano accoppiate (per mezzo di profilato e distanziatore saldato con adesivi o sigillanti), fra le quali è racchiusa aria o gas disidratati.

Il giunto d'accoppiamento dovrà essere assolutamente ermetico e di conseguenza, non dovrà presentarsi nessuna traccia di polvere o di condensa sulle superfici interne di cristalli.

Essi dovranno presentarsi perfettamente trasparenti ed inoltre stabili alla luce, all'invecchiamento ed agli agenti atmosferici.

Per le tolleranze sugli spessori, dimensionali e di forme si rimanda alle norme UNI 7172-73.

Aa) **Geotessili:** costituiti da tessuto non tessuto ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate mediante sistema di agugliatura meccanica, stabilizzate ai raggi UV, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura. I geotessili sono a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata.

Nello specchio che segue sono riepilogate, in relazione alla natura chimica dei polimeri impiegati, le principali caratteristiche degli stessi:

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	0,4	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 di microrganismi, essere antinquinanti ed isotropi.

Dovranno essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità di impiego.

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego mediante le seguenti prove:

-	campionatura (per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1
-	peso, in g/m^2	UNI 5114
-	spessore, in mm	UNI 8279/2
-	resistenza a trazione su striscia di 5 cm, in N	UNI 8639
-	allungamento, in %	UNI 8639
-	lacerazione, in N	UNI 8279/9
-	resistenza alla perforazione con il metodo della sfera, in MPa	UNI 8279/11
-	punzonamento, in N	UNI 8279/14
-	permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13
-	comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986
-	diametro di filtrazione, espresso in µm, corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica.	

Ab) **Tubazioni in PVC**: in cloruro di polivinile rigido serie pesante, dei tipi 302, 303/1 e 303/2, secondo le vigenti Norme UNI, con giunti a bicchiere muniti di guarnizione di gomma.

Ogni tubo dovrà portare impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro nominale, l'indicazione del tipo; dovrà essere munito inoltre del marchio di conformità alle Norme UNI rilasciato dall'Istituto italiano dei plastici.

Ac) **Materiali per opere in verde**:

Ac1) 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 sia 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.

L'Impresa, prima di effettuare il prelevamento 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.

Ac2) 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.

Ac3) Materiale vivaistico: L'Impresa deve dichiararne la provenienza e la Direzione Lavori potrà accettare il materiale, previa visita ai vivai che devono essere dislocati in zone limitrofe o comunque assimilabili.

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

Ac4) 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.

Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme dell'art. 1.

Per ulteriori approfondimenti, riguardanti tutti i materiali per opere in verde, si fa riferimento a quanto riportato nell'articolo specifico per l'esecuzione dei lavori.

Ad) **Materiali di qualsiasi provenienza da impiegare nelle lavorazioni:**

- materiali per rilevati e/o riempimenti;
  - aggregati grossi e fini per conglomerati, drenaggi, fondazioni stradali, ecc.;
  - pietrame per murature, drenaggi, gabbioni, ecc..

I materiali da impiegare nelle lavorazioni sopra indicate dovranno essere sottoposti dalla Direzione Lavori, prima del loro impiego, alle verifiche e prove di laboratorio, per accertarne l'idoneità in relazione alle particolari utilizzazioni previste. Dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benestare sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, il materiale potrà essere impiegato nella produzione, fermo restando che l'Impresa stessa sarà responsabile, a tutti gli effetti della rispondenza alle specifiche norme contrattuali. Gli oneri per prove e verifiche di idoneità sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

PARTE II
NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Premessa

L'Impresa dovrà eseguire le opere in ottemperanza alle Leggi, ai regolamenti vigenti ed alle prescrizioni degli enti competenti in materia di Lavori Pubblici, con particolare riferimento alle Norme Tecniche sottoelencate:

- «Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al D.M.LL.PP. in vigore, emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge n. 1086 del 5/11/1971, nonché dell'art. 1 della Legge n. 64 del 2/2/1974 (D.M. LL.PP. 2/8/1980, circ. LL.PP. n. 20977 del 11/11/1980, D.M. 11/3/1988 e successivi aggiornamenti);
- «Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento» di cui al D.M.LL.PP. 20/11/1987, emanate in applicazione della Legge n. 64 del 2/2/1974;
- «Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate» di cui al D.M. LL.PP. 3/12/1987, emanate in applicazione della Legge n. 64 del 2/2/1974;
- alla Circolare n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti, riguardante la fornitura in opera dei beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;
- agli ordini che la Direzione Lavori le impartirà, sulla base delle direttive che i competenti uffici della Società, in accordo con i Progettisti, riterranno di emettere.

Pertanto, fermo restando ogni altra responsabilità dell'Impresa a termini di legge, essa rimane unica e completa responsabile dell'esecuzione delle opere. Con cadenza giornaliera e con un anticipo minimo di 24 (ventiquattro) ore, rispetto allo svolgersi delle lavorazioni, l'Impresa dovrà comunicare in forma scritta (tramite telefax) alla Direzione Lavori, quali di queste ultime intenderà intraprendere. Ogni variazione rispetto a quanto programmato dovrà essere tempestivamente comunicata in forma scritta (tramite telefax) alla Direzione Lavori. In caso di mancata trasmissione del programma o di cambiamenti a questo apportati, la Direzione Lavori potrà procedere alla verifica ed al controllo di quanto eseguito tramite i mezzi di indagine (distruttivi e non distruttivi) che di volta in volta riterrà più opportuni. Gli oneri per l'esecuzione di ogni controllo supplementare saranno a totale carico dell'Impresa.
La conformità a quanto previsto dal progetto, sarà sancita dalla redazione di un apposito verbale di constatazione, firmato dal Direttore dei Lavori o in sua vece dal Responsabile del Controllo Qualità Materiali, da lui incaricato e dal Direttore Tecnico dell'Impresa: il verbale riporterà, oltre ai dati identificativi della lavorazione, i tipi e la quantità dei controlli eseguiti.

Le presenti Norme Tecniche determinano in modo prioritario le modalità esecutive, i materiali, le lavorazioni; in altre parole, nel caso di discrepanze e difformità tra Norma Tecnica e descrizione delle lavorazioni contenuta nell'Elenco Prezzi, dovrà essere seguito, obbligatoriamente, quanto previsto nelle Norme Tecniche.

Art. 3 - Sondaggi e tracciati

Subito dopo la consegna dei lavori e prima di dare inizio alle opere, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, d'intesa con la Direzione Lavori, all'esecuzione di saggi, sondaggi e prove di laboratorio per una completa verifica della natura e delle caratteristiche del sottosuolo.

Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa 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 autostradale, all'inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette.

A suo tempo dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione 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 quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

Art. 4 - Scavi

4.0 - Norme generali

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 franamenti; 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; nulla è dovuto all'Impresa per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbatacchiature.

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 l'esecuzione delle opere di scavo e murarie.

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, l'Impresa dovrà 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 l'eventuale loro trasporto in aree apposite;
- all'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, esuberanti il fabbisogno del lotto o non idonei per essere riutilizzati, dovranno essere portati a rifiuto nelle aree di deposito (discariche) indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della Direzione Lavori, fatte salve le vigenti norme di Legge.

La collocazione dei materiali a rifiuto in tali siti andrà effettuata con le modalità e le prescrizioni previste negli elaborati relativi alle aree di deposito (discariche), facenti parte integrante del progetto dell'opera; nell'eventualità invece che l'Impresa debba provvedere direttamente al reperimento dell'area di deposito (discarica) dovrà, a sua cura e spese, ottenere la disponibilità delle aree e dei loro accessi, comprese le relative indennità, nonché provvedere alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali, secondo quanto proposto dall'Impresa ed approvato dalla Direzione Lavori.

Nel caso in cui a seguito di prove eseguite dall'Impresa, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione lavori, i materiali fossero ritenuti idonei, dovranno essere trasportati in aree di accumulo e custoditi opportunamente.

Le quantità di materiali riutilizzabili dovranno eventualmente essere trattati per ridurli alle dimensioni prescritte, secondo necessità delle presenti Norme, ripresi anche più volte e trasportati nelle zone di utilizzo, a cura e spese dell'Impresa.

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 avendola ridotta a pezzatura di dimensioni non superiori a 30 cm, secondo il disposto delle presenti Norme.

Per l'impiego di mine nell'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

danneggiamento 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 danneggiamenti alle proprietà limitrofe, l'Impresa dovrà eseguire gli scavi con opportuni mezzi meccanici.

4.1 - Scavi di sbancamento

Sono così denominati gli scavi occorrenti per: la formazione del sedime d'imposta dei fabbricati, l'apertura della sede autostradale, dei piazzali e delle opere accessorie, portati a finitura secondo i tipi di progetto; gli scavi per le gradonature di ancoraggio dei rilevati, previste per terreni con pendenza superiore al 20%; la bonifica del piano di posa; lo spianamento del terreno, l'impianto di opere d'arte, il taglio delle scarpate delle trincee o di rilevati; la formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

4.2 - Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione s'intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Questo piano sarà determinato, a giudizio della Direzione Lavori, o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia dell'accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinti alle necessarie profondità, fino al rinvenimento del terreno della capacità portante prevista in progetto.

Qualora si rendesse necessario dopo l'esecuzione dello scavo, il ripristino delle quote per l'impronta della fondazione dell'opera, i materiali da utilizzare saranno i seguenti:

1- per uno spessore di 30÷50 cm, sabbia fine lavata;

2- per il rimanente spessore, materiali appartenenti al gruppo A1, anche provenienti da scavi.

Al termine del ripristino dei piani d'imposta, salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate dalla necessità di garantire maggiore stabilità alla fondazione, il modulo di deformazione Md al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm), dovrà risultare non inferiore a 40 MPa nell'intervallo tra 1,5÷2,5 daN/cm^2.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali, o disposti a gradoni, con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso, nulla è dovuto per il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza.

È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese al riempimento, con materiali idonei, dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista. Per gli scavi a sezione obbligata, necessari per la collocazione di tubazioni, l'Impresa dovrà provvedere al rinterro, con materiali idonei, sopra le condotte e le fognature.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (Suppl. ord. alla G.U. 1/6/1988 n.127) e successivi aggiornamenti.

4.3 - Scavi subacquei

Gli scavi di fondazione sono considerati 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 prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, 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;
- a togliere ogni impedimento o ogni causa di rigurgito, che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo all’apertura di canali fugatori;
- agli adempimenti previsti dalle vigenti leggi (Legge n. 319 del 10/05/1976 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 agli oneri per l'eventuale trattamento delle acque.

Art. 5 - Demolizioni e Rimozioni

5.1 - Demolizione di murature e fabbricati

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Saranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori: scalpellatura a mano o meccanica, martello demolitore, agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'Impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, a adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7÷0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Per le demolizioni da eseguirsi su autostrada in esercizio, l'Impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione di Tronco, tramite la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su autostrade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

I materiali di risulta saranno ceduti all'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanare e trasportare a discarica quelli rifiutati.

5.2 - Idrodemolizioni

L’idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture di ponti e viadotti dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa.

Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.

L'Impresa dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico. Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia antinfortunistica, alle quali l'Impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

5.3 - Demolizione di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso deve essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta; su parere della Direzione Lavori potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire.

Le attrezzature tutte devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della Direzione Lavori per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati.

La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) deve risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera.

L'Impresa si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dal progetto. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla Direzione

Lavori munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato.

Le pareti dei giunti longitudinali devono risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

5.3.1 - Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere eseguita con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti verticali dello scavo devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Impresa. L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla stesa del misto granulometricamente stabilizzato.

5.4 - Rimozioni

Per rimozione s’intende:

- smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti;
- smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra o in pavimentazione;
- smontaggio completo di pensilina di stazione costituita da struttura portante in acciaio (travi, pilastri, ecc.), di qualsiasi sezione e dimensione, anche composta a traliccio, copertura, controsoffittatura, mantovane e converse in alluminio o acciaio.

  Compreso lo smontaggio dell'orditura di fissaggio della copertura e della controsoffittatura, la rimozione dei semafori e delle plafoniere, lo smantellamento degli impianti elettrici e di scarico acque, ecc., il carico, il trasporto e lo scarico a deposito nei luoghi indicati dalla Direzione Lavori dei materiali riutilizzabili ed a rifiuto di quelli non riutilizzabili;

- rimozione del timpano metallico dell'esistente pensilina di stazione con i necessari adattamenti;
- rimozione di box o baracche prefabbricate in lamiera, compresa la demolizione degli ancoraggi ed opere accessorie tutte; rimozione di tettoie per parcheggi in lamiera, compresa la rimozione dei montanti;
- rimozione completa di tettoia parcheggio auto costituita da pilastri-trave di acciaio e manto di copertura, comunque inclinato, in lastre metalliche, compresa la rimozione dell'orditura di fissaggio;
- rimozione delle lastre di copertura in cemento con fibre di amianto (classificate rifiuto speciale non T/N, conferibile in discarica di seconda categoria tipo B e/o tipo A), previa bagnatura con soluzione fissativa atta ad evitare qualsiasi dispersione in aria e/o suolo delle fibre, mediante loro sollevamento dopo che tutti gli ancoraggi saranno stati tagliati con attrezzi manuali.

  Compreso il loro confezionamento a terra in bancali; l'imballo con nylon di adeguato spessore ed il posizionamento presso la zona di accumulo temporaneo all'interno del cantiere, nell’attesa di invio a discarica autorizzata di seconda categoria; la raccolta e l'imballo di tutto il materiale a perdere utilizzato nella zona di lavoro; la delimitazione del cantiere con idonea segnaletica a distanza di sicurezza in modo da consentire l'accesso all'area soltanto al personale autorizzato ed adeguatamente equipaggiato, oltre alle attrezzature di cantiere; la pulizia dell'area di cantiere e dei canali di gronda, utilizzando un aspiratore a filtro assoluto; il trasporto e lo smaltimento in discarica autorizzata;
- rimozione di serramenti di porte e finestre di qualsiasi tipo, l'asportazione di telai e controtelai.

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri, per il trasporto del materiale di risulta fuori delle pertinenze autostradali ed il trasporto dei materiali di recupero, che restano di proprietà della Società, nei depositi che saranno indicati dalla Direzione Lavori.

Art. 6 - Rilevati

6.0 - 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 sono quelle indicate dal Progettista.

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.

Resta inteso che l'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori un progetto di dettaglio ad integrazione e conforto del progetto esecutivo nel quale dovrà indicare la natura e le proprietà fisico meccaniche dei materiali che intende adottare, le modalità esecutive, le sequenze cronologiche degli interventi.

Dovrà fornire inoltre una serie di verifiche di stabilità a breve e lungo termine relative al rilevato e al complesso rilevato terreno di fondazione; dovrà altresì verificare il cedimento totale e differenziale del piano di imposta indicando il decorso dello stesso nel tempo.

L'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, eseguirà, a sua cura e spese, 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 almeno pari alla metà della larghezza del piano di posa del rilevato salvo attestarsi nell'eventuale substrato roccioso.

6.1 - Materiali per la formazione di rilevati

6.1.1 - Provenienza dei materiali

Qualora le leggi regionali lo prescrivano, la Società 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 quest'ultima potrà aprire cave di prestito ovunque lo riterrà di sua convenienza, subordinatamente alle vigenti disposizioni di Legge, all’idoneità dei materiali da utilizzare per la formazione dei rilevati, nonché all’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 un’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 m^3).

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.

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 provvederà inoltre, a sua cura e spese, all'eventuale frantumazione e vagliatura del materiale stesso, al fine di ridurlo ad idonea pezzatura.

Prima di avviare la coltivazione delle cave di prestito o dell'impiego a rilevato dei materiali da scavo, dovranno essere asportate le eventuali coltri vegetali, 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.

6.1.2 - Prove di controllo dei materiali

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica (almeno una ogni 20.000 m³ di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (almeno una ogni 20.000 m³ di materiale);
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 (almeno una ogni 40.000 m³ di materiale);
- prova di compattazione AASHTO Mod. T/180-57 (almeno una ogni 40.000 m³ 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 l'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.

6.1.3 - 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.

6.2 - Preparazione del piano di posa dei rilevati

6.2.1 - Scotico, bonifica e gradonature

Per la preparazione del piano di posa dei rilevati l'Impresa dovrà provvedere innanzitutto al taglio delle piante e all’estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc. e al loro sistematico ed immediato allontanamento a discarica.

Sarà di seguito eseguita la totale asportazione del terreno vegetale sottostante l'impronta del rilevato per la profondità stabilita in progetto in accordo con le risultanze delle indagini di cui ai precedenti articoli 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 dalla Direzione Lavori, l'Impresa eseguirà detti scavi e il relativo riempimento con idonei materiali, a sua cura e spese.

Il materiale proveniente 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 comunque consentire il regolare deflusso delle acque e 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 degli eventuali cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa in accordo con la Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

6.2.2 - Caratteristiche del piano di posa del rilevato e della pavimentazione autostradale 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:

60 MPa: nell'intervallo compreso tra 1,5÷2,5 daN/cm^2 sul piano di posa della fondazione della pavimentazione autostradale in rilevato, in trincea e nel riempimento dell'arco rovescio in galleria;

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 autostradale;

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 autostradale.

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 modulo 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 autostradale in trincea.

6.2.3 - 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, sarà eseguita:

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di uno strato di geotessile non tessuto, anche con funzione anticontaminante.

6.2.3.1 - 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 (gelivi, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

6.2.3.2 - Geotessile non tessuto

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene o poliestere, di peso non inferiore a 300 g/m^2. Il geotessile dovrà avere le caratteristiche di cui all'art. 2, delle presenti Norme.

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 seguenti requisiti:

-	peso (UNI 5114)	$\geq$ 300 g/m^2
-	resistenze a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)	$\geq$ 18 kN/m
-	allungamento (UNI 8639)	$\geq$ 60%
-	lacerazione (UNI 8279/9)	$\geq$ 0,5 kN/m
-	punzonamento (UNI 8279/14)	$\geq$ 3 kN
-	permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0,002 MPa (UNI 8279/13)	$\geq$ 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	$\leq$ 100 µm

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, la partita sarà 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.

6.2.4 - 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=0-1 m	S=1-2 m	S>2 m
prove di carico su piastra - una ogni	1500 m^2	2000 m^2	3000 m^2
prove di densità in sito - una ogni	1500 m^2	2000 m^2	2000 m^2

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 m^3 1000.

Le prove di controllo sono tutte a totale cura e spese dell'Impresa.

6.3 - Formazione del rilevato

6.3.1 - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavoro:

- Rilevati autostradali;
- Rilevati realizzati con la tecnica della "terra armata";
- 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, di cui si allega 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 % 0,4 UNI 2332 % 0,075 UNI 2332 %	≤ 50 ≤ 30 ≤ 15	-- ≤ 50 ≤ 25	-- ≤ 50 ≤ 10	-- -- ≤ 35	-- -- ≤ 35	-- -- ≤ 35	-- -- ≤ 35	-- -- ≤ 35	-- -- ≤ 35	-- -- ≤ 35	-- -- ≤ 35	-- -- ≤ 35	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332 Limite liquido Indice di plasticità	-- ≤ 6		-- N.P.	≤ 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	≤ 40 > 10	> 40 > 10	≤ 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	≤ 40 > 10	> 40 > 10 IP≤1.1.-30	> 40 > 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.

6.3.1.1 - Rilevati autostradali

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, 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%.

6.3.1.1.1 - Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7

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 determinati dall'Impresa e sottoposti all’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.

6.3.1.2 - 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 preventivamente 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 ciascuno strato non inferiore al 95% della densità massima individuata mediante la prova AASHTO Mod.

6.3.1.3 - 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 dovranno essere atte a conseguire una densità uniforme, controllata con sistematicità, e tale da garantire l'opera da instabilità ed erosioni.

6.3.2 - Costruzione del rilevato

6.3.2.1 - 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 rapido 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 dello 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 A1, A2-4, 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, A2-7.

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.

6.3.2.2 - 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 spessore 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 quell’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 paramenti 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 di 40 mm.

Il cemento potrà essere del tipo I, II, III, IV, V 32,5 o 32,5R ed in ragione di 25÷50 kg/m^3 di materiale compattato.

La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento da utilizzare, in funzione del materiale da impiegare e delle condizioni operative da affrontare.

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 autostradale, 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.

6.3.2.3 - Condizioni climatiche

La costruzione di rilevati in presenza di gelo 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 del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame).

Nell’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.

6.3.2.4 - Rilevati di prova

Quando prescritto dalla Direzione Lavori, l'Impresa procederà, a sua cura e spese, all'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 rullo, 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.

6.3.2.5 - Prove di controllo ed autorizzazione

Prima che sia messo in opera uno strato successivo, ogni strato di rilevato dovrà essere sottoposto 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.

È 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 o 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 apparecchiature; durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trascritto tempestivamente su appositi moduli.

La serie di prove sui primi 5.000 m^3 sarà 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 all’effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo devono intendersi a totale carico dell'Impresa.

Frequenza delle prove (almeno 1 ogni m^3 _____)

Tipo di prova	Rilevati Autostradali				Terre Rinforzate ed Armate		Rilevati precarico Riempimenti banche	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di spess. 30 cm					
	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3
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	1000	1000	5000	-	-
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000	*	*
pH	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfati e cloruri	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfuri	*	*	*	*	500	5000	*	*

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

Art. 7 - Pali di fondazione

7.0 - Generalità

I pali nel seguito considerati sono:

- pali prefabbricati in c.a., o c.a.p.;
- pali battuti;
- micropali;
- pali trivellati.

Tali strutture devono rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 11/03/1988 e successivi aggiornamenti.

7.0.1 - 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 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 sopradescritte. Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

7.0.2 - 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.

7.1 - Pali prefabbricati

7.1.1 - Definizione

Appartengono a questa categoria i pali infissi, prefabbricati in c.a. o c.a.p., costituiti da elementi a sezione circolare o poligonale, variabile o non, pieni o cavi internamente, di norma di forma tronco conica con diametro minimo alla punta di 24 cm e conicità di 1,5 cm/m.

7.1.2 - Soggezioni geotecniche e ambientali

L'adozione dei pali infissi prefabbricati è condizionata da una serie di fattori ambientali e geotecnici; quelli che meritano particolare attenzione sono:

- disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione dei pali;

- danni che l'installazione dei pali può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti orizzontali e/o verticali del terreno, provocati durante l'infissione;
- danni che l'infissione dei pali può causare ai pali adiacenti.

Durante l'infissione dei pali prova la Direzione Lavori potrà richiedere che l'Impresa esegua a sua cura e spese misure vibrazionali di controllo per accertare che l'installazione dei pali infissi non danneggi le proprietà vicine.

Qualora nel corso delle misure vibrazionali risultassero superati i limiti di accettabilità previsti dalle norme DIN 4150, l'Impresa dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori i provvedimenti che intende adottare.

È altresì richiesta la presentazione di un programma di lavori in cui sia dettagliatamente esplicitata la successione cronologica di installazione di ciascun palo.

7.1.3 - Caratteristiche dei materiali

I pali saranno realizzati fuori opera con conglomerato cementizio avente resistenza caratteristica di classe non inferiore a 40/50 MPa; devono perciò impiegarsi impasti con basso rapporto acqua-cemento ("Slump" inferiore a 7,5 cm).

Il conglomerato cementizio deve essere opportunamente centrifugato o vibrato; il ricoprimento del ferro dovrà risultare uniforme e compreso fra 1,5÷2,5 cm.

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni delle presenti Norme Tecniche, tenendo conto delle sollecitazioni a cui i pali saranno sottoposti durante il trasporto, il sollevamento e le successive fasi di infissione e di esercizio.

L'estremità inferiore del palo sarà protetta e rinforzata da piastre o puntazze metalliche la cui configurazione dipenderà dalla natura e dalle caratteristiche dei terreni del sottosuolo.

Ogni partita di pali dovrà essere accompagnata da un certificato attestante la resistenza caratteristica del conglomerato cementizio impiegato, la distribuzione delle armature, la data di getto.

La Direzione Lavori ha la facoltà di fare eseguire prove di controllo della geometria del fusto e delle armature e delle caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.

7.1.4 - Tolleranze geometriche

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo:

- sulla lunghezza: uguale a ± 1%;
- sul perimetro: uguale a ± 2%;
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto: $\leq$3%;

- errore rispetto alla posizione planimetrica: <20% del diametro nominale in testa.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa 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/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

7.1.5 - Tracciamento

Prima di iniziare l'infissione si dovrà, a cura e spese dell'Impresa, 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.

L'Impresa esecutrice dovrà presentare:

- una pianta della palificata con la posizione planimetrica di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo;
- un programma cronologico di infissione elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già installati.

7.1.6 - Infissione

I tipi di battipalo impiegati per l'infissione dei pali sono i seguenti:

- battipalo con maglio a caduta libera;
- battipalo a vapore ad azione singola;
- battipalo a vapore a doppia azione;
- battipalo diesel;
- vibratore.

L'Impresa dovrà fornire le seguenti informazioni concernenti il sistema di infissione che intende utilizzare.

A) nel caso di impiego dei battipali:

  - marca e tipo di battipalo;
  - principio di funzionamento del battipalo;
  - energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
  - numero dei colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
  - efficienza del battipalo;
  - caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza), la sua costante elastica e il suo coefficiente di restituzione;
  - peso della cuffia;

- peso degli eventuali adattatori;
- peso del battipalo.

B) utilizzando maglio a caduta libera:

- peso del maglio;
- massima altezza di caduta che si intende utilizzare.

C) utilizzando il vibratore:

- marca del vibratore;
- peso della morsa vibrante;
- ampiezza e frequenza del vibratore.

Prima di essere infisso, il fusto del palo dovrà essere suddiviso in tratti di 0,5 m, contrassegnati con vernice di colore contrastante rispetto a quello del palo.

Gli ultimi 2,0 m - 4,0 m del palo dovranno essere suddivisi in tratti da 0,1 m, onde rendere più precisa la rilevazione dei rifiuti nella parte terminale della battitura.

L'arresto della battitura del palo potrà avvenire solo dopo aver raggiunto:

A) la lunghezza minima di progetto;

B) il rifiuto minimo specificato.

Precisazioni dettagliate concernenti il punto B) saranno fornite all'Impresa dalla Direzione Lavori, note le caratteristiche del sistema d'infissione.

Nei casi in cui fosse evidenziata l'impossibilità di raggiungere le quote minime di progetto dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano la definizione alla Direzione Lavori degli eventuali adeguamenti alle modalità operative e/o al Progettista delle eventuali variazioni progettuali.

In condizioni geotecniche particolari la Direzione Lavori può richiedere la ribattitura di una parte dei pali già infissi per un tratto in genere non inferiore a 0,3÷0,5 m.

In questo caso si dovranno rilevare i "rifiuti" per ogni 0,1 m di penetrazione, evidenziando in modo chiaro nei rapportini che si tratta di ribattitura.

7.1.7 - Controlli e documentazione lavori

L'infissione 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 costruzione del palo;
- data di infissione;
- caratteristiche del sistema di infissione;

- rifiuto ogni 0,10 m negli ultimi 1,0 m - 2,0 m e ogni 1,0 m nel tratto precedente;
- profondità raggiunta;
- profondità di progetto;
- rifiuti di eventuale ribattitura;
- risultati delle eventuali prove di controllo richieste dalla Direzione Lavori.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Impresa alla Direzione Lavori.

7.2 - Pali battuti

7.2.1 - Definizione

Si tratta di pali in c.a. realizzati, senza asportazione alcuna di terreno, previa infissione di un tuboforma provvisorio o permanente costituito da un tubo metallico di adeguato spessore chiuso inferiormente da un tappo provvisorio o non.

Completata l'infissione del tubo forma, dopo aver installato la gabbia d'armatura si procede al getto del conglomerato cementizio estraendo contemporaneamente, se previsto, il tuboforma.

L'installazione della gabbia d'armatura sarà preceduta, se previsto dal progetto, dalla formazione di un bulbo di base in conglomerato cementizio realizzato forzando, mediante battitura, il conglomerato cementizio nel terreno.

L'adozione della tipologia di esecuzione sarà conforme a quanto esposto in progetto.

7.2.2 - Soggezioni geotecniche e ambientali

L'adozione dei pali battuti è condizionata da una serie di fattori ambientali e geotecnici; quelli che meritano particolare attenzione sono:

- disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione dei pali;
- danni che l'installazione dei pali può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti orizzontali e/o verticali del terreno, provocati durante l'infissione;
- danni che l'infissione dei pali può causare ai pali adiacenti.

Durante l'infissione dei pali prova la Direzione Lavori potrà richiedere che l'Impresa esegua a sua cura e spese misure vibrazionali di controllo per accertare che l'installazione dei pali infissi non danneggi le proprietà vicine.

Qualora nel corso delle misure vibrazionali risultassero superati i limiti di accettabilità previsti dalle norme DIN 4150, l'Impresa dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori i provvedimenti che intende adottare.

È altresì richiesta la presentazione di un programma di lavori in cui sia dettagliatamente esplicitata la successione cronologica di installazione di ciascun palo.

7.2.3 - Tolleranze geometriche

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo:

- sul diametro esterno della cassaforma infissa: ±2%;
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto: $\leq$2%;
- errore rispetto alla posizione planimetrica: non superiore al 15% del diametro nominale.

Inoltre la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a sua esclusiva cura e spese 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/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

7.2.4 - Tracciamento

Prima di iniziare l'infissione si dovrà, a cura ed onere dell'Impresa, 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.

L'Impresa esecutrice dovrà presentare:

- una pianta della palificata con la posizione planimetrica di tutti i pali inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo;
- un programma cronologico di infissione elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già installati.

7.2.5 - Infissione

I tipi di battipalo impiegati per l'infissione dei pali eseguiti senza asportazione del terreno sono i seguenti:

- battipalo con maglio a caduta libera;
- battipalo a vapore ad azione singola;
- battipalo a vapore a doppia azione;
- battipalo diesel.

L'infissione può avvenire battendo il tuboforma in sommità oppure sul fondo; in questo ultimo caso essa può avvenire attraverso un mandrino rigido oppure agendo mediante un maglio a caduta libera su un tappo di fondo.

Il tappo di fondo potrà essere di conglomerato cementizio a consistenza appena umida, di ghiaia o metallico.

L'Impresa dovrà fornire le seguenti informazioni concernenti il sistema d'infissione che intende utilizzare:

A) nel caso di impiego dei battipali:

- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento del battipalo;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- numero di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- efficienza del battipalo;
- caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza), la sua costante elastica ed il suo coefficiente di restituzione;
- peso della cuffia;
- peso degli eventuali adattatori;
- peso del battipalo.

B) utilizzando maglio a caduta libera:

- peso del maglio;
- massima altezza di caduta che si intende utilizzare.

Il tuboforma dovrà essere esente da incrostazioni, malformazioni, a perfetta tenuta e privo di flange o variazioni di sezione sia all'interno che all'esterno.

Prima di essere infisso, il tuboforma dovrà essere suddiviso in tratti di 0,5 m, contrassegnati con vernice.

Gli ultimi 2,0 - 4,0 m del turbo-forma dovranno essere suddivisi in tratti da 0,1 m onde rendere più precisa la rilevazione dei rifiuti nella parte terminale della battitura.

L'arresto della battitura del tuboforma potrà avvenire dopo aver raggiunto:

a) la lunghezza minima di progetto;

b) il rifiuto minimo specificato.

Precisazioni dettagliate concernenti il punto b) saranno fornite all'Impresa dalla Direzione Lavori, note le caratteristiche del sistema di infissione.

Nei casi in cui fosse evidenziata l'impossibilità di raggiungere le quote minime di progetto dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano la definizione degli eventuali adeguamenti alle modalità operative alla Direzione Lavori e/o delle eventuali variazioni progettuali da parte del Progettista.

In condizioni geotecniche particolari la Direzione Lavori può richiedere la ribattitura di una parte dei tubi forma già infissi per un tratto in genere non inferiore a 0,3÷0,5 m.

In questo caso si dovranno rilevare i "rifiuti" per ogni 0,1 m di penetrazione, evidenziando in modo chiaro nei rapportini che si tratta di ribattitura.

7.2.6 - Formazione del fusto del palo

7.2.6.1 - Posa in opera del conglomerato cementizio

Ultimata l'infissione del tubo forma si provvederà, se previsto in progetto, alla espulsione del tappo ed alla formazione del bulbo di base, forzando mediante battitura il conglomerato cementizio nel terreno ed evitando nel modo più assoluto l'ingresso di acqua e/o terreno nel tuboforma.

Per la formazione del bulbo di base si adotterà un conglomerato cementizio avente:

- rapporti acqua-cemento: a/c $\leq$ 0,4;
- slump al cono di Abrams: s $\leq$ cm 4.

Il getto del fusto del palo si effettuerà evitando segregazioni ed in totale assenza di acqua, introducendo dall'alto piccole quantità di conglomerato cementizio da costiparsi via via per battitura o a pressione; in alternativa è consentito l'uso di conglomerato cementizio "colato".

Per la formazione del fusto, secondo la metodologia del "conglomerato cementizio costipato", si adotteranno conglomerati cementizi con caratteristiche e modalità di posa analoghe, ma energie minori di quelle adottate per il bulbo.

Per la metodologia "conglomerato cementizio colato" si adotteranno impasti aventi:

- rapporto acqua-cemento: a/c = 0,5;
- slump al cono di ABRAMS: s $\geq$ cm 16;

posti in opera mediante tubo di convogliamento o benna.

Il conglomerato cementizio colato è di impiego obbligatorio allorché:

- è previsto il tuboforma permanente;
- il terreno circostante il palo sia argilloso non saturo;
- il terreno circostante sia così deformabile da provocare la deformazione della gabbia di armatura durante il costipamento del conglomerato cementizio.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato impiegando aggregati di appropriata granulometria previamente approvata dalla Direzione Lavori e dovrà avere la resistenza caratteristica di progetto, risultando comunque di classe non inferiore a 25/30 MPa.

Contemporaneamente alle operazioni di getto del conglomerato cementizio si procederà, se previsto, all'estrazione del tubo forma controllando di mantenere

comunque un dislivello minimo tra conglomerato cementizio all'interno del palo e la scarpa del tubo forma tale da evitare l'entrata dell'acqua e/o terreno circostante.

Per una corretta e sistematica identificazione del livello del conglomerato cementizio, il cavo di sostegno della massa battente dovrà essere munito di opportuni e frequenti contrassegni.

In ogni caso l'Impresa esecutrice dovrà fornire prima di iniziare i lavori una dettagliata descrizione delle modalità di getto che si impegna a adottare.

7.2.6.2 - Posa in opera delle armature

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni delle presenti Norme Tecniche, 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 saranno 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'armatura ed un copriferro netto minimo di 5 cm.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio con perno in tondino fissato ai ferri verticali contigui.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3,0 - 4,0 m.

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 non inferiori ai 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 posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro.

La posa della gabbia all'interno del tubo forma potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza dell'acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tuboforma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazioni di acqua, la costruzione del palo dovrà essere interrotta previo riempimento con conglomerato cementizio magro; tale palo sarà successivamente sostituito, a spese dell'Impresa, da uno o due pali supplementari, sentito il Progettista.

L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto; a getto

terminato si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri di armatura.

7.2.7 - Controlli e documentazione dei lavori

L'Impresa a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà provvedere alla esecuzione di una serie di prove di carico a rottura su cubetti di conglomerato cementizio in modo conforme a quanto prescritto dalle presenti Norme Tecniche ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

L'esecuzione di ogni singolo palo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del palo;
- geometria della cassaforma;
- tipo di tappo impiegato;
- caratteristiche del sistema di infissione;
- rifiuto ogni 0,1 m negli ultimi 1 m - 2 m e per ogni metro nel tratto precedente;
- rifiuti di eventuale ribattitura;
- data del getto;
- quantità di conglomerato cementizio posta in opera nella formazione dell'eventuale bulbo e del fusto; limitatamente ai pali eseguiti con conglomerato cementizio costipato si provvederà, nell'ambito dei primi 10 pali e in seguito un palo ogni 20 eseguiti, al rilievo degli assorbimenti parziali ogni 1,0 m;
- misura dell'abbassamento al cono di Abrams ("slump"), rapporto acqua-cemento;
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa;
- lunghezza totale del palo: quote fondo e testa palo;
- geometria della gabbia d'armatura;
- registrazione delle eventuali misure vibrazionali.

7.3 - Micropali

7.3.1 - Definizione, classificazione e campi di applicazione

Si definiscono micropali i pali trivellati di fondazione aventi diametro inferiore a 250 mm con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

Modalità ammesse per la formazione del fusto:

- tipo a) Riempimento a gravità;
- tipo b) Riempimento a bassa pressione;

- tipo c) Iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità sono da applicare rispettivamente:

- **tipo a)**, per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformazione a breve termine superi orientativamente i 200 MPa;
- **tipo b) e c)**, per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 200 MPa.

In particolare la modalità tipo c) è da eseguire in terreni fortemente eterogenei e per conseguire capacità portanti elevate (> 30 t) anche in terreni poco addensati.

7.3.2 - Soggezioni geotecniche e idrogeologiche

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

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 micropali di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

7.3.3 - Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite, sentito il Progettista, dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa.

7.3.4 - Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura ed onere, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

7.3.5 - Perforazione

La perforazione, eseguita mediante rotazione o rotopercussione in materie di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza d'acqua, deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Il tipo b) necessita che la perforazione sia eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo.

Per i tipi a) e c) la perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro e previa approvazione della Direzione Lavori.

Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso:

- bentonite/acqua: 0,05 - 0,08;
- cemento/acqua: 0,18 - 0,23.

In ogni caso la perforazione sottofalda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

A termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore. Il materiale di risulta dovrà essere portato a rifiuto dopo aver trattato i fanghi secondo le leggi vigenti.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

7.3.6 - Confezione e posa delle armature

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

7.3.6.1 - Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali a aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche delle presenti Norme Tecniche; saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione; la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante legature; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

7.3.6.2 - Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio Fe 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo dovranno essere ottenute mediante manicotti filettati.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo 3,5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili d'acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

7.3.7 - Formazione del fusto del micropalo

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo.

In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del perforo subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.

Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo.

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 micropalo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

7.3.7.1 - Riempimento a gravità

Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10÷15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscelazioni con il fluido di perforazione.

Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorquando il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso l'armatura sia tubolare, essa si potrà usare come tubo di convogliamento solo se il suo diametro interno non supera 50 mm; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato, dotato di otturatore posizionato alla base del tubo di armatura del palo.

7.3.7.2 - Riempimento a bassa pressione

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0,5-0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione.

Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5 - 6 m di rivestimento da estrarre per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

7.3.7.3 - Iniezione ripetuta ad alta pressione

Le fasi della posa in opera saranno le seguenti:

I) riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione e otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro;

II) lavaggio con acqua all'interno del tubo;

III) avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno, valvola per valvola, volumi di malta non eccedenti il sestuplo del volume del perforo senza superare durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage");

IV) lavaggio con acqua all'interno del tubo;

V) avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:

- il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
- le pressioni residue di iniezione, misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico, non superino 0,7 MPa.

Al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del tubo.

Le attrezzature per l'iniezione dovranno essere munite di apparecchio "contacolpi" al fine di verificare il numero di mandate necessarie per una corretta formazione del bulbo.

7.3.7.4 - Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali

Rapporto acqua/cemento: < 0,5.

Classe di resistenza: > 25/30 MPa.

L'aggregato dovrà essere costituito:

- da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità;
- da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti al vaglio da 0,075 mm, per le paste dei micropali formati mediante iniezione in pressione.

Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:

- per le malte, 600 kg di cemento 32,5 o 32,5R tipo II per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32,5 o 32,5R tipo III o IV;
- per le paste, 900 kg di cemento 32,5 o 32,5R tipo II per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32,5 o 32,5R tipo III o IV.

In presenza di particolari condizioni operative ed ambientali, si dovrà fare uso di cementi tipo 42,5 o 42,5R del tipo consono all'aggressività ambientale rilevata. Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere superfluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite; quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento.

In presenza di acque di falda che possono sortire effetti dilavanti si potrà impiegare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, un additivo ad attività pozzolanica con effetto antidilavante non tossico, non nocivo, non inquinante.

L'impiego di additivi comporterà la riduzione dell'acqua di impasto nelle quantità indicate dal produttore degli additivi stessi.

7.3.8 - Controlli

Il controllo della profondità dei perfori, rispetto alla quota di sottoplinto, verrà effettuato in doppio modo:

A) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;

B) in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare $\leq$ 0,10 m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinali a aderenza migliorata, in base alla rispondenza al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico mediante la bilancia descritta successivamente e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata di diametro $\geq$ 30 mm.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm^3 il peso specifico assoluto del cemento e 2,65 g/cm^3 quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 h non dovrà superare il 3% in volume.

Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 7 o 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo.

Per i micropali riempiti a gravità, la frequenza dei prelievi sarà pari ad 1 ogni 10 pali, o frazione.

Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

7.3.8.1 - Misure del peso specifico

Si userà di regola una bilancia (pesa di Baroid) che consiste in un'asta graduata in g/l imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore.

Quest'ultimo una volta riempito sarà chiuso con un coperchio forato; si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che della miscela fuoriesca dal foro.

Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso. L'approssimazione delle misure dovrà essere di ±5 g/l.

7.3.9 - Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione (detta "A");
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura (detta "B");
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e classe di resistenza a compressione.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Impresa alla Direzione Lavori.

7.4 - Pali trivellati di medio e grande diametro

7.4.1 - Definizione

Si definiscono pali trivellati quelli ottenuti per asportazione 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/o dei fanghi bentonitici; 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.

7.4.2 - 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.

7.4.3 - Tolleranze geometriche

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della Direzione 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 successivamente sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra «-0,01D» e «+0,1D»;

- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso 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/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

7.4.4 - 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 planoaltimetrica 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.

7.4.5 - Perforazione

7.4.5.1 - 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.

7.4.5.2 - Perforazione a secco senza rivestimento

È 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.

  I detriti 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.

7.4.5.3 - 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.

È 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), 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.

7.4.5.4 - Perforazione in presenza di fango bentonitico

Il fango bentonitico dovrà essere preparato, trattato e controllato seguendo le modalità descritte successivamente.

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 completamento 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.

7.4.5.5 - 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.

7.4.5.6 - 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 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, 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.

7.4.6 - Armature metalliche

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni delle presenti Norme Tecniche 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 saranno 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'armatura 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 posto 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, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale di pali trivellati di diametro $\geq$ 700 mm con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

7.4.7 - Formazione del fusto del palo

7.4.7.1 - 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 classe di resistenza prevista in progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 25/30 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 successivamente.

Per soddisfare entrambi questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

È 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 sottoposti 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 venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 15 m^3/h per pali di diametro < 800 mm e di 20 m^3/h per pali di diametro $\geq$ 800 mm.

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.

7.4.7.2 - Posa in opera del 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 provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4÷0,6 m^3 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, 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 massima di 6,0 m.

Per pali trivellati a secco non occorre 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.

7.4.7.3 - 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 provini di conglomerato cementizio prelevati in numero e modalità conformi a quanto prescritto nelle presenti Norme Tecniche e inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- una prova con il cono Abrams per ogni betoniera o 8 m^3 di conglomerato cementizio impiegato (abbassamento al cono di ABRAMS UNI 9418/89);
- 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 10 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).

7.4.8 - 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;
- "slumps" del conglomerato cementizio (UNI 9418/89);
- 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 e relativi additivi eventualmente usati;
- una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio, compresi i risultati delle analisi granulometriche degli aggregati di cui al punto precedente.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Impresa alla Direzione Lavori.

7.5 - Prove di controllo sui pali

7.5.1 - Prove di carico

Le prove di carico saranno effettuate con le modalità di cui al punto C.5.5. del D.M. 11/3/88.

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 così 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° 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 zavorra 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 deformazioni 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-cedimenti. 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.

7.5.2 - 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.

7.5.2.1 - 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 $\geq$ 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, a sua cura e spese, 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 minimo 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. Nei fori si dovranno inoltre eseguire delle misure inclinometriche, al fine di ricavare la distanza tra foro trasmittente ed il foro ricevente.

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 $\leq$ 1200 mm ed almeno tre per diametri superiori.

Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmittente e ricevente.

7.5.2.2 - 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 macroscopiche 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.

7.5.2.3 - 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.

Art. 8 - Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi)

8.1 - Materiali

8.1.1 - Cemento

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento.

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento tipo III;
- cemento tipo IV;
- sono ammessi inoltre i cementi di tipo I, II e V con tenore di alluminato tricalcico (C_3Al) < 5% che la cementeria, dovrà garantire specificando il metodo di misura, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi di tipo III e IV e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella richiesta per conglomerati confezionati con cementi di tipo III e IV. I maggiori oneri per la sostituzione del cemento sono a carico dell'Impresa.

  L'utilizzo dei cementi di tipo I, II e V non è, in qualsiasi caso, consentito per la realizzazione di conglomerati cementizi di tipo I e di tutti i manufatti prefabbricati.

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 meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595 D.M. 3/6/1968 e D.M. 13/9/1993 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni 300 t o frazione).

Ad ogni carico di cemento giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori, copia fotostatica del Documento di Trasporto ed il certificato d'origine prodotto dalla cementeria, attestante la conformità alle vigenti norme sulle caratteristiche del legante.

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.

È 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.

È 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.

8.1.2 - 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, salvo particolari deroghe di carattere eccezionale che la Direzione Lavori, previa attenta valutazione delle locali condizioni di reperibilità degli aggregati, potrà concedere esclusivamente riguardo ai valori di perdita in massa per abrasione; in caso di deroga, la classe di resistenza progettualmente prevista, esclusivamente per i conglomerati cementizi di tipo I e II, dovrà essere aumentata di 5 MPa, all'Impresa nulla sarà dovuto per questo aumento di classe.

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, quarzo ad estensione ondulata, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 8 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, calcedonio, 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 8 A 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 8 A - Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	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 L.A. 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI 8520 parte 10	perdita di massa dopo 5 cicli $\leq$10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 parte 11	$SO_3 \leq 0,05\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 parte 15	ES $\geq$ 80 VB $\leq$ 0,6 cm^3/g di fini
Presenza di pirite, marcasite, pirrotina e quarzo ad estinzione ondulata	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 $\leq$ 0,05%
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 parte 18	Cf$\geq$0,15 (Dmax=32 mm) Cf$\geq$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 cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8.000 m^3 di aggregati impiegati.		

Nella tabella 8 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 8000 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 mm 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 di 1,3 volte lo spessore del copriferro tranne che per interni di edifici (norma UNI 8981/5).

Per realizzare conglomerati cementizi per strati coibenti, colmature di solai di copertura, ecc., si dovrà utilizzare come aggregato, un metro cubo di argilla espansa per ogni 200 kg di cemento.

8.1.3 - Acqua di impasto

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'art. 2.

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 cloruro 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).

8.1.4 - 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.

Ad ogni carico di additivo giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione lavori, copia fotostatica del documento di trasporto ed il certificato d'origine fornito dal produttore, che attesti la Conformità, a quanto preliminarmente approvato, circa le caratteristiche dell'additivo.

La quantità di additivo liquido che superi 3 l/m^3 di calcestruzzo deve essere presa in conto nel calcolo del rapporto a/c.

Gli additivi dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nel premiscelatore 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.

8.1.4.1 - Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità (vedi tab. 8 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, se previsti in progetto, dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti a base acrilica (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

8.1.4.2 - 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 8 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.

TABELLA 8 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 ±1%

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.

8.1.4.3 - 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, dopo la maturazione a 28 d.

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.

8.1.4.4 - Additivi antigelo

Gli additivi antigelo, che dovranno essere esenti da cloruri, 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.

8.1.4.5 - Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Potranno essere impiegati aggiunte minerali in polvere costituiti da silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume), o da superfluidificanti posti su un supporto costituito dalla silice amorfa di cui sopra.

Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo, disgelo e di sali disgelanti.

La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, limitata all'intervallo 5-10% sul peso del cemento più aggiunte, dovrà essere definita in sede di qualifica preliminare d'intesa con il Progettista in relazione alle caratteristiche del calcestruzzo richieste in fase progettuale.

In via preliminare dovrà essere eseguita una verifica del campione 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.

Le caratteristiche tecniche previste secondo la Norma NFP 18-502 dovranno essere le seguenti:

Parametro	
SiO_2	>85%
CaO	<1,2%
SO_3	<2,5%

$Na_2O + K_2O$	<4,0%
Cl	<0,2%
Area specifica B.E.T.	20-35 m²/g
Massa volumica assoluta	2,1-2,3 kg/l

Al fine di ottenere una corretta progettazione del mix design del conglomerato cementizio, ove è previsto l'impiego della silicafume, il rapporto tra la stessa ed il cemento sarà di 1/1, per la distribuzione delle parti fini e la definizione del rapporto a/c (per l'ottenimento delle resistenze inferiori a 8 d l'apporto della silice non dovrà essere presa in considerazione).

8.2 - Tipi e classi dei conglomerati cementizi

Ai fini delle presenti Norme Tecniche di Appalto, vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio:

- i "tipi" sono definiti nella tabella 8 C, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi e sono esemplificati i relativi campi di impiego;
- le "classi" indicano la resistenza caratteristica cubica del conglomerato cementizio a ventotto giorni di maturazione, espressa in MPa.
-

TABELLA 8 C - Tipi di impiego e classi dei conglomerati cementizi

(Norme UNI 9858 e ENV 206)

TIPO DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO	IMPIEGO DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI	CEMENTI AMMESSI a) *	MASSIMO RAPPORTO A/C AMMESSO	CONSISTENZA UNI 9418 abbassamento al cono	ACQUA ESSUDATA UNI 7122	CLASSI f_{ck} R_{ck} **** Classi di resist. minime *****
I	- Impalcati in c.a. e c.a.p., pile e spalle di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia, ponticelli di luce superiore a 8,00 m, new jersey; - Barriere e parapetti in cemento armato	CEM III CEM IV	0,45	S4 16÷20 cm ***	≤ 0,1%	≥ 32/40 MPa

II	- Muri di sottoscarpa e controripa in c.a., ponticelli di luce fino a 8,00 m - Tombini scatolari; - Fondazioni armate (plinti, pali, diaframmi, ecc.); - Conglomerati cementizi per cunette, cordoli, pavimentazioni; - Rivestimenti ed archi rovesci di gallerie	CEM III CEM IV CEM I II e V **	0,50	S4 16÷20 cm ***	≤ 0,1%	≥ 25/30 MPa
III	- Muri si sottoscarpa e controripa in conglomerato cementizio anche se debolmente armato (fino ad un max di 30 kg di acciaio per metro cubo); - Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, ecc.); - Rivestimenti di tubazione (tombini tubolari, ecc.) e riempimenti; - Prismi per difese spondali	CEM III CEM IV I II e CEM V **	0,55	S4 16÷20 cm ***	≤ 0,2%	≥ 20/25 MPa

a) - Per le barriere in conglomerato cementizio tipo New Jersey, si farà esclusivamente uso di cemento tipo III 42,5 o 42,5R
* - In presenza di concentrazioni di solfati e CO_2 aggressiva, valgono le prescrizioni del successivo punto 8.6
** - Ammesso alle condizioni di cui al precedente punto 8.1.1
*** - Tranne che per particolari manufatti quali pareti sottili a vibrazione programmata, barriere New Jersey o simili che richiedano abbassamenti al cono minori; e/o diverse prescrizioni progettuali.
**** - Il simbolo $\mathbf{f}_{ck}$ si riferisce a provini cilindrici mentre il simbolo $\mathbf{R}_{ck}$ si riferisce a quelli cubici
***** - Salvo diverse esigenze e/o prescrizioni progettuali.

8.3 - Qualifica preliminare dei conglomerati 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:

- classe di esposizione in funzione delle condizioni ambientali (UNI 9858/91);
- resistenza caratteristica a compressione f_{ch} o R_{ck};
- durabilità delle opere (UNI 8981);

- lavorabilità (abbassamento al cono di ABRAMS UNI 9418/89);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- eventuali tipi di additivi e di aggiunte minerali e relativi dosaggi ottimali da utilizzarsi;
- 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) (DIN 1048);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature rigide (al di sotto di 278 K);
- in caso di maturazione accelerata a vapore: descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che l'Impresa intenderà utilizzare.

L'Impresa 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 8 C.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) 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 9858/91, 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 9858/91.

In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma; tutto ciò dicasi anche per il calcestruzzo non strutturale utilizzato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc., che dovrà essere confezionato con materiali idonei ed avere classe di resistenza $\geq$ di 12/15 MPa.

8.4 - 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.

8.5 - 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 1086 del 5/11/1971 (D.M. del in vigore).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera, per ogni singola parte di essa e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti negli elaborati progettuali.

Per ogni prelievo eseguito dovranno essere confezionati minimo 4 provini, per le strutture in c.a. e minimo 6 provini per le strutture in c.a.p..

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 apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori, o del Responsabile Controllo Qualità Materiali da lui incaricato e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI 6127).

Con i provini della prima serie (coppia) di prelievi, verranno effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura di seguito elencate:

- 7 d per i cementi armati;

- 3 d e 7 d per i cementi armati precompressi.

Potranno inoltre essere confezionati e sottoposte a prova ulteriori quantità di provini secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori. I risultati delle prove di rottura, effettuati sui provini della prima serie (coppia) di prelievi, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica a compressione a 28 d di maturazione 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 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.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso Laboratori Ufficiali.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali, sui provini della seconda serie di prelievi, risultasse un valore (f_{ck} o R_{ck}) 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.

Nulla sarà dovuto all'Impresa se la resistenza (f_{ck} o R_{ck}) 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.

8.6 - Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio 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, di cloruri, anidride carbonica aggressiva ecc..

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 8 C.

In alternativa ad una prova globale di durabilità, 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, d'assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo sarà 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 d'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 sarà 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 Autostrade riportata al successivo punto 8.8).

La prova d'assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica sarà eseguita secondo il procedimento UNI 7699.

La prova di scagliatura sarà eseguita secondo la relativa Norma UNI in preparazione.

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

8.7 - Tecnologia esecutiva delle 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. del 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.

8.7.1 - 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 automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi, delle aggiunte minerali e del cemento; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio e i valori minimi saranno quelli del punto 8.1.2.2 del prospetto della Norma UNI 9858; dovrà essere controllato il contenuto d'umidità degli aggregati.

Alla fine d'ogni turno di lavoro l'Impresa dovrà trasmettere al Responsabile del Controllo Qualità dei Materiali, incaricato dal Direttore dei Lavori, copia dei tabulati riportanti i dati di carico d'ogni impasto eseguito durante il turno stesso.

La mancata consegna dei tabulati comporterà la non accettazione del conglomerato cementizio prodotto durante l'intera giornata lavorativa.

La dosatura effettiva degli aggregati e del cemento dovrà essere realizzata con precisione del 3%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta l'anno e comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

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

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 3% 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 degli additivi e delle aggiunte 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 degli additivi e delle aggiunte minerali 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 d'omogeneità di cui ai successivi paragrafi.

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 e reso noto alla Direzione Lavori in sede di prequalifica dei conglomerati cementizi.

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 d'additivi fluidificanti, e l'aggiunta sarà registrata sulla bolla di consegna.

Si pone assoluto divieto all'aggiunta d'acqua durante le operazioni di getto.

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, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare, tenuto conto di quanto esposto nel paragrafo che segue.

8.7.1.1 - Disposizioni alle quali attenersi per la realizzazione (confezione, getto, stagionatura e disarmo) del conglomerato cementizio, in presenza di temperature inferiori ai 278 K (soglia minima al di sotto della quale sono messi in crisi i normali tempi di maturazione) nonché in presenza di temperature al di sotto di 273 K

Affinché il materiale sottoposto alle temperature esterne sopraccitate non subisca danni irreparabili dovuti ad aumento di volume, (formazione del ghiaccio) e quindi al generarsi di tensioni interne, si rende necessaria l'adozione (in ordine cronologico) dei seguenti accorgimenti:

1- Rimuovere dall'interno dei casseri e della superficie dei ferri d'armatura eventuali residui di ghiaccio o di brina eventualmente venutasi a formare durante le ore in cui la temperatura subisce i cali maggiori (es. ore notturne).

2- Riscaldare il conglomerato cementizio durante la miscelazione attraverso il riscaldamento dei suoi ingredienti (prioritariamente l'acqua).

3- Calcolare il raffreddamento del calcestruzzo durante il trasporto.

4- Tenere conto dell'inevitabile raffreddamento del conglomerato cementizio durante il getto dalla betoniera nel cassero.

5- Isolare termicamente il getto per mantenere la temperatura a minimo 283 K riducendo la dissipazione del calore d'idratazione sviluppata.

Come si evince dalla lettura dei punti 2 e 3, l'Impresa, oltre a dover rispettare i parametri dichiarati in sede di studio progettuale, dovrà garantire una temperatura del conglomerato cementizio, tale da permettere l'ottenimento, durante la fase di maturazione, di minimo 283 K.

Al fine di conferire al getto un adeguato isolamento termico, atto a mantenere una temperatura costante di 283 K all'interno dei casseri, risulta necessario coibentare i casseri stessi, nonché proteggere le superfici esposte (solette) con idonee coperture.

Tutto ciò premesso, nella scelta degli accorgimenti occorrerà tenere conto dei seguenti parametri:

- spessore minimo della struttura;
- temperatura dell'ambiente;
- dosaggio di cemento;
- resistenza termica del cassero e dell'eventuale protezione aggiuntiva, affinché sia garantita la temperatura di cui sopra per un periodo minimo di permanenza nei casseri del conglomerato di 7 (sette) giorni.

Le disposizioni di cui sopra non sostituiscono, ma integrano, quelle che devono essere le caratteristiche peculiari di un conglomerato cementizio

qualitativamente elevato, ossia il mantenimento del rapporto acqua/cemento entro il limite richiesto, un'adeguata lavorabilità tale da consentire un regolare deflusso ed assestamento del conglomerato entro i casseri e tra i ferri d'armatura, la quantità d'aria microcclusa in funzione del diametro massimo (D max) dell'aggregato ed infine, una corretta maturazione affinché si prevenga la formazione di fessure da "ritiro plastico".

I dettagli operativi, atti a garantire le prestazioni richieste, saranno inseriti dall'Impresa nello studio progettuale, secondo quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

8.7.2 - Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo d'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 d'uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

La durata massima consentita del trasporto dipenderà essenzialmente dalla composizione del calcestruzzo e dalle condizioni atmosferiche; all'atto dello scarico dovrà essere controllata l'omogeneità dell'impasto con la prova indicata nei seguenti paragrafi. È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Questi ultimi, una volta rifiutati, non potranno essere oggetto d'eventuali "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacalmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Impresa.

8.7.3 - 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 posto le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento d'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 d'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 d'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 d'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 d'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 esposto 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, secondo i 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 7 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 saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo.

È poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri siano fissati nell'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.

È 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; gli eventuali giunti di costruzione saranno sigillati, così come previsto nelle presenti Norme Tecniche.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Impresa non spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico.

Queste saranno realizzate mediante spruzzatura d’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.

8.7.4 - Stagionatura e disarmo

8.7.4.1 - Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido 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 15 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.

È 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 mm, di diametro d'alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5÷1,5 kg/m^3.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure d'apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

8.7.4.2 - 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 338 K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;

- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita d'umidità per evaporazione.

8.7.4.3 - Disarmo e scasseratura

Durante il periodo della stagionatura, i getti dovranno essere riparati da possibilità d'urti, vibrazioni e sollecitazioni d'ogni genere.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore.

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).

8.7.4.4 - 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.

8.7.5 - Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso d'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 d'apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere d'interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni d'opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere d'adattamento d'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 saranno rivestite sulla superficie esterna con paramenti 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, nulla è dovuto all'Impresa per gli eventuali oneri che dovessero derivarle dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

8.7.6 - Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 7.5 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 (bleeding).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono d'ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89. Detta prova sarà effettuata ad ogni autobetoniera, nei pressi del getto, dal personale del laboratorio dell'Impresa o dal personale dei laboratori di fiducia della Direzione Lavori.

Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello riportato nello studio progettuale.

Ad ogni controllo sarà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzioni Lavori.

Qualora l'abbassamento, con tolleranza di ± 1 cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi 2 e 23 cm.

Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI 8020/89 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.

La prova d'omogeneità sarà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 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 s'impieghi un additivo aerante e dovrà essere effettuata sul contenuto d'ogni betoniera, dal personale del laboratorio dell'Impresa e dal personale del laboratorio della Direzione Lavori; quando il contenuto percentuale d'aria microoclusa non sarà quello preliminarmente stabilito, l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere.

Sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Essa sarà eseguita secondo la Norma UNI 6395/72.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393/88, almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase d'indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre l'effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di resistività, misure di pull out con tasselli Fischer, contenuto d'aria da aerante, ecc..

8.7.7 - Armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego d'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. In assenza di tali distanziatori la Direzione lavori non darà il proprio assenso all'inizio delle operazioni di getto.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme d'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.

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 essere inferiore a 3 cm.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza d'acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.),

la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm.

Le gabbie d'armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

In presenza di ferri d'armatura zincati od in acciaio inox, il filo utilizzato per le legature dovrà avere le stesse caratteristiche dell'acciaio da sottoporre a legatura.

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

È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza d'acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

8.7.8 - 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 d'applicazione della precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;
- i dispositivi 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 d'appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini d'acciaio. Per quanto riguarda l'iniezione nei cavi di precompressione, si rimanda all'articolo specifico delle presenti Norme Tecniche.

8.7.9 - Protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti e viadotti

Di norma la Società provvede direttamente, tramite Impresa specializzata, alla fornitura e posa in opera degli impianti per la protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti e viadotti.

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.

8.8 - Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio

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 depressione, creato in un foro di un blocco di conglomerato cementizio ed il tempo necessario perché tale gradiente si annulli, è pressoché lineare.

8.8.1 - 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 di 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;
- n. 2 cronometri.

8.8.2 - 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 foro è inserito un cilindro di gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti del conglomerato cementizio e isolare completamente la parte inferiore del foro.

Quest'ultima è raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale è creata 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.

8.8.3 - 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 d'appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilità sulla base di tre prove effettuate su una superficie di 1,00 m^2 e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli 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

8.8.4 - 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 A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo d'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.

Al conglomerato che sarà definito come "scarso" sarà applicata una penale del 25%, sul valore dell'intero lotto che non soddisfa i requisiti.

8.9 - Rivestimento delle pareti di scavo, pendici o pozzi di fondazione

Il rivestimento delle pareti, di scavo pendici o di pozzi di fondazione sarà eseguito con conglomerato cementizio spruzzato.

Detto conglomerato dovrà essere confezionato nel rispetto dei precedenti paragrafi delle presenti Norme; dovrà avere classe di resistenza a 28 d $\geq$ 28/35 MPa, a 24 h non inferiore a 10 MPa e a 15 MPa a 48 h, confezionato con aggregati d'appropriata granulometria continua e di dimensioni non superiori a 12 mm, tali da poter essere proiettati ad umido o a secco con le normali attrezzature da "spritz", salvo diverse prescrizioni progettuali.

Il rapporto acqua cemento non dovrà essere superiore a 0,5.

Per conseguire fluidità, coesione e rapidità di presa, senza compromettere 1e caratteristiche di resistenza del conglomerato, potrà essere impiegato cemento di tipo II (con esclusione dei tipi A-L, B-L) avente tenore di C_3Al inferiore al 5% (ed avente un grado di finezza Blaine maggiore di 4.500 cm^2/g), di tipo III o di tipo IV, tutti di classe 42,5 o 42,5R in ragione di minimo 450 kg per metro cubo d'impasto, con l'adozione d'additivi ad azione superfluidificante e/o inibitrice d'idratazione ed accelerante di presa, compatibili con il cemento impiegato.

Trattasi in particolare di:

- additivo riduttore d'acqua iperfluidificante in grado di mantenere la consistenza del conglomerato (miscela base) costante per 90 minuti;
- eventuale silice ad elevata superficie specifica, (silicafume) attivata e compattata, in ragione di un tenore compreso tra il 5% e il 10%, in relazione alle richieste progettuali;
- additivo accelerante di presa non caustico, con rapporto ponderale SiO_2 / Na_2O $\geq$ di 3,4, privo d'alluminati, a base di composti contenenti biossido di silicio e polimeri di sintesi, il cui effetto si esplichi sia attraverso l'istantanea perdita di lavorabilità dovuta all'incompatibilità fisico-chimica con l'additivo riduttore d'acqua iperfluidificante, che all'istantanea accelerazione della presa.

L'accelerante di presa dovrà essere aggiunto in corrispondenza della lancia di proiezione ed in ragione massima del 12% (peso/peso) sul peso del legante.

La classe di consistenza dovrà essere di tipo S4 e specificamente 18 cm ± 1 cm, costante, dal momento del confezionamento sino al momento della proiezione per 90 min.

La composizione del conglomerato dovrà essere sottoposta dall'Impresa alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità di cui al paragrafo 7.7.6.

La qualifica preliminare del conglomerato cementizio, le prove sui materiali e sul conglomerato fresco, dovranno essere effettuati can l'osservanza del disposto delle presenti Norme.

I prelievi di controllo della miscela base (conglomerato non accelerato) andranno eseguiti con frequenza giornaliera per ogni singola opera sottoposta alla lavorazione, il valore di resistenza sarà determinato sulla media di due provini cubici, di lato 15 cm.

Il controllo del prodotto finito sarà eseguito in opera mediante carotaggi; la resistenza a compressione sarà determinata sulla media di due prelievi (carote) per ogni giorno di getto d'ogni opera interessata alla lavorazione, prelevati secondo UNI 6131 e provati secondo UNI 6132.

Per normalizzare i risultati ottenuti su carote aventi rapporti h/d diversi da 1 si prenderà in considerazione la snellezza λ = h/d. La stima della resistenza cubica R_C (MPa) del calcestruzzo proiettato a partire dalla resistenza compressione sui cilindri f/λ (MPa) dovrà essere calcolata secondo la seguente formula:

$$Rc = \frac{2,5}{1,5 + 1/\lambda} x \int \lambda$$

Al fine di tenere nella dovuta considerazione l'effetto di disturbo indotto nel calcestruzzo, il valore di R_C dovrà essere incrementato del 20%.

In base ai risultati ottenuti, la resistenza cubica caratteristica a compressione (R_{ck}) è stimata secondo quando indicato nella normativa UNI 9858.

Per la valutazione delle resistenze a 24 h ed a 48 h (il valore ottenuto sarà definito come resistenza stimata "R_{stim}") si dovrà adottare il metodo dello sparo ed estrazione di chiodi tramite l'utilizzo di:

- Pistola di sicurezza spara chiodi (tipo HILTI DX 450 L o equivalente con pistone 45 M6-8L preselezionata in posizione 1) dotata di cartucce esplosive (propulsori tipo HILTI 6,8/11 M di colore verde o equivalenti) d'intensità nota, codice di potenza 02, in grado di fornire al chiodo un'energia che conferisca al chiodo stesso una velocità iniziale compresa tra i 50 ed i 70 m/s (che deve essere dichiarata dal costruttore).
- Chiodi (prigionieri) (tipo HILTI M6-8-52 D12 e tipo HILTI M6-8-72 D12 o equivalente) filettati (M6-8) in acciaio al carbonio HRC55.5 ± 1, diametro 37 mm e con rivestimento in zinco di 5÷13 m, la lunghezza del gambo dei chiodi è prefissata ed è pari a 52 o 72 mm.
- Apparecchio estrattore (tipo HILTI tester 4 o equivalente) in grado di misurare la forza d'estrazione con la tolleranza di ± 100 N; tale apparecchiatura dovrà essere corredata della curva di taratura che mette in relazione il valore letto del carico col valore corretto del carico medesimo.

Le modalità d'esecuzione della prova e le tabelle di correlazione per l'estrapolazione dei dati saranno indicate dalla Direzione Lavori e saranno comunque conformi a quanto riportato in "Linee guida per il calcestruzzo proiettato" (ed. Austrian Concrete Society - ed. 1997.

Le resistenze dovranno essere quelle di progetto e comunque non inferiori a:

R_{stim} a 24 h $\geq$ 1O MPa con la tolleranza di - 1 MPa

R_{stim} a 48 h $\geq$ 15 MPa con la tolleranza di - 1 MPa

Classe di resistenza a 28 d $\geq$ 28/35 MPa

I controlli andranno eseguiti con frequenza giornaliera ed il valore di resistenza sarà determinato sulla media d'otto chiodi o di due provini (carotaggi) per ogni controllo.

Negli attimi precedenti alla proiezione del conglomerato, dovranno essere confezionati per ogni giorno di getto, n. 2 provini di calcestruzzo privo d'accelerante al fine di accertare l'effettivo abbattimento delle resistenze causato dall'aggiunta dello stesso; i provini saranno sottoposti a controllo così come previsto dalle presenti Norme Tecniche.

Il controllo, ai fini della contabilizzazione, della resistenza caratteristica sarà eseguito esclusivamente sulla scorta dei risultati della rottura a compressione dei carotaggi eseguiti in opera.

Qualora le resistenze alle diverse maturazioni fossero inferiori a quanto previsto saranno applicate delle penalità. Le prove per la determinazione della resistenza stimata R_{stim} saranno eseguite dal personale tecnico della Direzione Lavori in contraddittorio con il personale tecnico dell'Impresa la quale dovrà farsi carico di tutti gli oneri relativi alle prove eseguite.

Le prove di rottura a compressione andranno eseguite presso Laboratori indicati dalla Direzione Lavori ed i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

Per quanto applicabile e non in contrasto con le presenti Norme, per le modalità di confezionamento, messa in opera e verifica delle resistenze si farà costante riferimento alle raccomandazioni europee EFNARC (final draft) versione ottobre 1993, ed "Linee guida per il calcestruzzo spruzzato" Austrian Concrete Society ed. 1997, nella attesa che sia pubblicata la corrispondente Normativa Italiana, attualmente in fase di redazione.

Il rivestimento in conglomerato cementizio spruzzato, in relazione alle previsioni di progetto, potrà essere armato con rete in barre d'acciaio a maglie elettrosaldate o, in alternativa, con fibre d'acciaio.

Le fibre d'acciaio per la confezione del conglomerato armato con fibre dovranno essere realizzate con filo ottenuto per trafilatura d'acciaio a basso contenuto di carbonio, del diametro di 0,5 mm circa, avente tensione di rottura per trazione (f) $\geq$ di 1.200 MPa e tensione di scostamento dalla proporzionalità avente (fp 0,2) $\geq$ 900 MPa ed allungamento minimo $\leq$ del 2,0%; le fibre dovranno essere lunghe 30 mm, rapporto d'aspetto (L/D)= 60 ed avere le estremità sagomate ad uncino.

Per agevolare l'uniforme distribuzione delle fibre nell'impasto, le stesse dovranno essere confezionate in pacchetti di più fibre affiancate, tra loro unite con speciale collante rapidamente solubile nell'acqua d'impasto.

La quantità di fibre d'acciaio da impiegare per l'armatura del conglomerato cementizio spruzzato dovrà essere quella prevista in progetto; le fibre dovranno essere incorporate nel conglomerato già impastato avendo cura che la loro immissione e l'ulteriore miscelazione dell'impasto avvengano immediatamente prima della posa in opera.

Qualora il conglomerato fosse prescritto dal progettista come fibrorinforzato, si determinerà, con frequenza settimanale la quantità d'energia assorbita mediante punzonamento su piastra.

Tale valore dovrà risultare ≥ 500 joule.

La rete d'armatura, posta in opera preliminarmente ed inglobata nel conglomerato in fase di proiezione, dovrà essere conforme alle prescrizioni delle presenti Norme.

Qualora la classe di resistenza a 28 d non sarà ≥ 28/35 MPa, sarà applicata una penalità pari al 20% del prezzo unitario al metro cubo sull'intera produzione giornaliera desunta dal giornale dei lavori e/o dai tabulati di stampa prodotti dall'impianto di betonaggio.

Quando gli spessori minimi rilevati dalla misurazione dei prelievi eseguiti in opera, fossero inferiori a quelli minimi previsti, la Direzione Lavori non terrà conto della lavorazione fino a che non siano stati ripristinati gli spessori minimi progettualmente richiesti.

Art. 9 - Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso

L'impiego di manufatti totalmente o parzialmente prefabbricati può essere autorizzato dal Progettista quando lo stesso avrà preso visione dei documenti richiesti dall'art. 9 della legge 1086 e avrà verificato la previsione d'utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto.

Per l'accettazione ed i controlli di qualità di questi manufatti, ed in particolare di quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore), delle Norme Tecniche emanate in applicazione degli artt. 1 e 3 della Legge 02/02/1974 n. 64 (D.M. 03/12/1987 e successivi aggiornamenti), delle Istruzioni C.N.R. 10025/84 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati.

Per la confezione del conglomerato cementizio si farà riferimento a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche, compreso qualora fosse previsto, la descrizione del ciclo termico per la maturazione accelerata a vapore; inoltre nel caso in cui ci facesse ricorso i cicli di stagionatura dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà produrre, per ogni giorno di lavorazione, grazie all'utilizzo di un registratore di dati del ciclo termico, la documentazione attestante la rispondenza del ciclo stesso, a quello approvato dalla Direzione Lavori.

Qualora ciò non avvenisse, la Direzione Lavori rifiuterà l'intera produzione della giornata di lavoro non monitorata, senza che all'Impresa debba essere riconosciuto alcun compenso.

Tra la fine del ciclo di maturazione accelerata e lo scassero dell'elemento prefabbricato, non potranno passare meno di 3 (tre) ore.

In presenza d'elementi prefabbricati in c.a.p. sottoposti a maturazione accelerata a vapore, l'Impresa farà maturare, nelle stesse condizioni dell'elemento n. 2 provini cubici aventi lato 15 cm, che saranno sottoposti a rottura a compressione monoassiale presso il laboratorio di cantiere, prima di procedere alle fasi di tesatura; i risultati riferiti a dette prove saranno registrati e trasmessi con cadenza giornaliera alla Direzione Lavori.

Ad ogni effetto si richiamano qui espressamente gli articoli 6 e 9 della legge 5/11/1971 n. 1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia del certificato d'origine dei manufatti, alle responsabilità assunte dalle Ditte produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d), del citato art. 9, nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione.

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti.

Sui manufatti saranno effettuati controlli, a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla resistenza del calcestruzzo, prelevando da ogni lotto almeno un manufatto dal quale ricavare, mediante carotaggio o taglio con sega a disco, quattro provini da sottoporre a verifica della resistenza a compressione.

Qualora la resistenza media a compressione dei quattro provini risultasse inferiore a quella richiesta e comunque non al di sotto del 90% della stessa, alla partita sarà applicata una penale con le medesime modalità previste dall'art. 15; qualora risultasse inferiore al 90% della resistenza richiesta, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

È in facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo, a cura ed a spese dell'Impresa, anche altri manufatti oltre il primo, sui quali verificare anche:

- il rispetto del copriferro, previsto in un minimo di 2 cm;
- eventuali difetti superficiali e di finitura;
- la resistenza a compressione tramite prova pull out con tasselli Fischer.

Quando l'intera produzione sarà dichiarata ultimata, la Direzione Lavori esaminerà ogni elemento prodotto e tenendo nella dovuta considerazione tutti i parametri sopracitati, a suo insindacabile giudizio, accetterà o no quanto esaminato.

Al termine della verifica, dovrà essere redatto in contraddittorio tra Impresa e Direzione lavori un apposito verbale riportante tra l'altro, il numero totale degli elementi prodotti, il numero degli elementi considerati conformi ed il numero degli elementi considerati non conformi.

Gli elementi considerati non conformi saranno ritenuti non idonei all'impiego, la loro sostituzione sarà a totale cura e spese dell'Impresa la quale, prima di procedere al trasporto dei nuovi elementi, dovrà sottoporre gli stessi ai controlli di cui sopra.

Art. 10 - Casseforme, armature di sostegno, centinature 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 l'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 esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero 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 è 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 disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

Art. 11 - Murature

11.0 - Norme generali

I tipi e gli spessori delle murature sono quelli indicati in progetto.

I laterizi, il pietrame ed i blocchetti in calcestruzzo dovranno essere bagnati all'atto dell'impiego fino a sufficiente saturazione.

Dovranno essere messi in opera in corsi regolari con commessure ben riempite di malta.

Prima di dare inizio alla esecuzione delle murature dovrà essere richiesto il benestare della Direzione Lavori sulla idoneità del piano d'appoggio.

Murature nelle quali dovesse riscontrarsi l'impiego di materiali scadenti o difetti d'esecuzione saranno rifiutate, restando a carico dell'Impresa l'onere per la demolizione e il successivo rifacimento.

Dovrà essere curato in ogni particolare l'esecuzione di spigoli, sguinci, spalle, mazzette, strombature, incassature, immorsature, canne, piattabande, pilastri, pilastrini, lesene, ecc..

Dovranno essere lasciati i necessari fori, tracce, incavi, canalizzazioni per il passaggio e l'installazione d'impianti d'ogni tipo e degli scarichi, per la posa in opera dei controtelai di norma in legno d'abete e degli infissi, per gli ancoraggi di strutture, per i rivestimenti e per quant'altro sia posto in opera dopo l'esecuzione delle murature.

Quanto sopra allo scopo di evitare lo scalpellamento o la demolizione anche parziale della muratura, il cui onere in ogni caso deve ritenersi a totale carico dell'Impresa.

L'Impresa dovrà adottare i provvedimenti ritenuti più opportuni per proteggere le murature dal gelo nel periodo invernale.

Le dosature dei materiali componenti le malte dovranno essere eseguite con mezzi capaci d'esatta misurazione che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

L'impasto dei materiali dovrà essere ottenuto con idonei mescolatori meccanici.

Gli impasti dovranno essere preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato.

I residui impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego, dovranno essere portati a rifiuto.

11.1 - Murature di mattoni

I mattoni, all'atto dell'impiego dovranno essere abbondantemente bagnati per immersione sino a sufficiente saturazione.

Essi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le commessure alternate in corsi regolari; saranno posati sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempia tutte le commessure.

La larghezza delle commessure non dovrà essere maggiore di 1 cm, né minore di 0,5 cm.

Si dovrà iniziare e proseguire la costruzione in modo uniforme, onde assicurare collegamenti perfettamente addentellati e solide immorsature tra le varie parti, evitando la formazione di eccessive sporgenze.

La malta di allettamento avrà classe di resistenza a 28 d $\geq$ 28/35 MPa e sarà dosata con minimo 400 kg di cemento normale (32,5 o 32,5R di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia ed avrà rapporto acqua cemento $\leq$ a 0,5 che l'Impresa dovrà garantire anche attraverso l'uso di additivi superfluidificanti non aeranti.

In presenza di climi freddi ovvero con temperature inferiori ai 278 K, l'Impresa farà costantemente uso di additivi antigelo ed acceleranti di presa esenti da cloruri del tipo approvato dalla Direzione Lavori, conformi a quanto previsto dalle norme UNI 7105 e 7109, dosati secondo i risultati delle prove e comunque non inferiori al 2% sul peso del legante.

La frequenza dei prelievi di malta sarà pari ad una serie di provini cubici di 10 cm di lato, per ogni giorno di produzione.

Per la muratura da eseguirsi a paramento a vista, si dovrà aver cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di migliore cottura, a spigoli vivi, meglio formati, di colore uniforme, da disporre con perfetta regolarità di piani a ricorrenze ed alternando con precisione i giunti verticali.

I laterizi dovranno essere conformi a quanto previsto nell'art. 2 delle presenti Norme.

11.1.1 - Murature di laterizi pieni e forati, per fabbricati

I laterizi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, legati con malta bastarda composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m^3 di sabbia, resistenza media a compressione $\geq$ 5 MPa, in corsi regolari con commessure di larghezza non superiore a 1 cm né inferiore a 0,5 cm.

Si dovrà iniziare e proseguire la costruzione in modo uniforme, onde assicurare collegamenti perfettamente addentellati e solide immorsature tra le varie parti, evitando la formazione di eccessive sporgenze.

Nel caso delle murature in laterizi forati, dovranno essere impiegati mattoni pieni per l’esecuzione di mazzette, sguinci, angoli.

11.1.2 - Murature a faccia-vista, per fabbricati

Le murature da eseguire a «faccia vista» dovranno iniziare almeno 20 cm al di sotto del piano finito del marciapiede o della pavimentazione esterna.

Dovranno usarsi mattoni stampati (pressati) con facce a vista sabbiate, di prima scelta, integri, con tagli e spigoli netti, di colore uniforme.

Le commessure, perfettamente orizzontali, dovranno essere eseguite inserendo in corso d'opera un tondino ø=8 mm, da togliere una volta eseguito il ricorso.

Tutti i giunti saranno stilati con malta di cemento.

Si dovrà porre la massima cura nella suddivisione dei ricorsi in modo tale che l'ultimo vada a combaciare esattamente contro le travi o i cordoli superiori e che i giunti verticali, perfettamente allineati secondo disegni, risultino con mezza bugna alternata in corrispondenza di angoli e di mazzette.

Quando previsto in progetto, le piattabande di porte e finestre dovranno essere eseguite con mattoni posti a coltello.

11.1.3 - Murature ad intercapedine, per fabbricati

Saranno costituite come segue:

- **in laterizi**: parete esterna dello spessore di una testa; parete interna in foglio;
- **in blocchetti forati di conglomerato di argilla espansa**: dosati a 200 kg di cemento tipo 42,5, parete esterna dello spessore di 12 cm; parete interna di 8 cm;

legate con malta bastarda, composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m³ di sabbia, resistenza media a compressione $\geq$ 5 MPa.

La tipologia dei materiali impiegati e la larghezza dell'intercapedine tra le pareti esterne ed interne sono quelli indicati in progetto.

In corrispondenza degli angoli, delle spalle di porte e finestre, degli incroci con strutture di spina, la muratura dovrà essere piena per una lunghezza minima pari ad una volta e mezzo gli spessori.

Detto provvedimento, con muratura piena, dovrà inoltre essere adottato come collegamento tra il tamponamento esterno e quello interno, ogni qualvolta la lunghezza della intercapedine dovesse superare 2 m e dove indicato nei disegni esecutivi.

11.1.4 - Murature in blocchetti forati prefabbricati, per fabbricati

a - **Blocchetti in calcestruzzo di cemento vibrocompresso legati con malta bastarda**, composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m³ di sabbia, resistenza media a compressione $\geq$ 5 MPa:

di tipo normale, da ricoprire con intonaco;

di tipo impermeabilizzato mediante additivazione del calcestruzzo, da lasciare a faccia vista con giunti stuccati e stilati a cemento, con anche la malta legante additivata con idrorepellente.

b - **Blocchetti in conglomerato di argilla espansa, del tipo strutturale di densità 600÷650 kg/m³, dosato a 200 kg di cemento tipo 42,5 per metro cubo di impasto, legati con malta bastarda,** composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m³ di sabbia, resistenza media a compressione $\geq$ 5 MPa: di tipo normale o impermeabilizzati, come descritto al precedente punto a).

Quando previsto in progetto, i fori verticali dei blocchetti dovranno essere intasati con calcestruzzo di tipo II con classe di resistenza $\geq$ 20/25 MPa ed eventualmente armati con ferri tondi; la muratura sarà provvista di armatura orizzontale mediante l'inserimento, a ricorsi alterni, di scalette in acciaio costituite da ferri longitudinali e ferri trasversali intervallati tra loro.

Le murature da eseguire a «faccia vista» dovranno iniziare almeno 20 cm al di sotto del piano finito del marciapiede o della pavimentazione esterna.

Le commessure, perfettamente orizzontali, dovranno essere eseguite inserendo in corso d'opera un tondino ø=8 mm, da togliere una volta eseguito il ricorso.

Tutti i giunti saranno stilati con malta di cemento.

Si dovrà porre la massima cura nella suddivisione dei ricorsi in modo tale che l'ultimo vada a combaciare esattamente contro le travi o i cordoli superiori e che i giunti verticali, perfettamente allineati secondo disegni, risultino con mezza bugna alternata in corrispondenza di angoli e di mazzette.

Quando previsto in progetto, le piattabande di porte e finestre dovranno essere eseguite con mattoni posti a coltello.

11.2 - Murature di pietrame a secco

La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla 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 migliore combaciamento.

Si eviterà sempre la ricorrenza delle commessure verticali.

Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi fra pietra e pietra.

Per i cantonali si useranno le pietre di maggiori dimensioni e meglio rispondenti allo scopo.

La rientranza delle pietre del paramento non dovrà mai essere inferiore all'altezza del corso.

Inoltre si disporranno frequentemente pietre di lunghezza tale da penetrare nello spessore della muratura.

A richiesta della Direzione Lavori l'Impresa dovrà lasciare opportune feritoie regolari e regolarmente disposte, anche in più ordini, per lo scolo delle acque.

11.3 - Murature di pietrame e malta

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiori a 25 cm in senso orizzontale, 20 cm in senso verticale e 30 cm di profondità.

Per i muri di spessore 40 cm si potranno avere alternanze di pietre minori.

Le pietre, prima del collocamento in opera dovranno essere diligentemente pulite e ove occorra, a giudizio della Direzione Lavori, lavate.

Nella costruzione della muratura le pietre dovranno essere battute col martello e rinzeppate diligentemente con scaglie e con abbondante malta così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio.

La malta avrà classe di resistenza a 28 d $\geq$ 25/30 MPa e sarà dosata con minimo 350 kg di cemento normale (32,5 o 32,5R di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia ed avrà rapporto acqua cemento $\leq$ a 0,5 che l'Impresa dovrà garantire anche attraverso l'uso di additivi superfluidificanti non aeranti.

In presenza di climi freddi ovvero con temperature inferiori ai 278 K, l'Impresa farà costantemente uso di additivi antigelo ed acceleranti di presa esenti da cloruri del tipo approvato dalla Direzione Lavori, conformi a quanto previsto dalle norme UNI 7105 e 7109, dosati secondo i risultati delle prove e comunque non inferiori al 2% sul peso del legante.

La frequenza dei prelievi di malta sarà pari ad una serie di provini cubici di 10 cm di lato, per ogni giorno di produzione.

Nel paramento ad opera incerta, il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana.

Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 8 cm.

Nel paramento a mosaico greggio, le facce viste dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello a punta grossa, a superficie piana poligonale; i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

La muratura a corsi regolari dovrà progredire a strati orizzontali da 20 a 30 cm di altezza con pietre disposte in modo da evitare la corrispondenza delle commessure verticali fra due corsi immediatamente sovrastanti. In tutte le specie di paramento, la sigillatura dei giunti dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle della malta e delle materie estranee, lavandole a grande acqua e riempiendo poi le

commessure stesse con nuova malta, curando che questa penetri bene comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei corsi sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Nelle facce viste saranno impiegate pietre lavorate secondo il tipo di paramento prescritto e nelle facce contro terra saranno impiegate pietre sufficientemente piane e rabboccate con malta in modo da evitare cavità.

Nelle murature contro terra saranno lasciate apposite feritoie secondo le prescrizioni della Direzione Lavori.

11.4 - Muratura in pietra da taglio

Prima di cominciare i lavori l'Impresa dovrà preparare a sua cura e spesa, i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli, per l'approvazione, alla Direzione Lavori.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fine.

Non saranno tollerate né smussature a spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi.

La pietra da taglio che presentasse tali difetti sarà rifiutata e l'Impresa sarà in obbligo di farne l'immediata sostituzione, sia che le scheggiature od ammanchi si verifichino al momento della posa in opera, sia dopo e sino al collaudo. Le forme e dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei particolari di progetto ed alle istruzioni che, all'atto della esecuzione, fossero eventualmente date dalla Direzione Lavori.

Inoltre, ogni concio dovrà essere lavorato in modo da potersi collocare in opera secondo gli originali letti di cava. Per la posa si potrà fare uso di zeppe da togliere immediatamente quando la malta rifluisca nel contorno della pietra battuta a mazzuolo sino a prendere la posizione voluta.

La malta di allettamento avrà classe di resistenza a 28 d $\geq$ 28/35 MPa e sarà dosata con minimo 400 kg di cemento normale (32,5 o 32,5R di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia ed avrà rapporto acqua cemento $\leq$ a 0,5 che l'Impresa dovrà garantire anche attraverso l'uso di additivi superfluidificanti non aeranti.

In presenza di climi freddi ovvero con temperature inferiori ai 278 K, l'Impresa farà costantemente uso di additivi antigelo ed acceleranti di presa esenti da cloruri del tipo approvato dalla Direzione Lavori, conformi a quanto previsto dalle norme UNI 7105 e 7109, dosati secondo i risultati delle prove e comunque non inferiori al 2% sul peso del legante.

La frequenza dei prelievi di malta sarà pari ad una serie di provini cubici di 10 cm di lato, per ogni giorno di produzione.

Occorrendo, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe ed arpioni di bronzo saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.

Le commessure delle facce viste dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e lisciato mediante apposito ferro.

11.5 - Muratura in pietrame e conglomerato cementizio

La muratura di conglomerato cementizio con paramento esterno in pietrame sarà realizzata con conglomerato cementizio di tipo II, avente classe di resistenza $\geq$ 28/35 MPa per quanto concerne il paramento interno, mentre il paramento esterno realizzato in pietrame dello spessore medio di 20 cm, ben ammorsato nel conglomerato cementizio retrostante, sarà eseguito con caratteristiche riportate negli art. 8.3 o 8.4 in relazione alle disposizioni progettuali.

Art. 12 - Impermeabilizzazioni

12.0 - Norme Generali

Tutti i materiali per impermeabilizzazione dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle rispettive Norme di accettazione.

Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da impermeabilizzare; eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici. Dovranno avere adeguate pendenze per un regolare sgrondo delle acque e presentarsi sane, regolari, perfettamente pulite, assenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiacca o di malta cementizia, di prodotti disarmanti, di preesistenti impermeabilizzazioni. Le superfici dovranno essere asciutte e stagionate per almeno venti giorni per assicurare una buona adesione del manto impermeabilizzante. A questo fine la superficie dovrà essere sabbiata e/o bocciardata, anche quando siano stati eseguiti precedenti interventi di ripristino con l'impiego di betoncini o calcestruzzi reoplastici a ritiro compensato.

A questi interventi preparatori dovrà seguire un’accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idrolavaggi (preferibilmente in periodi caldi o asciutti) e conseguente energica soffiatura con aria compressa.

L'esecuzione delle impermeabilizzazioni dovrà essere eseguita con la massima accuratezza, specialmente in prossimità di fori, passaggi, canne ecc.; il convogliamento delle acque meteoriche ai pluviali sarà assicurato mediante idonei pezzi speciali fissati a livello della soletta in calcestruzzo mediante l'impiego di stucchi epossidici al manto impermeabile e muniti di griglia parafoglie. L'impermeabilizzazione dovrà interessare anche le zone dei bocchettoni di scarico delle acque superficiali, ricoprendoli nell'area dei

risvolti; non si dovranno in nessun modo danneggiare le attrezzature di smaltimento preesistenti e/o ricostruite.

Le riprese di lavoro dovranno essere ridotte al minimo, salvo le esigenze particolari; in ogni caso dovrà essere assicurata una perfetta adesione tra vecchia e nuova membrana.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato).

Dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeametro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

Le strutture sovrastanti gli strati impermeabili dovranno essere eseguite dopo il perfetto consolidamento degli strati stessi.

Eventuali perdite che si manifestassero sino a collaudo eseguito, dovranno essere sanate ed eliminate dall'Impresa a suo totale carico, compreso ogni lavoro di ripristino delle eventuali sovrastrutture.

L'Impresa dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni dei materiali che intende adottare per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Potranno essere prelevati anche tasselli già posti in opera su cui effettuare le prove di laboratorio su zone scelte a caso.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche richieste, i materiali saranno rifiutati e l'Impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.

12.1 - Manto di impermeabilizzazione realizzato con membrana elastica continua in materiale sintetico epossipoliuretanico

12.1.1 - Primer di adesione

Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.

12.1.2 - Membrana impermeabilizzante sintetica elastica continua spruzzata in opera

La membrana impermeabilizzante elastica continua dovrà essere costituita da un copolimero epossipoliuretanico con presenza attiva di un terzo polimero elastomerico. Il prodotto deve polimerizzare entro le 24 h dal termine della stesa alle condizioni di temperatura T $\geq$ 293 K ed UR 65% ± 5%. Il materiale applicato dovrà, a polimerizzazione avvenuta, avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche salvo diversa prescrizione progettuale:

- Densità relativa (riferita al prodotto A+B polimerizzato): 1,15 ± 0,05 kg/dm² (UNI 89-1970)

- Durezza superficiale: 90 ± 5 Shore "A" (UNI 4916-74)
- Resistenza a sollecitazione per trazione: minimo 6 MPa (UNI 8202 par. 8°)
- Allungamento percentuale a trazione: minimo 80% (UNI 8202 par. 8°)
- Elasticità: massimo 15% (verificata come deformazione residua a trazione) (UNI 8202 par. 10°)
- Resistenza alle basse temperature: integrità per avvolgimento su mandrino cilindrico fino a T= 253 K (UNI 8202 par. 15°)
- Adesione al supporto cementizio: minimo 3 MPa e per valori inferiori purché risulti una rottura coesiva del supporto (riferito alla superficie di prova) almeno pari al 60% della superficie (ASTM 2197-68).

12.1.3 - Mano d'attacco per il collegamento della membrana impermeabile con la sovrastante pavimentazione

La mano d'attacco tra membrana e pavimentazione dovrà essere costituita da un bitume modificato con polimeri SBS-R da spruzzare a caldo ($T \geq 453$ K) in ragione di circa 0,8 kg/m² e le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso) salvo diverse disposizioni progettuali.

12.1.4 - Modalità di applicazione

Si provvederà, al fine di garantire una perfetta adesione tra membrana e supporto, alla stesa del "primer" applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura, in quantità comprese tra 0,20 e 0,25 kg/m².

Tale stesa si dovrà estendere a tutta la superficie interna dei cordoli ed anche sulla superficie orizzontale degli stessi, qualora essi non siano già stati protetti con guaine bituminose per effettuare il montaggio dei parapetti New Jersey prima dell'impermeabilizzazione dell'impalcato.

Sulla superficie così pretrattata si dovrà procedere all'applicazione della membrana epossipoliuretanica elastomerica mediante idonee apparecchiature automontate ed automatiche che garantiscano, oltre che potenzialità di lavoro adeguata, il controllo dei quantitativi di stesa. L'impermeabilizzazione deve essere continua ed omogenea su tutta la superficie superiore dell'impalcato, compresi i cordoli nella parte verticale interna, nella superficie orizzontale e con piccolo risvolto (3-5 cm) sul paramento verticale esterno.

Anche eventuali canalette per cavi devono essere integralmente rivestite come le superfici esposte dei cordoli.

La realizzazione della membrana dovrà essere fatta mediante l'applicazione di un quantitativo di prodotto medio di 3,4-3,6 kg/m² (spessore secco 3,0 mm) tale da garantire un'elevata protezione all'azione delle acque meteoriche e degli agenti aggressivi in soluzione (sali fondenti antigelo). La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

La posa in opera dell'intero ciclo impermeabilizzante non sarà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche saranno tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 283 K.

Non prima di 12 h dal termine della stesa della membrana impermeabile, nel caso di temperature $\geq$ 293 K, dovrà seguire l'accurata ed uniforme applicazione della mano di attacco e di collegamento alla pavimentazione nella quantità di 0,8 kg/m².

Detto materiale dovrà essere spruzzato anche sulla parte verticale interna dei cordoli che sarà coperta dalla pavimentazione.

12.2 - Manto di impermeabilizzazione realizzato, mediante cappa di mastice di asfalto

12.2.1 - Materiali

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte sarà realizzata mediante applicazione per colata di cappe di mastice di asfalto colato di spessore finito non inferiore a 10 mm.

Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

- il legante previo idoneo primer compatibile con il legante utilizzato, dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40-50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso.

  In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali, quali il Selenitza o gomme termoplastiche, del tipo E le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).

  I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

  Il legante sarà dosato in ragione del 15-19% in peso sulla miscela degli inerti (corrispondenti al 13-16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel Filler asfaltico. Il bitume 40-50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra -0,1 e +0,1 calcolato secondo la formula:

  $$IP = \frac{20u - 500v}{u + 50v}$$

  in cui:

  v = log 800 - log penetrazione a 298 K

  u = temperatura di P.e.A in K detratti 298 K

- Filler:

dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 mm UNI (ASTM n. 80) e per il 90% al setaccio 0,075 mm UNI. (ASTM n. 200, granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30÷35% in peso sullo miscela degli aggregati.

Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela bitume 40-50/filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, abbia un punto di rammollimento P.A. almeno 15 K superiore a quello del bitume puro;

- Sabbia:

dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 mm UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 mm UNI), contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela di inerti;

- Miscela finale:

la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (v) compresa tra il 18 ed il 23%.

Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre un’eccedenza compresa tra il 5 ed il 7% (Vb-V = 5-7 in cui Vb è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova Wilhelmi (Norma DIN 1966) compreso tra 373 e 388 K.

Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa potrà presentare valori compresi tra 373 e 403 K.

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del prodotto finito e dei materiali componenti compresi i primer, in modo che su di essi possano essere effettuati preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo ed uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

12.2.2 - Modalità di preparazione del mastice di asfalto colato

La confezione del mastice di asfalto colato sarà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie debba essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere seguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione.

1^ procedura

a) Premiscelazione degli inerti, compreso il filler, a temperatura di 483÷503 K.

b) Aggiunta del bitume nella corretta percentuale preventivamente portato alla temperatura di 423÷433 K.

c) Mescolazione dell'impasto per almeno 5 min.

d) Scarico dell'impasto in un’apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore.

e) Mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 473÷483 K, al fine di ottenere un'intima miscelazione del bitume con il filler.

2^ procedura

a) Introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso e miscelazione alla temperatura di 473 K, per almeno 30 min, fino ad ottenere un'intima miscelazione del bitume con il filler.

b) Aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 473÷483 K, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori; in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non sia fatta sul luogo della stesa, il trasporto del mastice sarà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico ed apposito impianto di riscaldamento.

12.2.3 - Modalità di applicazione

Le superfici di calcestruzzo da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane ed asciutte, esenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiacca o di malta cementizia; prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere ad un’accurata pulizia dell'impalcato, mediante bocciardatura eseguita

con idonea macchina avente potenza non inferiore ad 80 CV, spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici. Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, a giudizio della Direzione Lavori, da emulsione bituminosa al 50÷55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P.e A. 358÷363 K), in opportuni solventi selettivi di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed un'elevata penetrazione nella soletta.

Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 kg/m² salvo diverse prescrizioni progettuali. Sul primer sarà posto in opera, dopo evaporazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto, mediante colamento del materiale a temperatura di 473 K (± 24 K); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con fratazzi di legno. La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La posa in opera del mastice non sarà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque, quando la temperatura esterna sia inferiore a 283 K.

Il mastice d'asfalto deve essere steso, per quanto possibile, con uno spessore costante, per cui tutte le irregolarità della soletta dovranno essere portate a livello, affinché le stesse non si ripercuotano sulla cappa.

In seguito, dopo il completamento dell'impermeabilizzazione, a discrezione della Direzione Lavori, si dovrà procedere ad una risagomatura della soletta mediante stesa di un sottile strato di conglomerato bituminoso realizzato con inerti calcarei di granulometria appropriata; successivamente si procederà con la stesa della pavimentazione definitiva.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei calcestruzzi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.

In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato di conglomerato bituminoso, all'atto della stesa non sia inferiore a 413 K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4÷5 mm,

armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 300 g/m^2.

La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo.

12.3 - Manto di impermeabilizzazione continuo realizzato in opera con bitume modificato con elastomeri ed armato con tessuto non-tessuto

12.3.1 - Materiali

Il manto impermeabile continuo sarà costituito dai seguenti materiali:

- Primer, dovrà essere impiegato bitume con modifica tipo "soft" spruzzato a caldo a temperature non inferiori a 453 K (± 18 K), le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).
- Legante, sarà costituito da bitume modificato con polimeri di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).
- Armatura, sarà costituita da tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene coesionato mediante agugliatura meccanica, calandrato e stabilizzato ai raggi UV. Le caratteristiche del geotessuto dovranno essere:
  - peso del tessuto non tessuto $\geq$ 300 gr/m²;
  - resistenza alla rottura per trazione e allungamento a rottura, a 293 K non inferiore a 400 N (ASTM-D1682);
  - allungamento a rottura 5,5% (ASTM-D 1682);
  - perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.

Salvo diverse prescrizioni progettuali.

12.3.2 - Modalità esecutive

Si provvederà al fine di garantire una perfetta adesione tra manto impermeabile e supporto, alla stesa del primer applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.

Sulla superficie così pretrattata sarà realizzato il manto impermeabile costituito da un'armatura di tessuto non tessuto applicato sulla mano di legante stesa in precedenza, nella quantità di 1,0 - 1,5 kg/m², salvo diversa prescrizione progettuale, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Successivamente, dopo la stesa del tessuto non tessuto, sarà applicata una seconda mano di legante.

La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

12.4 - Manto di impermeabilizzazione continuo, realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armate con geotessile non tessuto in poliestere

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

12.4.1 - Materiali

- Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.
- La massa bituminosa della guaina sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume.

  Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

  Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

  La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

  - punto di rammollimento P.e A. $\geq$ 423 K;
  - punto di rottura Frass 258 K;
  - penetrabilità DOW a 288 K (con peso 100 g a 289 K) 20÷30 dmm.

  La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.
- L'armatura delle guaine sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo agglomerato mediante agugliatura.

  Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

  Dalle prove di qualificazione, dovranno risultare i seguenti valori:

  - peso (UNI 5114) $\geq$ 300 g/m^2
  - resistenza a trazione su striscia di 5 cm (UNI 8639) $\geq$ 18 kN/m
  - allungamento (UNI 8639) $\geq$ 60%

- lacerazione (UNI 8279/9) $\geq$ 0,5 kN
- punzonamento (UNI 8279/9) $\geq$ 3 kN
- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microrganismi;
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa.

- Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0,5 mm dalla superficie a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione).

  Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:

  - massa areica (UNI 8202/7):

  . guaina di spessore non minore di 5 mm $\geq$ 5,500 kg

  . guaina di spessore non minore di 4 mm $\geq$ 4,500 kg

  - resistenza a trazione (UNI 8202/8):

  . longitudinale $\geq$ 18 kN/m

  . trasversale $\geq$ 16 kN/m

  - resistenza a lacerazione (UNI 8202/9):

  . longitudinale 0,16 kN

  . trasversale 0,17 kN

  - punzonamento statico (UNI 8202/11):

  . classe di resistenza/carico supportato su sfera diam. 10 mm

  - su supporto rigido Ps4/> 25 kg

  - su supporto non rigido Ps4/> 25 kg

  - flessibilità a freddo su mandrino (UNI 8202/15) 263 K

  - scorrimento a 343 K (UNI 8202/16) < 1 mm

  - impermeabilità all'acqua (UNI 8202/21) > 100 kPa

Salvo diverse prescrizioni progettuali.

12.4.2 - Modalità di posa in opera

Eseguiti gli interventi preparatori descritti al punto 9.0 seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito da bitumi di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso), applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m², salvo diverse prescrizioni progettuali, sarà posta in opera

direttamente sul primer di attacco alla soletta, quando la temperatura media diurna dell'aria sia superiore ai 283 K.

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Nel caso invece di guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm, sarà posta in opera previa spalmatura, su primer di attacco alla soletta, di 1 kg/m^2 di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

In ambedue i casi la loro adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

12.5 - Con cartonfeltro bitumato

L'impermeabilizzazione è costituita da due strati di cartonfeltro bitumato ricoperto a doppio bagno, del peso cadauno non inferiore a 1,2 kg/m^2, alternati con tre spalmature di bitume ad alto punto di fusione, dato a caldo, in ragione di 1,2 kg/m^2 per ogni spalmatura.

Il peso complessivo dell'impermeabilizzazione dovrà risultare mediamente di 6 kg/m^2.

Quando il manto è posto al piede di murature e/o tramezzi dovrà avere una larghezza eccedente almeno 10 cm per parte il loro spessore.

12.6 - Con membrane prefabbricate a base bituminosa

L'impermeabilizzazione è costituita da membrane prefabbricate a base bituminosa, disposte ad uno o due strati ed armate con tessuto non tessuto in poliestere o con teli di fibre di vetro.

La massa bituminosa sarà costituita indicativamente per il 70% in peso da bitume leggermente polimerizzato mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume; avrà le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.e A. 403÷413 K
- punto di rottura Frass 288 K
- penetrazione con peso di 100 g a 298 K: 2÷3 mm.

L'armatura, in relazione alle previsioni progettuali, sarà costituita da:

- tessuto non tessuto del peso di 300 g/m^2 in fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità solidamente collegate tra loro mediante legamento per agugliatura;
- velo in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m^2;

- tessuto in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m².

La finitura superficiale delle membrane sarà di tipo: normale; granigliata; autoprotetta con lamina goffrata di alluminio ricotto titolo 99,5% colore naturale di spessore di 0,08 mm; con lamina goffrata di rame ricotto titolo 99,5% colore naturale spessore di 0,08 mm, come da scelte progettuali.

Il peso delle membrane, per quelle armate in tessuto non tessuto in poliestere e per quelle armate con tessuto di fibra di vetro e autoprotette con lamine metalliche sarà di almeno 4 kg/m²; per quelle armate con velo di fibra di vetro sarà di 3 kg/m².

Le membrane saranno applicate a fiamma previa pulizia del supporto e spalmatura di primer a base bituminosa, sovrapponendo i bordi dei teli per almeno 5 cm.

Nel manto costituito da doppio strato di membrane, il secondo strato sarà applicato a fiamma incrociato rispetto al primo.

12.7 - Con fogli di PVC o di gomma sintetica (Hypalon)

L'impermeabilizzazione è costituita da fogli in PVC o in gomma sintetica (Hypalon), come da scelte progettuali, dello spessore di 1,2÷1,3 mm, posti in opera con giunti sovrapposti per almeno 10 cm e saldati ad aria calda o mediante solvente.

Le operazioni di saldatura dovranno essere realizzate in tre fasi: puntatura dei teli; formazione di un primo cordone di saldatura; saldatura definitiva a tenuta idraulica ottenuta mediante un secondo cordone di saldatura.

I fogli in PVC (cloruro di polivinile), plastificato e stabilizzato ai raggi ultravioletti, saranno armati con tessuto in poliestere o fibra di vetro.

I fogli in gomma sintetica (Hypalon), da porre in opera, previa impregnazione del sottofondo con appositi adesivi, dovranno essere accoppiati con un feltro in fibra sintetica dello spessore di 0,4 mm.

I manti dovranno essere risvoltati, fissandoli sul coronamento perimetrale con profilati estrusi in alluminio di adeguata sezione e sagomati per farli aderire alla struttura sottostante; l'acqua meteorica sarà convogliata ai pluviali medianti pezzi speciali saldati e muniti di griglie parafoglie; particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione dei raccordi con le strutture emergenti dal manto (lucernari, canne fumarie ecc.) utilizzando opportuni collari.

Sarà inoltre onere dell'Impresa procedere a prove di tenuta dei giunti.

12.8 - Con fogli di PVC e coibentazione in pannelli di poliuretano espanso

Il manto è costituito da un primo strato di tessuto non tessuto del peso di 300 g/m^2; una barriera antivapore in poliestere di spessore $\geq$ 0,5 mm; un secondo strato di tessuto non tessuto del peso di 300 g/m^2; uno strato coibente dello spessore complessivo di 50 mm a doppio ordine di pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 35 kg/m^3 posti in opera a giunti sfalsati; uno strato

impermeabile in PVC dello spessore di 1,5 mm, rinforzato con tessuto in poliestere o velo in fibra di vetro e stabilizzato ai raggi UV.

12.9 - Barriera antivapore

La barriera antivapore sarà ottenuta mediante fogli di polietilene dello spessore $\geq$ 0,5 mm; avrà giunti sovrapposti per almeno 10 cm che saranno sigillati con nastro biadesivo o sistemi equivalenti.

12.10 - Geotessile

Lo strato separatore sarà realizzato in geotessile del peso minimo di 300 g/m^2, in fibre di poliestere a filo continuo aventi le caratteristiche riportate nell'Art. 2.

Sarà fissato al piano di posa mediante punti di bitume e i giunti fra i teli saranno sovrapposti per almeno 5 cm.

12.11 - Impermeabilizzazioni vasche

Le impermeabilizzazioni del fondo e delle pareti interne delle vasche in c.a. di accumulo dell'acqua saranno realizzate con applicazione di vernice monocomponente a base di clorocaucciù data in tre mani per uno spessore complessivo non inferiore a 0,3 mm, previa preparazione del fondo effettuata mediante sabbiatura e stuccatura delle eventuali lesioni o cavillature.

Art. 13 - Acciaio per c.a. e c.a.p.

13.0 - Generalità

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

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).

Ogni carico di acciaio giunto in cantiere dovrà essere corredato dal certificato d'origine fornito dalla ferriera, riportante gli estremi del documento di trasporto.

Qualora così non fosse, tutto il carico sarà rifiutato ed immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

13.1 - Acciaio in barre ad aderenza migliorata - Fe B 38k, Fe B 44k - controllato in stabilimento

Ogni partita di acciaio in barre ad aderenza migliorata (Fe B 38K e Fe B 44K), 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.

13.2 - Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno in barre del tipo Fe B 44k, controllate in stabilimento, di diametro 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 richiamano le norme di cui al precedente punto.

13.3 - Zincatura a caldo degli acciai

13.3.1 - Qualità degli acciai da zincare a caldo

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03÷0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15÷0,25%.

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI 6407/88 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

13.3.2 - Zincatura a caldo per immersione

13.3.2.1 - Trattamento preliminare

Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldo a 400÷430 K.

13.3.2.2 - Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710÷723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m^2 di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 µm ±10%.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

13.3.2.3 - Finitura ed aderenza del rivestimento

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter essere rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

13.3.2.4 - Verifiche

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di 25 t.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni delle presenti Norme Tecniche.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad un’accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'Impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a 610 g/m^2 ±10% la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a 610 g/m^2 -10%

la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma sarà applicata una penale al lotto che non possiede i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura ed a spese dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

13.3.2.5 - Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, di cui all'Allegato 4 delle Norme di cui al DM in vigore dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove è effettuato il trattamento di zincatura.

13.3.2.6 - Lavorazione

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

Quando la zincatura è effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di 80÷100 µm.

13.4 - Acciai inossidabili

Gli acciai inossidabili per armature di c.a. dovranno essere di tipo austentico ed avere un basso contenuto di carbonio; gli stessi secondo la classificazione AISI, saranno identificabili con le sigle 304L e 316L.

Il tipo di acciaio inox da utilizzarsi sarà stabilito nel progetto.

Le caratteristiche minime, chimiche e meccaniche degli acciai inossidabili per c.a. sono indicate nelle seguenti tabelle 1n e 2n:

TABELLA **1n** (caratteristiche chimiche)

Sigla AISI	**C**	**Mn**	**Si**	**P**	**S**	**Cr**	**Ni**	**Mo**
304L	≤ 0,03%	≤ 2,0%	≤ 1,0%	≤ 0,045%	≤ 0,03%	18 ÷ 20	8 ÷ 12	-
316L	≤ 0,03%	≤ 2,0%	≤ 1,0%	≤ 0,045%	≤ 0,03%	18 ÷ 20	8 ÷ 12	2 ÷ 3

TABELLA **2n** (caratteristiche meccaniche)

Sigla AISI	**Ftk MPa**	**Ftk MPa**	**A 5 %**	**HRB**
304L	≥ 540	≥ 430	≥ 12	≥ 79
316L	≥ 540	≥ 430	≥ 12	≥ 79

Dovranno inoltre risultare positivi gli esiti delle seguenti prove:

- piegamento e raddrizzamento su mandrino;
- indice di aderenza eseguito secondo il metodo "Beam Test".

Le giunzioni tra le barre dovranno essere realizzate tramite l'impiego di manicotti filettati, anch'essi in acciaio inox, avente le stesse caratteristiche delle barre sottoposte ad unione.

Tutti gli acciai inossidabili approvvigionati, dovranno essere provvisti di certificazione d'origine, attestante le caratteristiche chimiche e meccaniche del materiale; ad ogni carico giunto in cantiere la Direzione Lavori provvederà ad effettuare il prelievo di una campionatura per ogni diametro, che sarà inviato ad un laboratorio per le prove, di cui all'art. 20 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086.

13.5 - Acciaio per c.a.p.

13.5.1 - Fili, barre, trefoli

L'acciaio per c.a.p. deve essere controllato in stabilimento per lotti di fabbricazione, secondo le norme di cui al D.M. in vigore.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da certificati di laboratori ufficiali e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80÷100 cm.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili.

Ogni partita di acciaio controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Responsabile del Controllo Qualità Materiali in accordo con il 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 dei lotti di spedizione sottoposti 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.

13.5.2 - Cavo inguainato monotrefolo

Dovrà essere di tipo compatto, costituito da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, controllati in stabilimento, rivestito con guaina tubolare in polietilene ad alta densità, intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico.

Le caratteristiche dell'acciaio, i controlli, lo spessore della guaina dovranno essere conformi a quanto previsto al precedente punto 10.4.1 e a quanto riportato negli elaborati di progetto.

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il sistema proposto per l'ingrassaggio, l'infilaggio e l'eventuale sostituzione dei trefoli.

13.5.3 - Ancoraggi dell'armatura di precompressione

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi ai disegni di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio.

Per i cavi inguainati monotrefolo le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

13.6 - Acciai provenienti dall'estero

L'accettazione di prodotti provenienti dall'estero è subordinata al rispetto da parte dei produttori delle stesse procedure previste per i controlli in stabilimento dei prodotti nazionali.

Per i prodotti provenienti da paesi della Comunità Economica Europea, nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive autorità competenti, l'accettazione è subordinata, in alternativa, al riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel paese di origine da parte del Ministero dei Lavori Pubblici.

Per le caratteristiche degli acciai ed i controlli in cantiere, si richiama quanto precedentemente stabilito nelle presenti Norme Tecniche.

Art. 14 - Acciaio per carpenteria

14.0 - Generalità

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche della legge 05/11/1971 n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche» (DM in vigore); della legge 02/02/1974 n. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche» (D.M. 19/06/1984, D.M. 29/01/1985, D.M.LL.PP 24/01/1986, D.M. 04/05/1986 e relative istruzioni) e di tutte le leggi e Decreti Ministeriali inerenti le Norme di costruzione di manufatti in zona sismica.

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiamano qui espressamente anche le seguenti Norme UNI:

- UNI 7070/82 relativa ai prodotti laminati a caldo di acciaio non legato di base e di qualità;
- UNI 10011/88 relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere «qualificati»; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

14.1 - Collaudo tecnologico dei materiali

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali.

La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa.

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Di questo verbale sarà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.

Un'altra copia sarà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

14.2 - Controlli in corso di lavorazione

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

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 verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;

- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.

La Direzione Lavori dovrà inoltre procedere alla verifica del controllo del peso delle reazioni vincolari.

Alla Direzione 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 collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.

  Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;

- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare.

  I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;

- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;

- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;

- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

  Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;

- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;

- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;

- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 mm;

- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per l'intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

14.3 - Montaggio

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero 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, e tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che siano deformate o soprasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la contro-freccia 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 fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla 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 risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiate a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo sia controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi.

Per ogni unione con bulloni l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

Per i cavalcavia l'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che sia interrotto il traffico sulla sede autostradale, salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

14.3.1 - Strutture portanti

Le strutture portanti (pilastri, travi, ecc.), di qualsiasi sezione e dimensione anche composte a traliccio, comprendono anche la bulloneria, le piastre, i collegamenti strutturali e gli ancoraggi anche con impiego di malte reoplastiche antiritiro, le opere murarie.

Saranno finite mediante:

- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a due mani con ciclo "A";
- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a tre mani con ciclo "B";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura ad una mano con ciclo "C";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

Le strutture saranno realizzate nei colori, tipologie e dimensioni come indicate in progetto.

14.4 - Verniciature

14.4.1 - Generalità

Tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne.

Entrambi i cicli saranno preceduti da un’accurata preparazione mediante sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati.

Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto.

Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato.

Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione.

Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

Per entrambi i cicli: quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne, l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

a - in officina, a lavorazione ultimata:

. sabbiatura di tutte le superfici;

. applicazione dello strato di primer;

b - in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:

. spazzolatura dei punti da ritoccare;

. ritocchi sullo strato di primer;

. applicazione dello strato intermedio;

. applicazione dello strato di finitura.

14.4.2 - Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

L'Impresa, a sua cura e spese e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di fiducia e verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova.

L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato per un periodo di sette anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'Impresa resta obbligata ad eseguire, a propria cura e spese, i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire, a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.

L'Impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

14.4.3 - Preparazione delle superfici

14.4.3.1 - Sabbiature

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo.

Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.

Si effettuerà quindi la sabbiatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm.

A sabbiatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.

Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 h dalla sabbiatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine.

Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

14.4.3.2 - Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.

Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer.

La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).

Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.

Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 h dalla spazzolatura.

14.4.4 - Cicli di verniciatura

I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

14.4.4.1 - Ciclo per superfici in vista - Tabella 11 A -

14.4.4.1.1 - Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:

a - Sabbiatura di grado A Sa 2½;

b - Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,080 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido $\geq$ 76%;

- zinco metallico nel film secco ≥ 86%;
- legante silicato di etile;
- peso specifico della miscela ≥ 2500 g/l;
- temperatura minima di applicazione 260 K;
- Sovraverniciatura (con umidità relativa ≥ 50%):

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
260 K	7 d
277 K	48 h
289 K	24 h

14.4.4.1.2 - Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c - spazzolatura delle superfici da ritoccare di grado C St 3 previa sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera;

d - applicazione a pennello sulle superfici da ritoccare, dello strato di primer zincante organico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,060 mm avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido ≥ 80%;
- zinco metallico nel film secco ≥ 80%;
- legante epossipoliammidico;
- peso specifico della miscela ≥ 2500 g/l;
- temperatura minima di applicazione 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 85%)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	8 h
289 K	6 h

e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossipoliamminica modificata vinilica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,080 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido ≥ 59%
- legante epossipoliamminico modificato;
- peso specifico della miscela ≥ 1250 g/l;
- temperatura minima di applicazione 283 K;

- sovraverniciatura (con umidità relativa 30÷70%)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	24 h
289 K	12 h

f - applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretanica isocianico alifatica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,050 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido ≥ 57%
- legante poliuretano isocianico alifatico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela ≥ 1200 g/l;
- temperatura minima di applicazione 277 K

14.4.4.2 - Ciclo per superfici interne - Tabella 11 B -

14.4.4.2.1 - Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

a-b - si richiamano integralmente le norme precedenti.

14.4.4.2.2 - Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c-d- si richiamano integralmente le norme precedenti.

e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici; a base epossipoliammidica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,075 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido: ≥ 50%
- legante epossipoliammidico;
- peso specifico della miscela: ≥ 1.350 g/l;
- temperatura minima di applicazione: 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa: 0÷90%)

f - applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base epossicatramosa bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,150 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido: ≥ 75%
- legante epossidico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela: ≥ g/l 1500;

- temperatura minima di applicazione: 283 K

TABELLA 14 A - Ciclo di verniciatura per superfici in vista						
Esecuzione	in officina		in opera			
Caratteristiche	26.4.4.1.1/a	Primer zincante inorganico	26.4.4.1.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato intermedio	Strato di finitura
		26.4.4.1.1/b		26.4.4.1.2/d	26.4.4.1.2/e	26.4.4.1.2/f
applicazione	Sabbiatura A SA 2½	airless	Spazzolatura C St 3	pennello	airless	airless
spessore film secco mm		0,08		0,060	0,080	0,050
componenti n.		2,00		2,00	2,00	2,00
peso specifico g/l		≥2500		≥2500	≥1250	≥1200
contenuto solido		≥76%		≥80%	≥59%	≥57%
zinco metallico nel film secco		≥86%		≥80%		
legante		silicato di etile		epossipoliammidico	epossipoliammidico vinilico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicazione		260 K		283 K	283 K	277 K
sovraverniciature alle diverse temperature		a 260K: 7d a 277K: 48h a 289K: 24h		a 283K: 8h a 289K: 6h	a 283K: 24h a 289K: 12h	

TABELLA 14 B - Ciclo di verniciatura per superfici interne						
Esecuzione	in officina		in opera			
Caratteristiche	26.4.4.2.1/a	Primer zincante inorganico	26.4.4.2.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato intermedio	Strato di finitura
		26.4.4.2.1/b		26.4.4.2.2/d	26.4.4.2.2/e	26.4.4.2.2/f
applicazione	Sabbiatura A SA 2½	airless	Spazzolatura C St 3	pennello	airless	airless
spessore film secco mm		0,08		0,060	0,075	0,150
componenti n.		2,00		2,00	2,00	2,00
peso specifico g/l		≥2500		≥2500	≥1350	≥1500
contenuto solido		≥76%		≥80%	≥50%	≥75%
zinco metallico nel film secco		≥86%		≥80%		
legante		silicato di etile		epossipoliammidico	epossipoliammidico	epossidico
temperatura minima di applicazione		260 K		283 K	283 K	283 K
sovraverniciature alle diverse temperature		a 260K: 7d a 277K: 48h a 289K: 24h		a 283K: 8h a 289K: 6h	a 283K: 24h a 289K: 12h	

14.5 - Ciclo di verniciatura con pittura ignifuga intumescente

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno.

Il trattamento protettivo della carpenteria metallica trattata con vernice intumescente dovrà essere il seguente:

1) In officina:

- sabbiatura A SA2½ delle norme SIS;
- applicazione di uno strato di primer zincante inorganico con spessore del film secco pari 0,080 mm.

2) In opera:

- operazioni di pulizia, eliminazione di polvere e parti incoerenti previo lavaggio, sgrassaggio delle superfici, accurata spazzolatura meccanica e/o manuale delle zone eventualmente deteriorate;
- ritocchi, ove necessario, con primer epossipoliammidico del tipo "surface tolerant", dato a pennello, per uno spessore di film secco pari a 0,100 mm;
- strato generale di collegamento fra lo zincante inorganico ed il rivestimento intumescente;
- epossipoliammidico al fosfato di zinco con spessore 0,070 mm;
- applicazione di rivestimento intumescente, idoneo a conferire, ad ogni singolo elemento (lamiere, profilati, ecc.) in base alla propria resistività, la resistenza al fuoco di classe R 30 (30 minuti) in grado di sopportare l'esposizione agli agenti atmosferici per almeno 6 mesi senza degradarsi in assenza dello strato di protezione superficiale. Al fine di raggiungere la classe di resistenza al fuoco prescritta lo spessore del film secco dovrà essere minimo di 0,250 mm. Il rivestimento dovrà essere applicato in 1 (una) mano a spruzzo airless.
- applicazione dello strato finale, a spruzzo airless, con funzioni estetico protettive a base di resine poliuretaniche alifatiche, dato in almeno 2 strati, per uno spessore complessivo non inferiore a 0,130 mm.

Il prodotto costituente il rivestimento intumescente dovrà essere certificato in base alla curva temperatura/tempo ISO 834, secondo BS 476 e rispondere a quanto specificato nella circolare del Ministero degli Interni n. 91 e nella normativa UNI 9503.

Circa le temperature, i tempi ed il grado di umidità per le operazioni di sovraverniciatura si farà riferimento a quanto indicato dalla Direzione Lavori.

14.6 - Manufatti in acciaio profilato

L'Impresa dovrà porre in opera a qualsiasi altezza, anche mediante saldature da effettuarsi in opera, comprese le assistenze murarie, ringhiere, parapetti,

scale, pensiline, cancelli ecc., come da disegni di progetto, complete di accessori, minuterie e ferramenta mediante grigliati, lamiere e profilati in acciaio per strutture saldate, di qualsiasi sezione e profilo.

L'acciaio dovrà essere minimo del tipo Fe 430 di grado B certificato all'origine, avente le stesse caratteristiche chimiche degli acciai da sottoporre a trattamento di zincatura.

I materiali da zincare a caldo dovranno avere lo spessore previsto in progetto e comunque non inferiore a Z 350, come da prospetto II Norma UNI 10147.

Saranno finiti mediante:

- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e con verniciatura a tre mani con ciclo "B";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata, sgrassatura e verniciatura ad una mano con ciclo "C";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata, sgrassatura e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

La tipologia, le dimensioni e la finitura sono in funzione delle scelte progettuali.

14.7 - Botole, chiusini, ecc.

Le botole, i chiusini, ecc., realizzati in lamiera di ferro striata, di qualsiasi dimensione e spessore, compresa eventuale intelaiatura con profilati di ferro e le opere murarie, saranno finite mediante:

- zincatura a caldo a lavorazione ultimata;
- spazzolatura meccanica e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

Saranno nei colori, tipologie e dimensioni come indicate in progetto e dovranno essere conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

14.8 - Scala retrattile

Realizzata in acciaio zincato e botola a ribalta in legno, data in opera completa di corrimano telescopico e maniglioni, per altezza di piano fino a 3,20 m.

14.9 - Griglie pedonabili e/o carrabili

Saranno in pannelli costituiti da longherine portanti e distanziali in acciaio zincato a caldo, aventi sezione come indicato nei disegni di progetto e dovranno essere conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

Art. 15 - Apparecchi d'appoggio per impalcati

15.1 - Scopo

Le presenti Norme Tecniche riguardano gli apparecchi d'appoggio utilizzabili per opere d'arte stradali e autostradali.

Sono regolati da tali Norme i seguenti dispositivi:

- apparecchi d'appoggio d'acciaio e in acciaio aventi superfici di scorrimento in politetrafluoroetilene (PTFE);
- apparecchi d'appoggio di gomma armata (elastomerici).

15.2 - Riferimenti normativi

- Decreto Ministeriale 04.05.90: "Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali".
- "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 e relativo D.M. in vigore).
- Istruzioni CNR 10011-85 "Costruzioni d'acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione".
- Istruzioni CNR 10018-87 "Apparecchi d'appoggio di gomma e PTFE nelle costruzioni; istruzioni per il calcolo e l'impiego".

15.3 - Caratteristiche e tipologie degli apparecchi d'appoggio

15.3.1 - Caratteristiche generali

Gli apparecchi d'appoggio devono essere muniti di una targhetta metallica, collegata al supporto, sulla quale devono essere riportate, in modo indelebile, le seguenti indicazioni:

- nome del costruttore e anno di fabbricazione;
- tipo d'apparecchio;
- carichi nominali, verticale ed orizzontale;
- entità dei movimenti di progetto;
- sigla d'identificazione del lotto d'appartenenza.

Gli appoggi mobili devono possedere anche una scala graduata e un indice di misura dello scorrimento.

Gli appoggi devono poter essere tolti dalla loro sede in opera con un innalzamento massimo dell'impalcato di 40 mm, necessario esclusivamente al trasferimento del carico ed allo sfilamento degli appoggi.

15.3.2 - Appoggi d'acciaio e in acciaio con PTFE

15.3.2.1 - Appoggi fissi

Si definiscono appoggi fissi quelli che trasmettono tutte le forze e pertanto non consentono alcuno spostamento. Si suddividono in:

a)- Appoggi oscillanti a contatto lineare

Si basano sul principio del rotolamento tra due superfici. Sono costituiti da due piastre d'acciaio, una piana, l'altra sagomata a calotta cilindrica, a contatto tra loro lungo una generatrice del cilindro.

Saranno forniti di perni opportunamente sagomati calettati su una delle due piastre; detti perni s'impegnano in sedi ricavate sulla piastra complementare.

b)- Appoggi oscillanti a disco elastomerico confinato

Si basano sul principio della deformazione di un disco di gomma confinato.

Tali appoggi, permettendo rotazioni fra il basamento (vaso) ed il coperchio (pistone) realizzano quindi una cerniera sferica.

Sono costituiti da un disco di gomma confinato in una sede cilindrica ricavata in un elemento d'acciaio (vaso).

In tale sede s'impegna in maniera complementare un pistone basculante. Sulla superficie superiore del disco di gomma, lungo la circonferenza esterna va ricavata una sede per l'alloggiamento di un anello metallico di tenuta.

c)- Appoggi oscillanti con superfici di scorrimento in politetrafluoroetilene (PTFE)

In essi la rotazione avviene per strisciamento tra superfici in PTFE ed acciaio inossidabile, l'una concava e l'altra convessa.

Le superfici di scorrimento possono essere cilindriche o sferiche, a seconda che si voglia realizzare una cerniera cilindrica o una sferica, e d'opportuna curvatura in modo da evitare il pericolo dello scalottamento.

15.3.2.2 - Appoggi semifissi

Sono una speciale tipologia d'appoggi mobili unidirezionali che consentono spostamenti relativi tra elementi strutturali in senso trasversale o più correttamente in senso parallelo all'asse di rotazione della cerniera cilindrica quando tale scorrimento sia di modesta entità (max ± 20 mm). Possono essere realizzati soltanto con appoggi a cerniera cilindrica in cui la rotazione avviene per strisciamento tra superfici in PTFE ed acciaio inossidabile, demandando a queste stesse superfici anche lo sviluppo dello scorrimento trasversale.

Sono realizzati in maniera analoga ai corrispondenti appoggi di tipo fisso, creando un idoneo gioco trasversale tra i due elementi costituenti.

15.3.2.3 - Appoggi mobili

Tali appoggi si compongono essenzialmente di due parti:

- la parte oscillante, che può essere realizzata in maniera analoga ad un appoggio fisso (a contatto lineare, a disco elastomerico, a scorrimento di superficie in PTFE);
- la parte scorrevole, che è costituita da una piastra d'acciaio avente una delle superfici rivestita con una lamiera d'acciaio inossidabile; il tutto

scorrevole su di un cuscinetto piano in PTFE parzialmente incassato in uno degli elementi della parte oscillante.

Tali appoggi, secondo com'è realizzata la parte oscillante, possono essere:

- oscillanti scorrevoli con contatto lineare;
- oscillanti scorrevoli a disco elastomerico;
- oscillanti scorrevoli a cerniera cilindrica;
- oscillanti scorrevoli a calotta sferica.

Gli appoggi mobili si dividono in due categorie:

- appoggi mobili multidirezionali: permettono lo spostamento secondo una direzione qualsiasi;
- appoggi mobili unidirezionali: permettono lo spostamento in una sola direzione mediante dispositivi che sono indicati con il termine "barre di guida".

Questa barra di guida è di norma parzialmente incassata e fissata alla parte oscillante dell'appoggio. Questa barra, lateralmente dotata di pattini di scorrimento in materiale a basso coefficiente d'attrito, s'impegna in una cava ricavata sulla piastra scorrevole; i fianchi di tale cava sono rivestiti con una lamiera d'acciaio inossidabile al fine di garantire la qualità delle superfici di scorrimento.

15.3.3 - Appoggi di gomma (elastomerici)

Gli appoggi di gomma sono costituiti da più strati di gomma separati fra loro da lamierini d'acciaio vulcanizzati alla gomma stessa.

La vulcanizzazione ha il duplice scopo di proteggere l'acciaio dalla corrosione e di trasmettere le azioni tangenziali dalla gomma al lamierino.

Non sono ammessi appoggi elastomerici non armati.

Tali appoggi devono essere ottenuti mediante vulcanizzazione in appositi stampi a pianta circolare o rettangolare previa approvazione della Direzione Lavori; non sono ammessi appoggi ricavati per taglio d'elementi di dimensioni superiori.

Non sono ammessi appoggi elastomerici con elementi di PTFE vulcanizzati direttamente alla gomma, disposti superiormente od inferiormente.

Per le sue caratteristiche costruttive e le modalità di calcolo di tali appoggi si rimanda al CNR 10018/87.

15.4 - Materiali-requisiti

15.4.1 - Acciaio da costruzione

Per tutti gli acciai da costruzione impiegati per la realizzazione degli appoggi dovranno essere indicate le normative di riferimento.

Gli acciai impiegati in elementi soggetti a verifica strutturale dovranno avere i seguenti requisiti minimi di resilienza:

Prova di resilienza a - 20 °C, secondo UNI 4713: $\geq$ 27 J.

Tutte le parti in acciaio, eccettuati i tipi di acciaio resistenti alla corrosione, devono essere protette dalla corrosione in tutte le superfici non a contatto con calcestruzzo, compresa una striscia di 30 mm della parte a contatto col calcestruzzo.

Non necessitano protezioni anticorrosive gli elementi d'acciaio interamente ricoperti da gomma per uno spessore non inferiore a 2 mm e quelli del tipo WT ST 510-3. 9 CrNiCuP324; CORTEN o similari.

Per la definizione del sistema di protezione anticorrosiva, l'Impresa deve documentare come minimo:

- la preparazione della superficie;
- il tipo di rivestimento della superficie (zincatura a spruzzo, due strati di vernice epossidica, clorocaucciù, ecc.);
- lo spessore minimo di un singolo strato asciutto e spessore minimo totale del film secco;
- la procedura per il trattamento di danneggiamenti locali nella protezione anticorrosiva.

La documentazione dovrà essere debitamente controfirmata dal Produttore delle materie prime o dei componenti che saranno utilizzati nell'appoggio.

15.4.2 - Acciaio inossidabile

Per tutti gli acciai impiegati nel progetto di costruzione degli appoggi dovranno essere indicate le normative di riferimento.

Per le superfici di scorrimento in accoppiamento con parti in PTFE o altro materiale antifrizione, è prescritto l'impiego di acciaio inossidabile tipo X 5 Cr Ni Mo 1712-UNI 8317 (AISI 316).

15.4.3 - Ancoraggi e bulloneria

Per i tirafondi e la bulloneria in genere sarà impiegato acciaio ad alta resistenza.

15.4.4 - Altri materiali

Per tutti i materiali impiegati nel progetto di costruzione degli appoggi dovranno essere indicate le normative di riferimento. Qualora non esistano, l'Impresa dovrà corredare il progetto di un’idonea documentazione sperimentale comprovante le caratteristiche prestazionali del materiale utilizzato, relativamente alle sole componenti strutturali, ad esclusione quindi degli elementi accessori degli apparecchi d'appoggio.

15.4.5 - Gomma (elastomeri)

Le caratteristiche della gomma dovranno essere conformi alla raccomandazione CNR 10018/87. Tassativamente dovrà essere esente da materiali rigenerati o da polveri di gomma vulcanizzata di recupero.

15.4.6 - Malte, betoncini e resine

- **Malta cementizia**, reoplastica, a ritiro compensato, fibrorinforzata, predosata con le caratteristiche indicate nelle malte per ripristini, "tipo C", salvo migliori disposizioni progettuali.
- **Betoncino cementizio**, reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato con le caratteristiche indicate nei betoncini per ripristini, "tipo G", salvo migliori disposizioni progettuali.
- **Malta di resina** per spessoramenti con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

1) Resistenza a compressione - UNI 6132 rilevata su cubi aventi lato di 40 mm a 20 °C dopo 1 d di stagionatura: 60 MPa.
2) Resistenza a flessotrazione rilevata su prismi di 40x40x160 mm a 20 °C dopo 1 d di stagionatura in accordo all'UNI 6133: 25 MPa.
3) Modulo elastico secante a compressione secondo UNI 6556: superiore a 10.000 MPa.
4) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1: 3 MPa (rottura del supporto in cls).
5) Ritiro - UNI 8687: inferiore a 0,005%.
6) Assorbimento di acqua - UNI 7699: inferiore a 0,3% in peso.

- **Sigillante di natura polisolfurica** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

1) Resistenza a trazione - UNI 8202 parte 8: 0,5 MPa.
2) Allungamento a rottura - UNI 8202 parte 8: 250%.
3) Permeabilità all'acqua - UNI 8202 parte 21: nulla.
4) Resistenza in nebbia salina - ASTM R 117: 650 h.
5) Durezza - UNI 4916: 25 ShA.

- **Malta di resina con funzione di adesivo** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

1) Resistenza a compressione - UNI 4279: 90 MPa.
2) Resistenza a flessotrazione - UNI 7219: 50 MPa.
3) Adesione al metallo - ASTM D 1002: 10 MPa.
4) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1: 3 MPa (rottura del supporto in cls).

5) Ritiro lineare - ASTM D 2556: inferiore a 0,0013 cm/cm.

6) Modulo elastico secante a compressione - UNI 6556: 6 GPa.

7) Gel time - ASTM D 2471: 5°C=150 min; 20 °C=45 min.

15.4.7 - Grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici

Le superfici di scivolamento (PTFE ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione.

Si dovranno prevedere apposite cavità, per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso di silicone che conservi la sua efficacia fino a -35 °C.

Detto grasso non dovrà resinificare né aggredire i materiali costituenti le superfici di scorrimento. Esso dovrà essere in particolare conforme alle seguenti norme:

- penetrazione su campione rimaneggiato: 240-295 DMM (DIN 51 804);
- punto di congelamento: $\leq$ 50 °C (DIN 51 556);
- essudazione (Bleeding) a 24 h e 150 °C: $\leq$ 3% (US-FED.T.M.Std 791-321.2).

15.5 - Prescrizioni costruttive

15.5.1 - Prescrizioni sugli elementi costruttivi

15.5.1.1 - Ancoraggio degli appoggi

Gli appoggi possono essere solidarizzati alle strutture in c.a. mediante allettamento di malta cementizia o di resina epossidica o mediante ancoraggio affidato superiormente e inferiormente a dispositivi di tipo meccanico, a seconda che le forze orizzontali siano minori o maggiori di un certo valore stabilito dal progettista.

Le dimensioni in pianta delle eventuali contropiastre devono essere maggiori o uguali a quelle dell'elemento a contatto.

Nel caso di strutture in c.a. ordinario, realizzate in opera, dopo il posizionamento degli appoggi, è ammesso omettere le contropiastre predisponendo opportuni tirafondi e garantendo, comunque, la sostituibilità degli appoggi.

La solidarizzazione alle strutture metalliche deve avvenire esclusivamente mediante unioni di tipo meccanico.

Ciascun accoppiamento deve essere garantito per un altezza non inferiore ai 10 mm.

In ogni caso sono vietati i collegamenti con viti sollecitate a taglio non conformi alle normative.

15.5.1.2 - Barre di guida

Le guide devono essere incassate con interferenza, per almeno 5 mm, su incavi ricavati sul supporto; l'altezza dell'incasso sarà verificata alla pressione di contatto.

15.5.1.3 - Piastre di scorrimento

Le piastre di scorrimento vanno verificate in base alla loro deformazione.

Se la deformazione relativa (vedi allegato, fig. 1) eccede i valori forniti di seguito, si otterrà un gioco piccolo ed inaccettabile tra le piastre ed un'alta usura del PTFE.

Poiché ciò potrebbe mettere in pericolo il buon funzionamento nel tempo degli elementi di scorrimento, la deformazione dovrà rispettare i seguenti valori:

- la deformazione relativa $\Delta Wa = \Delta W1 + \Delta W2$ (vedi allegato, fig. 1) riferita alla dimensione L del pattino in PTFE, non dovrà eccedere il valore limite:

  $$h0{,}45 - 2\sqrt{h/L}$$

  per pattini in PTFE incassati, oppure:

  $$1{,}25 - 8{,}77/\sqrt{L}$$

  per pattini in PTFE incollati; dove **h** è lo spessore del pattino in PTFE esclusa la parte incassata;
- la sollecitazione indotta da questa deformazione nella piastra di supporto non dovrà eccedere la sollecitazione di snervamento.

Per la verifica delle prescrizioni citate si farà riferimento a quanto riportato negli elaborati progettuali.

15.5.1.4 - Superfici di accoppiamento

Le superfici esterne dell'appoggio che vanno ad accoppiarsi con superfici metalliche della struttura (trave, contropiastre, ecc.) possono ammettere un errore sulla planarità inferiore allo 0.05% del diametro o del lato più lungo di tale superficie.

15.5.1.5 - Tolleranze negli accoppiamenti e gioco totale

Ad esclusione dell'accoppiamento tra perno e contropiastra d'ancoraggio che avrà un gioco di 1,5 mm ± 0,5 mm, per gli accoppiamenti tra perni e sede di ricevimento devono prevedersi i seguenti accoppiamenti h11/H10 (UNI 7218).

L'accoppiamento tra guida e sede di scorrimento dovrà avere un gioco totale non superiore a 0.8 mm.

Il gioco totale dell'apparecchio di appoggio inteso come sommatoria delle tolleranze di costruzione dei vari pezzi che lo costituiscono (ad esclusione delle zanche e delle contropiastre) dovrà essere non superiore ad 1 mm con una tolleranza di ± 0.5 mm. Tale valore dovrà essere verificato in fase di effettuazione delle prove funzionali.

15.5.1.6 - Politetrafluoroetilene (PTFE)

Il rivestimento in PTFE deve essere incassato in recessi a spigoli vivi; nel caso di superfici curve è consentito anche l'incollaggio.

Detto rivestimento deve essere costituito da una superficie unica o da più strisce della dimensione minima di 50 mm, ovvero da settori circolari con angolo al centro di almeno 60°.

Gli spessori del PTFE e, per quello incassato, della sporgenza dall'incavo devono essere conformi ai valori indicati, in funzione della dimensione massima, nella tabella 4 della C.N.R. 10018/87.

I pattini laterali in PTFE devono essere sempre incassati nella guida: la dimensione minima degli stessi può essere di 10 mm, invece che di 50 mm come indicato al punto precedente.

Pattini laterali di materiale diverso dal PTFE devono essere incassati o fissati meccanicamente alla guida. Non è ammesso il solo incollaggio.

Il PTFE deve avere sulle superfici di contatto con l'acciaio inox delle impronte di lubrificazione.

15.5.1.7 - Lamiere di acciaio inossidabile

Le lamiere di acciaio inossidabile a contatto con il PTFE devono avere uno spessore non inferiore a 2.5 mm (tale valore può essere ridotto a 2 mm per superfici curve) e devono essere collegate al supporto mediante un cordone continuo di saldatura inox oppure con viti o rivetti inox di diametro = 5 mm, disposti ad un interasse non superiore ai 300 mm ed a una distanza dal bordo non inferiore ai 9 mm ed in ogni caso in posizione tale da non interessare mai i pattini in PTFE. In questo secondo caso si dovrà prevedere o l'incollaggio delle lamiere inox al supporto oppure la protezione anticorrosiva di quest'ultimo.

15.5.1.8 - Protezioni

Gli appoggi devono essere dotati di un idoneo sistema di protezione antipolvere composto da raschiapolvere e parapolvere, prevedendo per quest'ultimo la possibilità di sostituzione senza rimuovere gli apparecchi d'appoggio.

Tale sistema di protezione dovrà consentire, mantenendo la sua funzionalità, tutti i movimenti di progetto previsti per gli appoggi medesimi.

15.5.2 - Prescrizioni costruttive per appoggi oscillanti

A disco elastomerico confinato.

- Il pistone basculante, in corrispondenza della rotazione massima richiesta dal progetto, deve risultare impegnato nella sede circolare per almeno 10 mm. La superficie di contatto del pistone con il vaso del pistone può essere cilindrica qualora la larghezza di contatto sia inferiore ai 15 mm e la rotazione inferiore a 0,025 rad.
- Per larghezze superiori e/o angoli di rotazione maggiori, tale superficie andrà sagomata a settore sferico con raggio non inferiore a metà del diametro o a 250 mm (dei due il maggiore).

- La massima distanza diametrale tra il vaso e il pistone non deve essere superiore ad 1 mm.
- La rotazione massima non deve provocare una deformazione della gomma in corrispondenza del perimetro del disco, superiore al 10% dello spessore iniziale.
- L'anello di guarnizione deve avere uno spessore complessivo non inferiore a 2 mm e garantire un idoneo confinamento della gomma.
- Lo spessore minimo del vaso adiacente al disco elastomerico non deve essere inferiore a 12 mm o a 1/50 del diametro del disco (dei due il maggiore).

A contatto lineare.

- I perni di contrasto devono essere calettati per almeno 20 mm in fori ricavati nella piastra di fissaggio.

  I perni, inoltre, anche in corrispondenza della rotazione massima, devono risultare impegnati nella sede per almeno 20 mm, misurati tra il punto di contatto più alto e la sommità dei perni medesimi.
- Lo spessore minimo degli elementi interessati dalle pressioni Hertziane, che si sviluppano nella zona di contatto lineare, deve essere tale da garantire una ripartizione di tali pressioni assumendo un angolo di diffusione non superiore ai 45°.

15.5.3 - Saldature

15.5.3.1 - Saldature non strutturali

Sono considerate saldature non strutturali tutte le saldature di materiali accessori o di sigillatura per le quali non sono necessarie verifiche statiche, come ad esempio:

- saldature di piastre di acciaio inossidabile su acciaio strutturale per superfici di scorrimento;
- saldature di particolari bloccaggi provvisori non sollecitati se non dal peso proprio dell'apparecchiatura;
- saldatura di indici di scorrimento;

Per tali giunzioni sono ammessi i seguenti tipi di saldatura:

- saldatura manuale ad arco con elettrodo rivestito secondo UNI 5132;
- saldatura semiautomatica o automatica sotto protezione di gas (MAG-MIG);
- saldatura manuale sotto protezione di gas con apporto di materiale (TIG);

Tutte le saldature da realizzare dovranno essere descritte in apposite specifiche (WPS) dove saranno indicati almeno i seguenti parametri:

- tipo di materiale da saldare e loro spessore;
- tipo di giunto da realizzare e la sua preparazione (UNI 1307/2, UNI 11001);

- tipo di procedimento da adottare (UNI 1307/1);
- tipo e dimensione dell'elettrodo da utilizzare (UNI 5132, UNI 8031, UNI EN 26848);
- posizione di saldatura (UNI EN 287/1);
- tipo e flusso di protezione se applicabile;
- temperature minime e massime caratteristiche (preriscaldi, interpas, e postriscaldi se necessari);
- caratteristiche elettriche.

15.5.3.2 - Saldature strutturali

Sono considerate saldature strutturali tutte le saldature che necessitano di verifica statica per assicurare il loro corretto funzionamento:

- saldature di parti di carpenteria atte alla realizzazione di parti speciali di apparecchi;
- parti di appoggio destinate all'ancoraggio alla struttura (piastre, perni, pioli, ecc.);
- parti di appoggio destinate alla guida dello scorrimento.

Per tali giunzioni sono ammessi i seguenti tipi di saldatura:

- saldatura manuale con elettrodo rivestito e rivestimento di tipo basico;
- saldatura semiautomatica o automatica sotto protezione di gas (MAG-MIG);
- saldatura automatica ad arco sommerso.

Tutte le saldature da realizzare dovranno essere descritte in apposite Specifiche.

I procedimenti dovranno essere qualificati secondo quanto indicato sulla norma UNI EN 288.

I saldatori che realizzano il giunto dovranno essere qualificati secondo quanto indicato dalla Norma UNI EN 287/1.

15.5.4 – Accessori

15.5.4.1 - Bloccaggi temporanei per il trasporto e la preregolazione

Deve essere assicurato che al momento del collegamento alle strutture, gli appoggi abbiano la configurazione geometrica prevista in progetto. Ogni appoggio che non sia intrinsecamente idoneo a mantenere la configurazione prevista deve essere dotato di un adeguato sistema di bloccaggio temporaneo.

Questi sistemi non possono essere utilizzati per la trasmissione di sollecitazioni legate a fenomeni transitori dovuti alla tecnologia utilizzata per la realizzazione dell'opera.

I sistemi di bloccaggio temporaneo devono essere posizionati in modo che sia possibile identificarli e rimuoverli facilmente al termine della loro funzione. Pertanto, tutti gli elementi che li compongono devono essere chiaramente identificabili e distinguibili dall'appoggio e devono essere colorati in modo diverso.

I bloccaggi temporanei devono garantire il mantenimento della preregolazione del dispositivo.

15.5.4.2 - Accessori per la movimentazione

Le indicazioni di questo punto riguardano gli oggetti di peso superiore a 5 kN preposti all'aggancio per la movimentazione dei dispositivi.

Con il termine generico di accessorio per la movimentazione s'intendono tutti gli elementi interessati a tale scopo fra i quali: golfari, ganci, semplici fori per il passaggio di perni, zone per il passaggio di funi o imbracature, ecc..

Per la realizzazione dei sistemi di bloccaggio provvisorio possono essere realizzati sia componenti unificati secondo DIN 580 con stampigliata l'indicazione della portata massima di esercizio, sia con elementi di acciaio appositamente progettati.

15.5.4.3 - Bloccaggi provvisori di forza

Quando ciò sia richiesto dal progetto dell'opera, possono essere utilizzati sistemi di bloccaggio provvisorio di forza allo scopo di assicurare un collegamento di tipo rigido durante la fase di costruzione dell'opera stessa. Di norma questi elementi devono essere distinti dall'apparecchio d'appoggio e progettati in base ai dati indicati dal progettista dell'opera.

Nel caso essi debbano essere montati sull'appoggio, solo al momento della rimozione di detti accessori lo stesso acquisterà la sua piena funzionalità.

Quando siano utilizzati sistemi di bloccaggio di forza, questi possono anche svolgere la funzione di bloccaggio temporaneo.

I bloccaggi provvisori di forza vengono di norma realizzati come accessori dell'appoggio, utilizzando elementi di normale impiego, quali perni, staffe, piastre, viti, ecc..

Devono essere realizzati in modo che possano essere facilmente rimossi o disattivati quando l'appoggio cui sono applicati è posto in opera. A tal fine, tutti gli elementi che li compongono devono essere chiaramente identificabili e distinguibili dall'appoggio e devono essere colorati in modo diverso.

In considerazione del previsto comportamento globale dell'opera durante il periodo di utilizzazione dei bloccaggi provvisori di forza, possono essere richiesti a quest'ultimo requisiti prestazionali particolari, quali per esempio:

- possibilità di essere disattivati sotto carico;
- possibilità di essere installati in stato di presollecitazione.

15.5.4.4 - Sistemi di protezione

I sistemi di protezione devono garantire la protezione degli appoggi di vincolo o di loro parti il cui danneggiamento possa costituire pregiudizio alla funzionalità di questi ultimi.

Con il termine generico di sistema di protezione s'intende indicare tutti quegli elementi rigidi o flessibili che assolvano la funzione sopra indicata.

In linea di massima possono essere identificati come carters, soffietti, raschiapolvere, parapolvere, grate di protezione, ecc..

I requisiti funzionali richiesti ai sistemi di protezione sono:

- esercitare una protezione adeguata alla natura delle prevedibili aggressioni;
- esercitare tale protezione in tutte le possibili configurazioni dell'appoggio;
- non interferire con la funzionalità dell'appoggio;
- avere una durabilità comunque compatibile con i previsti interventi di manutenzione.

15.6 - Posa in opera

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori un mese prima di iniziare le lavorazioni i disegni relativi alle predisposizioni ed alla procedura di montaggio in opera degli appoggi in posizione di scorrimento medio. Su tali elaborati dovranno in ogni caso essere riportate le tolleranze di fabbricazione secondo normativa UNI 5307 e le tolleranze relative alle operazioni di posa in opera. Tali indicazioni dovranno in ogni caso riguardare i seguenti punti:

- planarità dei piani di posa;
- parallelismo dei due piani di interfaccia;
- dimensioni sedi e/o predisposizioni;
- posizione ed interassi degli ancoraggi.

Tali elaborati saranno ritenuti idonei previa accettazione da parte della Direzione Lavori.

Variazioni rispetto ai valori progettuali riportati nei suddetti disegni dovranno essere concordate tra l'Impresa e la Direzione Lavori e controfirmate dal Fornitore in qualità di progettista e costruttore dell'appoggio.

Si precisa che la posa in opera degli appoggi deve essere effettuata sulla base di un apposito disegno nel quale siano riportate tutte le informazioni necessarie per effettuare questa delicata operazione.

All'atto della posa in opera gli appoggi dovranno risultare chiaramente distinguibili, con indicazione precisa del tipo, l'asse e la direzione dei movimenti consentiti (ad esempio mediante fogli adesivi rimovibili da porre sulla piastra superiore dell'appoggio).

Non è consentito l'uso degli appoggi definitivi per operazioni (movimenti, trasmissione di forze, ecc.) anche se transitorie, legate alla tecnologia di realizzazione dell'opera salvo specifica procedura approvata dal progettista, da eseguire sotto la supervisione del Fornitore.

15.6.1 - Generalità

Le superfici sulle quali devono essere posizionati gli apparecchi di appoggio devono essere il più possibile piane e parallele.

Gli apparecchi di appoggio devono essere posti in opera tra due superfici orizzontali anche in presenza di impalcati in pendenza. È consentita la ripresa di tale pendenza da parte degli appoggi mediante idonea lavorazione delle piastre a contatto con l'impalcato. I baggioli dovranno avere altezza atta a consentire il posizionamento dei meccanismi di sollevamento dell'impalcato.

15.6.2 - Preregolazioni

Le preregolazioni degli appoggi avverranno in base ai dati forniti dalla Direzione dei Lavori con comunicazione scritta da inviare prima dell'inizio della posa in opera.

La preregolazione dovrà tenere conto dell'apertura strutturale esistente, della funzionalità degli appoggi precedentemente approvati e della capacità di movimento degli stessi.

Di norma la preregolazione dovrà essere effettuata presso lo stabilimento del Fornitore; gli eventuali aggiustamenti in cantiere potranno essere fatti in presenza della Direzione Lavori e del Fornitore dell'appoggio. All'atto della posa in opera, la corsa disponibile degli appoggi mobili deve essere preregolata rispetto alla temperatura media di posa in opera, in modo che l'asse di appoggio risulti, a deformazioni lente esaurite, centrato in condizione di temperatura media.

15.6.3 - Posa in opera degli appoggi di gomma (elastomerici)

Gli appoggi di gomma devono essere disposti a diretto contatto con le strutture, previa regolazione del piano di posa con malta cementizia, rispettando esattamente le quote plano-altimetriche di progetto, lo scostamento massimo della planarità non dovrà superare 1 mm.

Se l'impalcato è costruito in opera direttamente sugli apparecchi di appoggio, è opportuno interporre delle coppelle prefabbricate in c.a., ammorzate nel getto delle sovrastrutture.

È inoltre conveniente posizionare gli eventuali appoggi rettangolari con il lato minore parallelo all'asse della trave in modo da permettere una maggiore rotazione.

Non è consentito l'incollaggio degli appoggi elastomerici alle strutture.

15.6.4 - Posa in opera di appoggi di acciaio ed in acciaio-teflon

La posa in opera degli appoggi sul pulvino avviene di norma mediante l'interposizione di spessori regolati in modo da far risultare gli appoggi stessi perfettamente orizzontali e nell'esatta posizione planimetrica e altimetrica.

È necessario, pertanto, che i baggioli in c.a. risultino a quota leggermente inferiore a quella degli appoggi. La differenza di quota, da compensare con malta di resina deve essere compresa tra 10 e 20 mm.

Nel caso in cui il collegamento dell'appoggio all'impalcato avvenga mediante l'interposizione di una contropiastra, è vietata la saldatura anche provvisoria e non strutturale della stessa all'apparecchio di appoggio.

Durante il trasporto e il posizionamento, le parti mobili degli apparecchi d'appoggio devono essere fissate mediante collegamenti provvisori da rimuovere dopo la loro posa in opera e prima del varo delle travi. Detti collegamenti devono essere verniciati con colore diverso da quello dell'appoggio e devono riportare l'indicazione della loro rimozione dopo la posa in opera. I fori risultanti saranno quindi sigillati con idoneo prodotto siliconico o viti zincate.

Le travi dovranno essere varate su calaggi e su idonei dispositivi che evitino il contatto accidentale con gli apparecchi d'appoggio e ne permettano un graduale abbassamento.

Tale procedura può essere omessa solo per gli appoggi di tipo mobile multidirezionale.

15.7 - Prove

15.7.1 - Generalità

L'Impresa dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei lavori Pubblici n. 2357 del 16.05.1996 e successivi aggiornamenti.

Le prove ed i controlli devono essere effettuati per dimostrare la conformità dei prodotti alle indicazioni progettuali. L'accettazione delle partite avverrà tramite prove a carico delle Imprese esecutrici eseguite nel laboratorio della Committente o del Fornitore.

Qualora la Direzione Lavori rifiuti una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute. I materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spesa della stessa Impresa.

L'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori non esime l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita delle opere.

15.7.2 - Prove di accettazione: appoggi di gomma (elastomerici), in acciaio e in acciaio PTFE

Gli apparecchi di appoggio completamente assemblati saranno sottoposti a collaudo visivo, dimensionale e funzionale.

Le prove da eseguire sugli appoggi di gomma dovranno garantire il soddisfacimento dei requisiti richiesti dalle presenti Norme.

La Direzione Lavori, per ciascuna partita di 50 appoggi o frazioni di 50, preleverà a caso un esemplare da sottoporre a prove distruttive presso un Laboratorio di sua fiducia, secondo le citate norme CNR 10018/87.

Qualora dette prove diano esito negativo, esse saranno ripetute su altri due esemplari prelevati a caso dalla stessa partita; in caso di esito negativo anche su uno soltanto di questi due esemplari, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tutte le spese relative a dette prove saranno a carico dell'Impresa.

Per gli appoggi di acciaio ed in acciaio-PTFE si dovranno eseguire le seguenti prove di accettazione:

- esame visivo e dimensionale dei singoli elementi e degli appoggi completi, con riferimento a tutte le prescrizioni contenute nelle Norme;
- esame visivo e dimensionale delle saldature non strutturali;
- rilevazione della rugosità superficiale dell'acciaio inox secondo le norme UNI 3963. Il limite di rugosità Ra dovrà risultare non superiore a 0.1 µm;
- misura del rivestimento protettivo;
- prove di carico verticale sugli apparecchi d'appoggio fino ad un carico massimo pari ad 1,25 volte il carico massimo nominale mantenuto costante per 15 min, con rilevazione della curva carico/deformazione. Saranno eseguiti in totale 2 cicli di carico ed il residuo di deformazione non dovrà risultare superiore allo 0,5% dell'altezza totale dell'appoggio;
- prove di scorrimento con determinazione del coefficiente di attrito radente di primo distacco e dinamico nella condizione di carico permanente e di carico massimo di esercizio con rilevazione dei relativi diagrammi, per tali prove i valori dei coefficienti di attrito rilevati a velocità inferiore a 5 mm/min ed a temperatura ambiente dovranno essere inferiori di quelli esposti nella tabella 3 delle Norme CNR 10018/87 per gli apparecchi con teflon lubrificato.

15.7.3 - Prove di accettazione: appoggi oscillanti a disco elastomerico confinato

Saranno eseguite le prove e i controlli seguenti:

- controllo della documentazione del progetto dell'appoggio;
- prova di carico e di rotazione;
- determinazione del momento parassita;
- prova di usura del sistema di guarnizione.

15.7.3.1 - Controllo della documentazione di progetto

Gli elaborati di progetto e la relazione di calcolo saranno controllati per verificarne la conformità a quanto prescritto nei capitoli precedenti e per estrarne i valori dei carichi di prova.

15.7.3.2 - Prova di carico e rotazione

Questa procedura descrive il metodo da seguire per verificare la capacità di carico ultima e il comportamento sotto il carico di esercizio. La prova è richiesta per confermare l'idoneità del progetto delle parti metalliche e la stabilità della guarnizione interna sottoposta a carichi al di sopra della norma e alla rotazione.

Sono richiesti due esemplari per ciascuno dei tipi da provare.

L'appoggio sarà smontato preliminarmente e sarà eseguito un controllo dimensionale completo con verifica del rispetto delle tolleranze riportate nei disegni costruttivi.

Prima della prova il disco di elastomero dovrà essere condizionato per 72 h in forno a 70 °C.

Il disco dovrà essere lubrificato al momento del suo montaggio nell'appoggio.

Le prove avverranno a temperatura ambiente con le modalità di seguito descritte.

Nel caso di carico permanente e rotazione di esercizio:

a) installare nella macchina di prova l'appoggio, con sovrapposta una piastra a cuneo, con inclinazione pari alla rotazione di esercizio;

b) installare la strumentazione per il rilievo delle deformazioni (vedi allegato, fig. 2);

c) installare trasduttori di spostamento per misurare la deformazione diametrale della tazza e lo schiacciamento verticale dell'appoggio;

d) montare l'appoggio in modo che, in funzione delle tolleranze costruttive, la massima fessura ammissibile tra il pistone e la tazza si verifichi tutta da un lato, in modo da sollecitare al massimo la guarnizione;

e) applicare il carico aumentandolo gradualmente (incremento di circa 0,05 $N/mm^2/s$) fino a raggiungere un valore pari ad 1,5 volte il carico di esercizio;

f) mantenere il carico per 168 h;

g) scaricare l'appoggio rilasciando il carico con le stesse precedenti modalità;

h) per tutta la durata della prova si procederà alla registrazione continua dei carichi, delle deformazioni e dello schiacciamento dell'appoggio.

Nel caso di carico e rotazione ultima:

a) installare l'appoggio da provare nella macchina di prova a compressione con i piani paralleli;

b) mettere in opera trasduttori per misurare la deformazione diametrale della tazza e lo schiacciamento dell'appoggio (vedi allegato, fig. 2);

c) applicare il carico di prova facendolo crescere con continuità fino a raggiungere il valore ultimo di 2,5 volte il carico di esercizio in 30 min.

Rilasciare il carico in uguale tempo;

d) ripetere la stessa prova con l'interposizione di una piastra a cuneo con inclinazione pari a 1,2 volte la rotazione di esercizio;

e) per tutta la durata della prova si procederà alla registrazione continua dei carichi, delle deformazioni e dello schiacciamento dell'appoggio.

Allo scopo di documentare i risultati, l'appoggio dopo la prova sarà accuratamente smontato e si dovranno controllare e documentare fotograficamente le condizioni della guarnizione di tenuta e del disco elastomerico.

Anche le dimensioni di tutti gli altri componenti saranno rilevate e notate.

Tali risultati di prova dovranno essere raccolti in un rapporto che dovrà comprendere i seguenti dati:

a) descrizione dell'appoggio (e della famiglia di appoggi se applicabile);

b) tipo e dimensioni dell'appoggio provato;

c) identificazione e verifica dei materiali costituenti;

d) data e durata della prova;

e) qualunque anomalia riscontrata e la sua eventuale influenza sui risultati;

f) descrizione e commenti sulle condizioni dell'appoggio dopo ciascuna prova;

g) fotografie scattate durante le prove;

h) registrazione di carichi, sforzi e deformazioni;

i) registrazione delle dimensioni dei componenti dopo ciascuna prova;

l) interpretazione dei risultati con riferimento a queste Norme.

15.7.3.3 - Determinazione del momento parassita

Questa procedura di prova descrive il metodo per la determinazione del momento parassita in funzione dell'angolo di rotazione. La prova sarà eseguita su appoggi con disco elastomerico lubrificato e non lubrificato alle temperature di -20 °C e +20 °C, con un angolo di rotazione pari a quello massimo di progetto ed una pressione di contatto sull'elastomero di 35 N/mm^2 effettuando le misure su appoggi di tre differenti portate. I risultati saranno utilizzati per determinare i fattori da introdurre nella formula di calcolo del momento parassita secondo le modalità previste negli elaborati progettuali.

È richiesta la prova di un appoggio per ciascuno dei diametri del disco elastomerico previsti.

Qualora la prova preveda l'utilizzazione contemporanea di due appoggi (vedi allegato, fig. 3), si dovranno approntare due identici appoggi per ogni diametro.

Prima della prova i dischi elastomerici saranno condizionati in forno a 70 °C per 72 h.

Per la prova a -20 °C si potrà procedere secondo uno qualsiasi dei modi seguenti:

a) gli appoggi saranno refrigerati fuori della macchina di prova mantenendoli a -35 °C per 72 h, indi posti direttamente nella macchina di prova: la prova inizierà quando la temperatura del disco elastomerico avrà raggiunto i -20 °C.

b) gli appoggi saranno posti nella macchina di prova e mantenuti a -20 °C per 72 h senza carico prima di iniziare le prove, che saranno poi eseguite mantenendo la suddetta temperatura.

Il dispositivo di refrigerazione sarà realizzato secondo quanto indicato al paragrafo specifico.

La disposizione della macchina di prova nelle due configurazioni alternative è indicata nel paragrafo specifico (vedi allegato, fig. 3 e 4).

Le prove saranno eseguite sia a temperatura ambiente che a bassa temperatura con l'elastomero lubrificato e non lubrificato. La temperatura dell'appoggio sarà registrata con continuità per tutta la durata della prova.

Ciascun appoggio sarà provato seguendo la procedura sotto descritta:

a) applicare il carico verticale facendolo crescere al ritmo approssimato di 0,5 $N/mm^2/s$, fino a raggiungere una pressione specifica di 35 N/mm^2 sull'elastomero (Fz);

b) applicare il movimento sinusoidale desiderato al braccio di leva, in modo che l'appoggio ruoti dell'angolo di progetto; sono richiesti almeno 5 cicli completi alla frequenza di 0,003 ± 0.001 Hz;

c) il momento parassita e l'angolo di rotazione correlato saranno registrati con continuità, come pure la temperatura dell'elastomero per tutta la prova;

d) quando la temperatura dell'elastomero avrà raggiunto la temperatura ambiente la prova sarà ripetuta con le stesse modalità.

I risultati della prova permetteranno di ricavare i fattori F0, F1, F2, K che saranno introdotti nella formula prevista per ottenere il momento parassita.

15.7.3.4 - Prova di usura del sistema di guarnizione

Questa procedura di prova descrive il metodo per verificare l'usura della guarnizione interna dovuta alla rotazione degli appoggi oscillanti.

Lo stato della guarnizione interna e delle superfici interne della tazza dopo la prova sarà indicativo dell'accettabilità dell'appoggio e della validità del progetto.

La prova consisterà nel verificare l'idoneità della guarnizione interna a sopportare un percorso lineare di 1500 metri senza che avvengano trafilamenti della gomma o altri comportamenti anomali.

Dovrà essere provato un appoggio per ciascuno dei diametri del disco elastomerico previsto; si dovranno quindi approntare uno o due appoggi per tipo in funzione del tipo di assemblaggio sulla macchina di prova prescelta (vedi allegato, fig. 3 e 4).

Prima della prova il disco elastomerico sarà condizionato in forno a 70 °C per 72 h.

L'appoggio da provare sarà poi assemblato avendo preventivamente lubrificato il disco elastomerico e sarà collocato nella macchina di prova.

Ciascun appoggio sarà provato a temperatura ambiente con le modalità sotto indicate:

a) applicare un carico verticale e farlo aumentare gradualmente di 0,5 N/mm^2s fino a raggiungere una pressione di contatto sull'elastomero pari a 1,2 volte quella di progetto;

b) applicare il movimento sinusoidale agendo sul braccio di leva con una frequenza inferiore a 0,5 Hz in modo da produrre una rotazione θ = 0,0035 radianti;

c) continuare la prova fino a raggiungere il numero di cicli stabilito dalla relazione:

$$\text{numero cicli} = \frac{\text{movimento totale}}{\theta \cdot 2 \cdot d}$$

d) durante la prova si dovranno registrare con continuità il momento parassita, l'angolo di rotazione e la temperatura all'interno della tazza in prossimità della guarnizione;

e) dopo aver raggiunto il numero di cicli stabilito si rimuoverà l'appoggio per verificare che l'elastomero non sia stato estruso fuori della tazza, indi lo si smonterà completamente rilevando nuovamente le dimensioni della tazza, del pistone e della guarnizione interna e si fotograferanno tutti i punti che mostrassero segni di danneggiamento;

f) si verificherà inoltre l'usura e l'incremento del momento parassita nel corso della prova.

I risultati di prova dovranno essere raccolti in un rapporto di prova che dovrà comprendere i seguenti dati:

a) descrizione dell'appoggio;

b) tipo e dimensioni dell'appoggio;

c) identificazione e verifica dei materiali;

d) data e durata della prova;

e) qualsiasi anomalia riscontrata e la sua influenza sui risultati;

f) descrizione e commenti sulle condizioni dell'appoggio dopo la prova;

g) fotografie scattate durante la prova;

h) registrazione dei momenti, angoli di rotazione e temperature durante la prova;

i) il rilievo dell'usura della guarnizione e dell'incremento del momento parassita durante la prova;

l) la variazione della sezione trasversale della guarnizione interna;

m) conferma della verifica che al termine della prova non si è riscontrata l'estrusione all'esterno dell'elastomero;

n) l'applicabilità dei risultati con riferimento a queste Norme.

15.7.4 - Attrezzature di prova

a) - Macchina di prova a compressione

La macchina di prova a compressione deve avere una precisione almeno pari a quanto previsto dall'ISO 7500/1; dovrà inoltre essere costruita in modo da assicurare la perfetta orizzontalità della piastra di base e l'uniforme distribuzione del carico verticale.

La macchina dovrà inoltre essere scelta in modo che i carichi di prova siano compresi tra il 15% e lo 85% della sua portata massima.

b) - Attrezzatura per la prova di rotazione

Per eseguire la prova di rotazione e la misura del momento parassita si dovrà equipaggiare la macchina con un'attrezzatura in grado di permettere una delle due sistemazioni indicate nelle figure seguenti e precisamente:

- l'utilizzo di due appoggi identici (uno dei due dovrà essere reso multidirezionale);
- l'accoppiamento dell'appoggio da provare con un appoggio sferico a sospensione idrostatica.

L'attrezzatura dovrà impartire all'appoggio in prova una rotazione continua di ± 0,001 radianti grazie all'azione sul braccio di leva di un cilindro idraulico a doppio effetto.

Il movimento sarà sinusoidale con una frequenza regolabile tra 0,003 Hz e 0,5 Hz.

c) - Piastra a cuneo

Si dovrà preparare una piastra a cuneo con pendenza minima in un piano **1,1x1,4xa** essendo **a** la rotazione totale di progetto, ma comunque non inferiore a 0,0155

rad. La piastra dovrà avere dimensioni in piano più grandi dell'appoggio da provare e dovrà essere lavorata meccanicamente su entrambi i piani.

d) - Apparecchiatura di refrigerazione

L'apparecchiatura di refrigerazione dovrà essere in grado o di raffreddare a -20 °C l'appoggio già installato nella macchina di prova, oppure di raffreddare separatamente l'appoggio fino ad una temperatura di -35 °C, mantenendolo a tale temperatura per 72 h.

e) - Forno di riscaldamento

Il forno di riscaldamento dovrà essere in grado di mantenere il disco elastomerico alla temperatura di 70 °C per 72 h.

f) - Strumentazione

Dovrà essere impiegata una strumentazione elettronica in grado di misurare con continuità e registrare in forma digitale od analogica tutte le grandezze in gioco, siano esse forze, movimenti o temperature.

15.7.5 - Prove di protezione anticorrosiva

Il sistema di protezione anticorrosiva definito, deve essere qualificato tramite le seguenti prove:

- prova in nebbia salina (720 h 5% cloruro di sodio) ISO 7253 - ISO 4628/2/3/4/5;
- misurazione dello spessore minimo del film secco ISO 2080;
- prova di adesione ISO 2409 prima e dopo prova in nebbia salina;
- prova d'urto ISO/TR 6272.

I criteri di accettabilità sono riportati nella seguente tabella:

PROVA	NORMA	CRITERI DI ACCETTABILITÀ
Nebbia salina	ISO 7253	Assenza di bolle ISO 4628/2 Assenza di ruggine ISO 4628/3 Assenza di distacco-Ri:1 ISO 4628/4 Assenza di sfaldatura ISO 4628/5
Spessore minimo del film secco	ISO 2808	Come specificato dall'Impresa e dal Produttore
Adesione	ISO 2409	0 o 1
Urto	ISO/TR 6272	Nessun danno visibile con una massa di 1 Kg ed un'altezza di caduta di 100 mm

15.7.6 - Prova di adesione al cls

Le prove di adesione si faranno su travetti 70 x 70 x 280 mm composti da un cuneo in calcestruzzo di cemento dosato a 450 kg e stagionato almeno a 28 d, con una faccia inclinata di 20 gradi.

Quest'ultima sarà spazzolata con spazzola d'acciaio all'atto della sformatura e trattata con la mano d'attacco prevista in opera.

Si procederà infine al completamento del travetto mediante colaggio della malta di ripristino.

Il carico sarà applicato assialmente sulle due facce minori. La resistenza richiesta è quella di taglio sulla faccia inclinata.

15.8 - Precisazioni sulle prove da eseguire

15.8.1 - Controllo delle materie prime e dei componenti

L'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione atta a dimostrare che le materie prime ed i componenti utilizzati per la costruzione degli appoggi da parte dei Fornitori sono stati prodotti in base ad un sistema di controllo di qualità.

Tutte le materie prime ed i componenti devono essere identificati in modo da poter correlare in ogni momento la documentazione di controllo agli stessi. La rintracciabilità deve essere garantita durante tutto il processo di fabbricazione ed installazione degli appoggi.

I controlli sulle materie prime e sui componenti devono essere in accordo con la seguente tabella.

Tabella - Controllo di materie prime e componenti

Tipo di controllo	Materiale o componente	Controllo in accordo con	Frequenza
Controllo da parte del Produttore e/o della Direzione Lavori	Acciaio strutturale	UNI EUN 18 UNI 552 UNI EN 10025	Ogni colata
	Acciaio inossidabile	UNI 6901	Ogni colata
	Elastomero	CNR 10018/87 (1)	Ogni 1,5 m^3 di mescola prodotta
	Alluminio	UNI 10002 UNI 560	Ogni colata
	Malte e resine	UNI 6130 UNI 6132 UNI 6133 Scheda tecnica del Produttore	Come previsto dal Produttore
Rapporto di prova di laboratorio di parte terza	Acciaio strutturale (2)	UNI EU 18 UNI 552 UNI EN 100025	Ogni dodici mesi
	Acciaio inossidabile (2)	UNI 6901	Ogni dodici mesi
	Elastomero (2)	UNI 10018/87	Ogni dodici mesi
	Malte e resine (2)	Tutti i controlli previsti nelle presenti Norme	Ogni dodici mesi

NOTE:

(1) ad esclusione della seguente prova: Modulo G in accordo alla CNR 10018/87 cap. 7

(2) è facoltà della Direzione Lavori omettere tali controlli nel caso in cui il materiale provenga regolarmente da Produttori operanti con sistema di controllo della qualità certificato in accordo alle norme della serie UNI EN 29000 o ISO 9000.

15.8.2 - Controlli sui prodotti finiti

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa ed il Fornitore in accordo con la seguente tabella.

Tabella - Controllo prodotto finito			
Tipo di controllo	**Soggetto del controllo**	**Controllo in accordo con**	**Frequenza**
Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Impresa e del Fornitore	Dimensioni	Disegno dell'Impresa controfirmato dal Fornitore	In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il *Piano di Campionamento doppio*, livello qualitativo L.Q.A. 4%
	Durezza (ove applicabile)	Disegno dell'Impresa controfirmato dal Fornitore UNI 4916	In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di campionamento doppio, livello qualitativo L.Q.A. 4%
	Protezione anticorrosiva (ove applicabile)	Disegno dell'Impresa controfirmato dal Fornitore	In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di campionamento doppio, livello qualitativo L.Q.A. 4%
Controllo da parte della Committente	Prova di accettazione	Le presenti Norme	Una volta soltanto per ogni tipologia e diametro

15.8.3 - Controlli sulle saldature

L'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori la documentazione, predisposta dal Fornitore, relativa alle prove sulle saldature eseguite durante ed al termine del processo di produzione come specificato nella tabella seguente, in funzione della tipologia di saldatura realizzata. In ogni caso i livelli di difettosità dovranno essere definiti secondo quanto indicato dalla UNI EN 25817 e dalla norma UNI 7278.

Tabella - Controlli sulle saldature					
CONTROLLI DISTRUTTIVI					
Fase di controllo			Prove da eseguire		
Qualifica degli operatori			Secondo UNI EN 287/1		
Qualifica del procedimento			Secondo UNI EN 288/3		
Fasi di produzione, saldatura pioli di ancoraggio			Metodo della mazza, secondo CNR 1001/85 appendice B		
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI (In Produzione)					
TIPO DI PROVE E CONTROLLI	**SALDATURE NON STRUTTURALI**		**SALDATURE STRUTTURALI**		**DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**
	Prova richiesta	**Frequenza di prova**	**Prova richiesta**	**Frequenza di prova**	
Controllo visivo	--	100%	--	100%	--
Controllo dimensionale	--	20%	--	20%	--
Controllo con liquidi penetranti	non richiesto	--	--	10%	UNI 7679 ISO 3452
Controllo magnetoscopico	non richiesto	--	(4)	(2)	UNI 7704
Controllo ultrasonoro (1)	non richiesto	--	--	(2) (3)	UNI 8387

Controllo radiografico (1)	non richiesto		--	(2) (3)	UNI 8956 ISO 1406

NOTE:
(1) Quando richiesto è necessario che i materiali base da unire siano controllati al 100% con ultrasuoni
(2) Da definire in funzione della criticità del giunto e delle condizioni di esercizio, secondo quanto definito dalla CNR 10011/88
(3) Da eseguire in alternativa tra loro in funzione del tipo di giunto e di materiale da unire
(4) Se richiesto è da eseguire in alternativa al controllo con liquidi penetranti

15.8.4 - Controllo in corso di montaggio

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa in accordo con la tabella seguente.

Tabella - Controllo in corso di montaggio				
Tipo di controllo	**Soggetto del controllo**	**Caratteristiche da controllare**	**Controllo in accordo con**	**Frequenza**
Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Impresa e del Fornitore	Sede appoggio	Dimensioni e pendenze	Dati forniti dalla Direzione Lavori	Ogni appoggio
	Ancoraggi	Interassi e dimensioni	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	Ogni appoggio
	Malte e resine	Resistenza a compressione Adesione al cls	UNI 6130 UNI 6132	Ogni lotto di fornitura per ogni tipo di malta o resina impiegato
	Appoggio	Preregolazione	Dati forniti dalla Direzione Lavori	Ogni appoggio
		Temperatura di posa	Dati di progetto	Ogni appoggio
		Tolleranza di posa in opera	Con le presenti Norme	Ogni appoggio

15.9 - Piano di assicurazione qualità

Il piano di assicurazione di qualità (PAQ) comprende la descrizione del processo di produzione ed installazione degli appoggi e l'indicazione di tutti i controlli che dovranno essere eseguiti per assicurare in modo soddisfacente la rispondenza degli appoggi alle presenti Norme.

Esso deve essere redatto dal Fornitore e dall'Impresa e consegnato alla Direzione Lavori unitamente al progetto esecutivo dell'appoggio prima dell'inizio della produzione degli appoggi.

Durante le varie fasi delle lavorazioni, il PAQ sarà completato di tutta la documentazione relativa alle prove ed ai controlli di produzione.

15.10 - Manutenzione

Ogni apparecchio d'appoggio, o se sufficiente ogni tipologia, dovrà essere dotato di un manuale di manutenzione, controfirmato dal Fornitore, in cui l'Impresa indicherà modalità, tempistica e frequenza degli interventi di manutenzione ordinaria da eseguirsi sull'appoggio.

In tale manuale dovranno essere riportate anche le procedure da attuare nel caso che si rendessero necessari interventi di manutenzione straordinaria.

Tale documentazione andrà allegata fin dalla fase di presentazione del progetto dell'appoggio.

15.11 - Penali

- Penalità per il non raggiungimento delle prestazioni degli apparecchi di appoggio previste in progetto.

  Qualora dalle prove eseguite, secondo le presenti Norme, risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, il progettista eseguirà una verifica della sicurezza.

  Se tale verifica desse esito positivo, l'apparecchio sarà accettato ma il suo prezzo sarà decurtato del 20%; qualora i valori risultassero superiori a tale 10% o la precedente verifica avesse dato esito negativo, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spesa alla sostituzione della fornitura con appoggi di caratteristiche adeguate alle prescrizioni richieste.

ALLEGATO

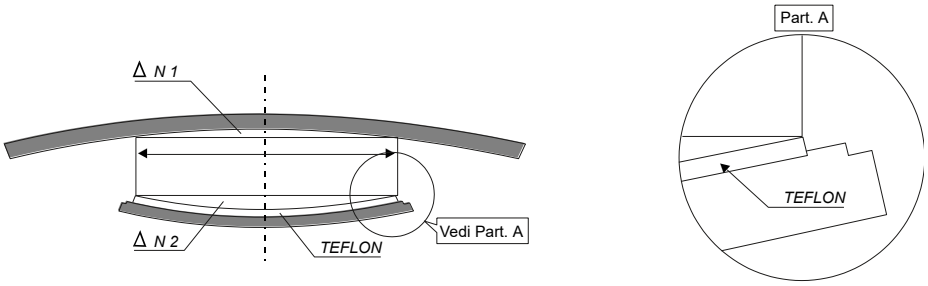

Fig. n° 1: Deformazioni relative delle piastre di supporto.

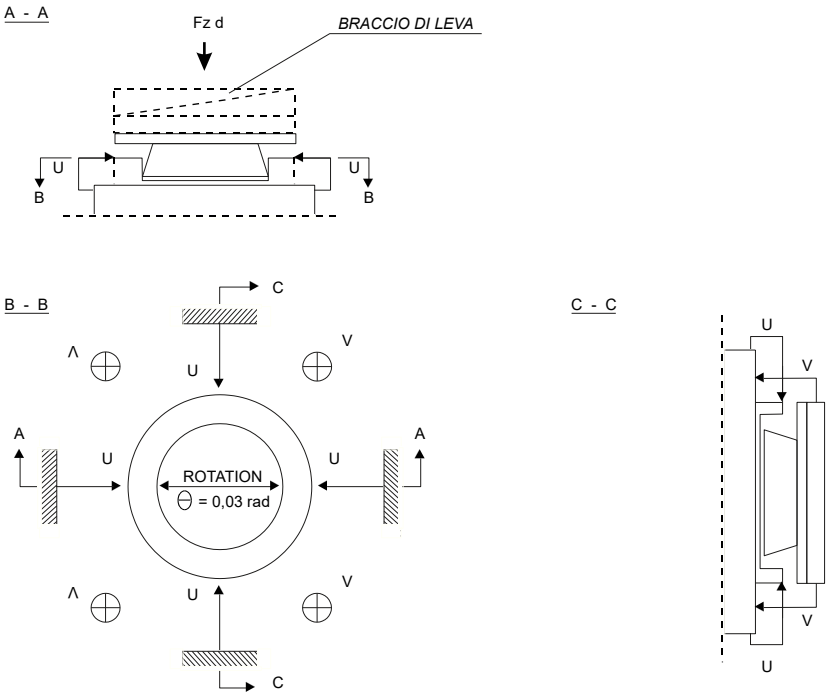

Fig. n° 2: Prova di carico e rotazione - posizione dei punti di misura.

ALLEGATO

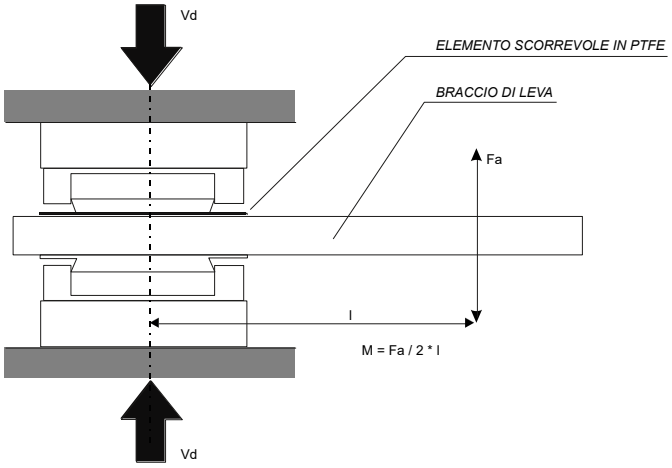

Fig. n° 3: Disposizione di prova usando due appoggi a disco elastomerico confinato ed una superficie di scorrimento.

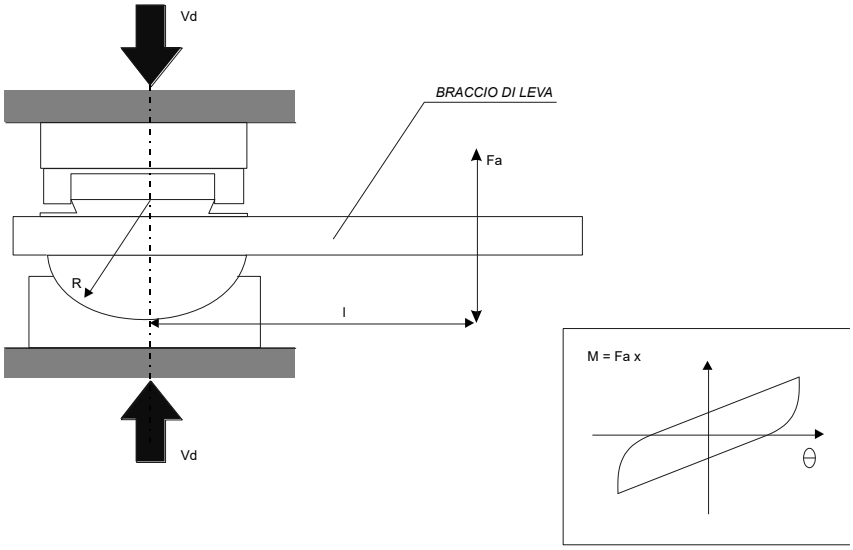

Fig. n° 4: Disposizione di prova usando un appoggio a disco elastomerico confinato ed un appoggio sferico a sospensione idrostatica.

15.12 - Sollevamento impalcati per sostituzione apparecchi di appoggio

Il sollevamento degli impalcati è preliminare alla sostituzione degli apparecchi di appoggio, al conseguente ripristino dei baggioli ed eventualmente all'adeguamento della pendenza trasversale del manufatto.

In relazione alle previsioni di progetto od alle prescrizioni della Direzione Lavori, si procederà al sollevamento di una o di entrambe le testate contemporaneamente, costituite da un qualunque numero di travi, mediante idonea apparecchiatura idraulica posta sotto le travi e/o i trasversi.

L'apparecchiatura idraulica dovrà essere comandata da una centrale operante a pressioni differenziate e rapporto volumetrico costante per assicurare un sollevamento rigido di ogni testata, senza indurre nella struttura sollecitazioni torsionali; il controllo delle operazioni dovrà essere effettuato a distanza mediante idonea strumentazione.

Dopo che ogni testata sarà stata sollevata e prima di intervenire sugli appoggi, l'Impresa dovrà bloccare la struttura nella posizione raggiunta mediante appoggi provvisori o attrezzature equivalenti, che siano in grado di assicurare la stabilità dell'insieme e garantire la massima sicurezza agli operatori.

Di norma non si dovrà sollevare più di una campata per volta; eventuali deroghe dovranno essere concordate con la Direzione Lavori; in questi casi dovranno essere rinforzate le strutture provvisionali di blocco e si dovranno adottare adeguati sistemi di controventatura per contrastare possibili sollecitazioni longitudinali e trasversali.

A tale riguardo dovranno essere adottate adeguate cautele nei casi in cui la pendenza longitudinale dell'opera possa fare prevedere fenomeni di scorrimento.

Successivamente l'Impresa procederà alla rimozione degli apparecchi di appoggio esistenti ed al loro trasporto nei magazzini della Società.

Prima della posa in opera degli appoggi si provvederà alla ravvivatura e rettifica dei baggioli e dell'intradosso delle travi in corrispondenza degli appoggi.

La rettifica sarà effettuata mediante malta di resina epossidica per il conguaglio delle superfici di appoggio, nelle quantità necessarie per ottenere il parallelismo fra i piani di appoggio dei baggioli e l'intradosso delle travi, previa mano di attacco a base di resina pura.

Ad avvenuto completamento degli interventi sotto l'impalcato, si dovrà procedere al suo abbassamento adottando le stesse cautele della fase precedente.

A garanzia di possibili incidenti che potrebbero danneggiare le strutture, l'Impresa dovrà provvedere alla copertura assicurativa dell'opera per tutta la durata dei lavori, per un'importo corrispondente al valore di ricostruzione.

15.13 - Ammortizzatori antisismici, generalità

La fornitura degli apparecchi di ritegno sismico dovrà avvenire da parte di Ditta produttrice di primaria importanza, che assicuri la qualità dei prodotti, in conformità alla Circolare n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.

L'Impresa sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori i tipi di apparecchi che intende utilizzare, unitamente ai disegni di assieme quotati ed al libretto di manutenzione, indicando le caratteristiche d'insieme degli apparecchi e le verifiche di resistenza delle singole parti componenti. Nei suddetti elaborati saranno precisate, per ciascuna parte costituente gli apparecchi, qualità e classe dei materiali nonché il peso totale di ogni apparecchio.

Per le eventuali parti in composizione saldata saranno definite le dimensioni dei cordoni e le tecnologie di saldatura.

L'Impresa, per ogni apparecchio, dovrà allegare un "Certificato di garanzia", con polizza assicurativa, per una durata di sei anni contro i rischi di guasto, rottura o deformazione degli apparecchi, rilasciato dal Produttore, che s'impegna alla riparazione e/o sostituzione degli stessi.

15.13.1 - Caratteristiche degli apparecchi

Gli apparecchi di ritegno sismico saranno di tipo elastico a doppio effetto costituiti essenzialmente da più dischi di gomma armata disposti in serie e collegati tra loro da una struttura metallica dotata di opportuni rinvii meccanici atti a tenere i dischi di gomma compressi sia che al dispositivo sia applicata una forza di compressione oppure di trazione. La Ditta produttrice dovrà consegnare diagrammi forza-spostamento al variare delle sollecitazioni dinamiche previste in caso di sisma.

Tutte le parti metalliche dovranno essere protette contro la corrosione con il seguente ciclo:

- sabbiatura a metallo bianco (SA3);
- mano di primer zincante inorganico bicomponente (spessore 0,075 mm);
- mano intermedia di vernice epossidica (spessore 0,08 mm);
- mano a finire di vernice poliuretanica (spessore 0,05 mm).

Il colore del film esterno di protezione sarà il grigio calcestruzzo.

Le superfici che dovranno venire a contatto col calcestruzzo saranno protette con un film di materiale sintetico, facilmente asportabile all'atto della posa in opera, oppure con altri accorgimenti idonei a consentire la posa con superfici ancora esenti da ruggine e da altre sostanze che possano ridurre l'aderenza acciaio/malta d'ancoraggio.

I ritegni sismici saranno dotati di completa protezione antipolvere e durante il trasporto ed il montaggio, le parti mobili saranno tenute in posizione mediante bloccaggi provvisori, da eliminare dopo la posa in opera.

La pre-regolazione degli apparecchi sarà eseguita dalla Ditta produttrice; al momento del collegamento alle strutture i valori della pre-regolazione dovranno corrispondere a quelli precedentemente prescritti dalla Direzione Lavori.

Gli apparecchi dovranno essere muniti di targhetta metallica fissa con le seguenti indicazioni:

- Nome della Ditta produttrice;
- tipo di apparecchio;
- sollecitazione dinamica massima di progetto (**V**, in tonnellate);
- spostamento sismico di progetto (**Ss**, in millimetri);
- eventuali altre indicazioni utili per la corretta posa in opera.

15.13.2 - Materiali

Si richiamano, per quanto corrispondenti, le prescrizioni per gli appoggi.

15.13.3 - Prove sui materiali

Si richiamano integralmente le prescrizioni per gli appoggi.

15.13.4 - Posa in opera

La posa in opera dovrà essere eseguita dall'Impresa che sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori, la metodologia che intende adottare per la posa e l'ancoraggio degli apparecchi alle strutture portanti; la Direzione Lavori potrà eventualmente richiedere l'effettuazione preventiva di prove sperimentali.

Prima di iniziare le operazioni di posa in opera, dovrà essere verificata la regolarità superficiale delle sedi predisposte nelle strutture, effettuandone il ripristino se presenteranno difetti superiori alla tolleranza dello 0,1%.

Gli apparecchi devono essere adeguatamente collegati alle strutture portanti mediante perni e/o zanche d'ancoraggio, bloccati con resina epossidica o getti di malta reoplastica a ritiro compensato.

Spessori di getto maggiori di 4 cm richiedono l'utilizzo di betoncino reoplastico fibrorinforzato a ritiro compensato e l'aggiunta di un'armatura di ripartizione.

15.13.5 - Collaudo in opera

A lavori ultimati la Direzione dei Lavori sottoporrà la struttura a prove di simulazione del sisma per verificare la rispondenza degli apparecchi alle condizioni di sollecitazione previste in progetto. Le prove saranno a totale carico dell'Impresa.

15.14 - Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso

Dovranno essere in neoprene espanso a cellule aperte, atti a dissipare una pressione di almeno 1 MPa ad una velocità di deformazione di 150 mm/s e con uno schiacciamento pari al 50% del loro spessore.

Sulle facce soggette a compressione dovranno essere vulcanizzate due lastre in acciaio di adeguato spessore, opportunamente sagomate, per il fissaggio degli apparecchi alle strutture.

Per la composizione del neoprene (elastomero) e per le prove vale quanto esposto per gli appoggi.

Art. 16 - Giunti di dilatazione su opere d'arte

16.1 - Giunti di dilatazione in acciaio-gomma, a pettine, a piastre metalliche, a lamelle

16.1.1 - Scopo

Le presenti Norme Tecniche riguardano i giunti di dilatazione di superficie, utilizzabili per opere d'arte stradali ed autostradali di nuova costruzione o in manutenzione e/o riparazione ed adeguamento.

16.1.2 - Riferimenti normativi

- Decreto Ministeriale 04.05.90:

  Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali;

- Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica (Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 e relativo D.M. in vigore);

- Istruzioni CNR 10011-85 «Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione»;

- Istruzioni CNR 10018-87 «Apparecchi d'appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni. Istruzioni per il calcolo e l'impiego».

16.1.3 - Tipologie di giunti

I giunti si distinguono in:

- **giunti in gomma-metallo**, normalmente costituiti da una struttura in gomma nella quale mediante il processo di vulcanizzazione o altro processo tecnologico sono inseriti dei profili metallici atti a modificare, in determinati punti, la rigidezza e la portanza della struttura elastomerica;

- **giunti a pettine**, ottenuti mediante la contrapposizione di due elementi metallici (acciaio o alluminio in genere) aventi configurazione a pettine tra loro complementare;

- **giunti a piastra metallica**, nei quali una serie di piastre metalliche nude o rivestite in gomma, tra loro vincolate, forma un sistema articolato che assicura gli scorrimenti richiesti;
- **giunti a lamelle (profilati) trasversali**, in cui la continuità del piano viabile è assicurata da una serie di profili metallici posti in senso trasversale e uniti tra loro da idonei profili in gomma.

16.1.4 - Materiali - requisiti

16.1.4.1 - Acciaio da costruzione

Per tutti gli acciai da costruzione impiegati per la realizzazione dei giunti dovranno essere indicate le normative di riferimento.

Gli acciai impiegati in elementi soggetti a verifica strutturale dovranno avere i seguenti requisiti minimi di resilienza:

Prova di resilienza a -20 °C

secondo UNI 4713

≥ 27 J

Gli elementi in acciaio vulcanizzati a elementi in gomma e che non presentino saldature sono esclusi dalla suddetta prescrizione.

Tutte le superfici in acciaio non a contatto con il calcestruzzo devono essere protette dalla corrosione, compresa una striscia di 30 mm della parte a contatto col calcestruzzo.

Non necessitano protezioni anticorrosive gli elementi d'acciaio interamente ricoperti da gomma per uno spessore non inferiore a 2 mm e quelli del tipo WT ST 510-3, 9 Cr NiCu P324, CORTEN o similari.

Per la definizione del sistema di protezione anticorrosiva, l'Impresa dovrà documentare:

- la preparazione della superficie;
- il tipo di rivestimento della superficie (zincatura a spruzzo, due strati di vernice epossidica, clorocaucciù, ecc.);
- il numero di strati di vernice impiegata;
- lo spessore minimo di un singolo strato asciutto e spessore minimo totale del film secco;
- la procedura per il trattamento di danneggiamenti locali nella protezione anticorrosiva.

La documentazione deve essere controfirmata dal Produttore di materie prime o componenti che costituiscono l'appoggio.

16.1.4.2 - Acciaio inossidabile

Per tutti gli acciai inossidabili impiegati per la realizzazione dei giunti dovranno essere indicate le normative di riferimento.

16.1.4.2.1 - Superfici di scorrimento e scossaline

Per le superfici di scorrimento in accoppiamento con parti in PTFE è prescritto l'impiego di acciaio inossidabile tipo X5 Cr NiMo 1712 UNI 8317 (AISI 316).

La scossalina principale di tenuta trasversale, se realizzata in lamiera di acciaio inossidabile, dovrà essere in X5 Cr Ni 1810 UNI 8317 (AISI 304), di almeno 0,6 mm di spessore e di valori superiori per giunti di grossa escursione.

16.1.4.2.2 - Ancoraggi e bulloneria

Per i tirafondi e la bulloneria in genere sarà impiegato acciaio inossidabile dei seguenti tipi:

- X16 CrNi 16 UNI 6901-71 allo stato bonificato
- X5 CrNiMo 1712 UNI 6901-71

16.1.4.3 - Leghe di alluminio

Per tutte le leghe di alluminio dovranno essere indicate le normative di riferimento. Per la lega di alluminio impiegata nella realizzazione di elementi esposti al traffico dovrà essere prodotta una lista di referenze in impieghi analoghi che n’attesti l'idoneità e la validità nel tempo.

Le caratteristiche minime, salvo migliori prestazioni richieste dal progettista, dovranno risultare le seguenti:

1) Carico unitario di rottura a trazione

   secondo UNI 10002

   215 MPa

2) Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità

   secondo UNI 10002

   175 MPa

3) Allungamento

   secondo UNI 10002

   1,5%

4) Durezza Brinell

   secondo UNI 560

   70

16.1.4.4 - Gomma

Le caratteristiche della gomma dovranno essere conformi alle Istruzioni CNR 10018/87.

La scossalina principale di tenuta trasversale, se realizzata in gomma, dovrà essere in uno dei seguenti materiali e spessori minimi, salvo richieste da parte del progettista di migliori caratteristiche:

- guaina in gomma policloroprenica di almeno 2 mm di spessore;
- guaina in Hypalon di almeno 1,2 mm di spessore;
- guaine in doppio strato di hypalon-gomma policloroprenica rispettivamente di spessore 1 e 2 mm per complessivi 3 mm.

16.1.4.5 - Malte, betoncini e resine

- **Malta cementizia, reoplastica, a ritiro compensato, fibrorinforzata, predosata** con le caratteristiche indicate nelle malte per ripristini, tipo C, salvo migliori disposizioni progettuali.
- **Betoncino cementizio, reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato** con le caratteristiche indicate nei betoncini per ripristini, tipo G, salvo migliori disposizioni progettuali.
- **Malta di resina per spessoramenti** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

1) Classe di resistenza a compressione - UNI 6132

   rilevata su cubi aventi lato di 40 mm a 20 °C dopo 1 d di stagionatura

   60 MPa.

2) Resistenza a flessotrazione rilevata su prismi di 40•40•160 mm a 20°C

   dopo 1 d di stagionatura in accordo alla UNI 6133

   25 MPa.

3) Modulo elastico secante a compressione secondo UNI 6556

   10.000 MPa.

4) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1

   3 MPa (rottura del supporto in cls).

5) Ritiro - UNI 8687

   inferiore a 0,005%

6) Assorbimento di acqua - UNI 7699

   inferiore a 0,3% in peso.

- **Sigillante di natura polisolfurica** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

1) Resistenza a trazione - UNI 8202 parte 8

   0,5 MPa;

2) Allungamento a rottura - UNI 8202 parte 8

250%;

3) Permeabilità all'acqua - UNI 8202 parte 21

nulla;

4) Resistenza in nebbia salina - ASTM R 117

650 h

5) Durezza - UNI 4916

25 ShA

- **Malta di resina con funzione di adesivo** con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

1 Resistenza a compressione - UNI 4279

90 MPa;

2) Resistenza a flessotrazione - UNI 7219

50 MPa;

3) Adesione al metallo - ASTM D 1002

10 MPa

4) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1

3 MPa (rottura del supporto in cls)

5) Ritiro lineare - ASTM D 2556

inferiore a 0,0013 cm/cm

6) Modulo elastico secante a compressione - UNI 6556

6 GPa

7) Gel time - ASTM D 2471

5 °C = 150 min

20 °C = 45 min.

- **Malta di resina con funzione impermeabilizzante-sigillante** con le seguenti caratteristiche salvo migliori disposizioni progettuali:

1) Resistenza a trazione - UNI 8202

3 MPa

2) Durezza - UNI 4916

80 ShA

3) Deformazione residua a trazione - UNI 8202 parte 10

< 15%

4) Permeabilità all'acqua - UNI 8202 parte 21

nulla

5) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1

3 MPa (rottura del supporto in cls)

16.1.5 - Posa in opera

16.1.5.1 - Piani e vani di posa

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori un mese prima di iniziare le lavorazioni i disegni relativi alle predisposizioni ed alla procedura di montaggio in opera, riferite ad ogni tipologia di giunto o se necessario ad ogni singolo giunto di dilatazione, in posizione di apertura media.

Su tali elaborati dovranno essere riportate le tolleranze di fabbricazione secondo normativa UNI 5307 e le tolleranze relative alle operazioni di posa in opera. Tali indicazioni dovranno in ogni caso riguardare i seguenti punti:

- planarità dei piani di posa;
- complanarità dei due diversi piani di posa;
- dimensioni del varco riferite a temperatura media;
- posizione ed interassi degli ancoraggi.

Tali elaborati saranno ritenuti idonei previa accettazione da parte della Direzione Lavori.

Variazioni rispetto ai valori progettuali riportati nei suddetti disegni dovranno essere concordate con la Direzione Lavori e controfirmati dal Fornitore in qualità di progettista e costruttore dell'appoggio.

Nel caso di installazione di giunti su opere nuove, la posa in opera dopo la stesa della pavimentazione, sarà realizzata secondo le seguenti fasi esecutive:

- taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore lungo le linee delimitanti la fascia da asportare;
- demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato di impermeabilizzazione;
- asportazione di eventuali strutture di giunto provvisorio;
- ravvivatura dell'estradosso soletta mediante fresatura, sabbiatura o bocciardatura;
- eventuale getto di malta e/o betoncino cementizi reoplastici, a ritiro compensato, fibrorinforzati, predosati, opportunamente armati, collegati alla testata, per portare in quota il piano di appoggio dell'apparecchio di giunto;
- posizionamento del giunto, da effettuare con appositi apparecchi di livellazione in funzione delle quote della pavimentazione adiacente. La

differenza di quota tra il piano della pavimentazione ed il piano del giunto sarà compresa tra +5 mm e 0 mm;

- pre-regolazione, da eseguire a cura di tecnici qualificati e con specifiche attrezzature, tenendo conto dell'apertura strutturale esistente, della funzionalità del giunto precedentemente approvato nonché della stagione e delle caratteristiche dell'opera.

Il raccordo con la pavimentazione, salvo diverse prescrizioni del progetto, sarà di larghezza minima di 100 mm se eseguito con betoncino cementizio, reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato e di 50 mm se eseguito con altro prodotto specifico (asfalto colato, resina a basso modulo elastico, ecc.) con caratteristiche indicate dall'Impresa e accettate dalla Direzione Lavori.

I raccordi con i cordoli e le barriere saranno realizzati in funzione delle escursioni del giunto:

- per i giunti di escursione $\leq$ 50 mm:
  - guarnizione elastica inserita nell'apertura strutturale eseguita con materiale conforme a quanto specificato nell'art. 28.1.4.4;
- per giunti di escursione > di 50 mm:
  - coprigiunti metallici solidali ad un impalcato e scorrevoli sull'altro realizzati con materiali conformi a quanto specificato nell'art. 28.1.4.1, protetti dalla corrosione conformemente a quanto specificato nell'art. 28.1.6.7.

Nel caso di manutenzioni, ripristini e adeguamenti, alle operazioni precedentemente descritte sono da aggiungere:

- eventuale asportazione di giunto esistente ammalorato;
- eventuale ripristino della testata di soletta con malta e/o betoncino cementizi reoplastici, a ritiro compensato, fibrorinforzati, predosati opportunamente armati, collegati alla testata, secondo il tipo di degrado riscontrato; tale ripristino avverrà, previa verifica di funzionalità delle armature esistenti e loro eventuale integrazione, con un unico getto sino alla quota del piano di appoggio dell'apparecchio di giunto.

16.1.5.2 - Sistema di raccolta delle acque

I1 giunto di regola dev'essere impermeabile a tutte le acque meteoriche o di lavaggio provenienti dalla superficie del piano viabile. La raccolta delle acque sarà assicurata, secondo quanto previsto dal progetto, da una scossalina che collega le due testate dell’apertura strutturale oppure da due gronde su ciascuna delle due testate. Tali dispositivi non devono interferire con le strutture principali dell'opera e devono consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione.

16.1.6 - Prove e controlli

16.1.6.1 - Generalità

L'Impresa dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.

L'accettazione delle partite avverrà tramite prove a carico delle Imprese esecutrici eseguite nel laboratorio della Società.

Qualora la Direzione Lavori rifiuti una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute.

I materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spesa della stessa Impresa.

L'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori non esime l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita delle opere.

16.1.6.2 - Prova funzionale del giunto

La prova va eseguita su di un prototipo di giunto in scala reale per una larghezza:

- $\geq$ 3,75 m per giunti con appoggi discontinui;
- $\geq$ 1,0 m e comunque coinvolgente almeno n. 2 ancoraggi per parte, per giunti con appoggio continuo.

Le prove consisteranno in:

- n. 10 cicli sperimentali con rilevazione della caratteristica forza-spostamento alle massime escursioni di esercizio;
- n. 3 cicli sperimentali come sopra alle massime escursioni sismiche.

16.1.6.3 - Prove di carico

La prova statica va effettuata su di un elemento significativo del giunto avente larghezza come definito all'art. 28.1.6.2 e consisterà in:

n. 1 prova statica con carico pari a 100 x 1,4 x 1,3 = 182 kN applicato ad un'impronta di 0,30 x 0,30 m disposto sull'elemento di giunto alla massima apertura e nella posizione più sfavorevole.

Durante la prova si misurerà la freccia del giunto che dovrà risultare $\leq$ al valore teorico. Al termine della prova il giunto non dovrà presentare danneggiamenti.

16.1.6.4 - Prova a fatica

È richiesta per quei tipi di giunto nei quali le parti soggette a verifica strutturale sono realizzate in elementi metallici.

La prova si effettua su di un elemento di giunto come specificato all'art. 28.1.6.2.

Il carico applicato deve variare da zero al carico massimo come più sotto definito con frequenza non superiore a 4 Hz per 2.000.000 di cicli.

Il carico massimo applicato deve essere pari a quello definito nel progetto incrementato del coefficiente dinamico (100 kN x 1,4) su di un'impronta di 0,30 x 0,30 m.

A1 termine della prova il giunto non deve presentare danneggiamenti.

16.1.6.5 - Prova di adesione al cls

a) eseguita in laboratorio

La prova di adesione si farà su travetti 70•70•280 mm a forma di cuneo con una faccia inclinata di 20°, in calcestruzzo dosato in ragione di 450 kg di cemento per metro cubo d'impasto e stagionato per 28 d.

La faccia sarà spazzolata con spazzola d'acciaio all'atto della sformatura e trattata con la mano d'attacco che sarà utilizzata durante la messa in opera.

Si procederà infine al completamento del travetto mediante colaggio della malta di ripristino.

Il carico sarà applicato assialmente sulle due facce minori.

La resistenza richiesta è quella di taglio sulla faccia inclinata di 20°.

b) eseguita in opera

La verifica di ottenimento dell'adesione in opera si otterrà con il controllo al martello in contraddittorio con l'Impresa. Qualora risultassero superfici risonanti a vuoto l'Impresa dovrà intervenire, a sua cura e spese, nei modi ritenuti dalla Direzione Lavori più opportuni, per eliminare tali difetti. Nel caso non fosse possibile ristabilire la continuità con la soletta sottostante l'Impresa provvederà a sua cura e spese alla demolizione e al ripristino del giunto risultato non idoneo.

16.1.6.6 - Prova di sfilamento tirafondi

La prova di sfilamento dei tirafondi deve essere eseguita con un tirafondo M16 realizzato in materiale analogo a quello utilizzato per il fissaggio dei giunti, ancorato per 110 mm in calcestruzzo Rck ≥ 50 MPa.

Il carico di sfilamento deve essere applicato assialmente al tirafondo con opportune attrezzature che annullino eventuali componenti deviate (snodi).

16.1.6.7 - Prove di protezione anticorrosiva

Il sistema di protezione anticorrosiva definito, deve essere qualificato tramite le seguenti prove:

- prova in nebbia salina (720 h 5% cloruro di sodio) ISO 7253 - ISO 4628/2/3/4/5;
- misurazione dello spessore minimo del film secco ISO 2080;
- prova di adesione ISO 2409 prima e dopo prova in nebbia salina;

- prova d'urto ISO/TR 6272.

I criteri di accettabilità sono riportarti nella Tabella seguente:

PROVA	NORMA	CRITERI DI ACCETTABILITÀ
Nebbia salina	ISO 7253	Assenza di bolle ISO 4628/2 Assenza di ruggine ISO 4628/3 Assenza di distacco-Ri:1 ISO 4628/4 Assenza di sfaldatura ISO 4628/5
Spessore minimo del film secco	ISO 2808	Come specificato in progetto
Adesione	ISO 2409	0 o 1
Urto	ISO/TR 6272	Nessun danno visibile con una massa di 1 kg ed un'altezza di caduta di 100 mm

16.1.6.8 - Controllo delle materie prime e componenti

L'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione atta a dimostrare che le materie prime ed i componenti utilizzati per la costruzione dei giunti da parte dei Produttori siano stati prodotti in base ad un sistema di controllo di qualità.

Tutte le materie prime ed i componenti devono essere identificati in modo da poter correlare in ogni momento la documentazione di controllo agli stessi.

La rintracciabilità deve essere garantita durante tutto il processo di fabbricazione ed installazione dei giunti.

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa e il Produttore, secondo la tabella seguente:

Tabella - Controllo di materie prime e componenti

Tipo di controllo	**Materiale o componente**	**Controllo in accordo con**	**Frequenza**
Controllo da parte del Produttore e/o della Direzione Lavori	Acciaio strutturale	UNI EU 18 UNI 552 UNI EN 10025	Ogni colata
	Acciaio inossidabile	UNI 6901	Ogni colata
	Gomma	CNR 10018/87 ❶	Ogni 1,5 m³ di mescola prodotta
	Lega di alluminio	UNI 10002 UNI 560	Ogni colata
	Prodotti componenti malte, betoncini e resine	UNI 6130 UNI 6132 UNI 6133 Scheda tecnica del Produttore	Come previsto dal Produttore
Rapporto di prova di laboratorio di parte terza	Acciaio strutturale ❷	UNI EN 18 UNI 552 UNI EN 10025	Ogni 12 mesi
	Acciaio inossidabile ❷	UNI 6901	Ogni 12 mesi
	Gomma ❷	CNR 10018/87	Ogni 12 mesi

	Prodotti componenti malte, betoncini e resine ❷	Tutti i controlli previsti al punto 28.1.4.5 delle presenti Norme	Ogni 12 mesi

Note:

❶ ad esclusione delle seguenti prove:

⇨ Modulo G in accordo alla CNR 10018187 cap. 7 e successivi aggiornamenti.

❷ da eseguire esclusivamente nel caso in cui il materiale non provenga regolarmente da produttori operanti con sistema di controllo della qualità certificato in accordo alle norme della serie UNI EN 29000 o ISO 9000.

16.1.6.9 - Controlli in corso di montaggio

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa e il Fornitore, secondo la tabella seguente:

Tabella - Controlli in corso di montaggio

Tipo di controllo	Soggetto del controllo	Caratteristiche da controllare	Controllo in accordo con	Frequenza
Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Impresa e del Fornitore	Fenditura strutturale	Apertura	Dati forniti da Direzione Lavori	Ogni giunto
	Nicchie di alloggiamento	Dimensioni	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	Ogni giunto
	Malte, betoncini e resine	Resistenza a compressione	UNI 6130 UNI 6132	ogni lotto di fornitura non superiore a 100 m di giunto e per ogni tipo di malta, betoncino o resina
	Tirafondi	Coppia di serraggio	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	Ogni tirafondo ❶
		Lunghezza di inghisaggio	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	Ogni giunto
	Giunto	Preregolazione	Dati forniti dalla Direzione Lavori	Ogni giunto
		Temperatura alla posa	Dati di progetto	Ogni giunto
		Tolleranza di posa in opera	Cap. 28.1.5 delle presenti Norme	Ogni giunto

Note:

❶ La frequenza di prova potrà essere ridotta al 10% dei tirafondi solo se sarà utilizzata sistematicamente un'idonea attrezzatura semiautomatica che assicuri costantemente il corretto serraggio dei tirafondi (avvitatori elettrici o pneumatici regolabili o chiave dinamometrica). Nel caso che al controllo della Direzione Lavori il corretto serraggio dei tirafondi non sia accettabile nella percentuale compresa tra il 20% e il 50%, sarà esteso il controllo al 20% dei tirafondi; nel caso in cui al controllo della Direzione Lavori, il corretto serraggio non è accettabile nella percentuale compresa tra il 50% e il 100%, sarà eseguito il controllo su tutti i tirafondi.

16.1.6.10 - Controlli sui prodotti finiti

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa e il Fornitore, secondo la tabella seguente:

Tabella - Controlli sui prodotti finiti			
Tipo di controllo	**Soggetto del controllo**	**Controllo in accordo con**	**Frequenza**
Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Impresa e del Fornitore	Dimensioni	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di Campionamento doppio, livello qualitativo L.Q.A. 4%
	Durezza (ove applicabile)	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore UNI 4916	In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di Campionamento doppio, livello I qualitativo L.Q.A. 4%
	Protezione anticorrosiva (ove applicabile)	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di Campionamento doppio, livello I qualitativo L.Q.A. 4%

16.1.6.11 - Controllo dell'inquinamento acustico sui giunti

Per verificare le caratteristiche acustiche dei giunti la Direzione Lavori prescriverà l'esecuzione di una prova finalizzata a misurare l'incremento di rumore dovuto al passaggio del veicolo sul giunto.

Il rumore è, sia quello prodotto verso l'alto rispetto al piano viabile, sia quello prodotto verso il basso, sotto l'intradosso dell'impalcato.

La prova dovrà essere effettuata al fine di:

- omologare preventivamente i giunti;
- verificare la corrispondenza dei giunti installati rispetto a quanto originariamente omologato;
- collaudare il giunto in situ;
- verificare nel tempo il mantenimento delle proprietà acustiche.

La prova andrà effettuata su strada sul giunto installato o anche, se necessario, al di sotto del viadotto.

La velocità del vento durante le misurazioni dovrà essere inferiore a 2 m/s.

La strumentazione di misura dovrà essere conforme a quanto prescritto per i fonometri di classe 1 della norma IEC 651 ovvero CEI 29-1. Se si utilizzano fonometri integratori si dovrà fare riferimento alle norme IEC 831; per i filtri in banda di ottava o terzi di ottava si farà riferimento alla IEC 225.

Le misure di rumore andranno effettuate utilizzando la ponderazione A e la costante di tempo slow.

La sorgente di rumore sarà costituita da un veicolo leggero (es. Fiat Uno) che transita sul giunto con velocità di 100 km/h.

La prova andrà poi ripetuta utilizzando come sorgente di rumore un veicolo pesante definito dalla Direzione Lavori a velocità di 70 km/h.

Per tale prova il microfono ricevitore sarà posto in corrispondenza del giunto ad 1,5 m di altezza dal piano viabile ed un altro microfono sarà posto a 50 m dopo il giunto, entrambi a 4 m di distanza dall'asse del veicolo. La prova andrà eseguita con due microfoni in modo sequenziale, ciascuna per un intervallo di tempo di 2 s relativo al passaggio del veicolo davanti al microfono stesso.

Le rilevazioni andranno effettuate con queste modalità in tratti di strada adiacenti in presenza ed in assenza di giunto ottenendo così i valori dell'incremento di rumore dovuto al giunto come differenza fra le varie letture strumentali.

Ciascuna delle prove previste:

a) in assenza ed in presenza di giunto con veicolo leggero;

b) in assenza ed in presenza di giunto con veicolo pesante;

andrà ripetuta almeno 3 volte e il risultato sarà dato dal valore medio dei valori rilevati nei tre passaggi.

Il confronto tra il rumore misurato in presenza del giunto rispetto a quello misurato in assenza del giunto sarà rilevato con il SEL (Sound Exposure Level) espresso in dB (A).

16.1.7 - Piano di assicurazione qualità

Il piano di assicurazione di qualità (PAQ) comprende la descrizione del processo di produzione ed installazione dei giunti e la precisazione di tutti i controlli eseguiti per assicurare in modo soddisfacente la rispondenza dei giunti alle presenti Norme Tecniche.

L'Impresa deve consegnare il PAQ alla Direzione Lavori, unitamente al progetto esecutivo dei giunti prima dell'inizio della produzione degli stessi, dopo essere stato controfirmato per la parte di competenza dal Fornitore.

16.1.8 - Manutenzione dei dispositivi

Ogni giunto di dilatazione, o se sufficiente ogni tipologia, dovrà essere dotato di un manuale di manutenzione fornito dall'Impresa e controfirmato dal Fornitore, in cui sono indicati modalità, tempistica e frequenza degli interventi di manutenzione ordinaria da eseguirsi sul dispositivo.

In tale manuale dovranno essere riportate anche le procedure da attuare nel caso che si rendessero necessari interventi di manutenzione straordinaria.

16.1.9. - Penali

- Penalità per il non raggiungimento delle prestazioni degli apparecchi di giunto previste in progetto:

  qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, secondo le presenti Norme, il Progettista eseguirà una verifica della sicurezza.

  Se tale verifica desse esito positivo, l'apparecchio sarà accettato ma il suo prezzo unitario sarà decurtato del 20%;

  qualora i valori risultassero superiori a tale 10% o la precedente verifica avesse dato esito negativo, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla sostituzione della fornitura con giunti di caratteristiche adeguate alle prestazioni richieste.

- Penali per difetti di impermeabilizzazione:

  se entro due anni dalla sua costruzione, durante la pioggia e/o dopo alcune ore dall'ultima precipitazione atmosferica, si vedessero scolature di acqua per un’estensione fino al 15% della sua lunghezza, sarà applicata una penale del 15% del prezzo pagato per tutte le lavorazioni e forniture necessarie alla sua costruzione.

  In caso di scolature per un'estensione superiore a detto valore, il giunto dovrà essere ripristinato dall'Impresa a sua cura e spesa.

- Penalità per insufficiente adesione dei materiali di ripristino supporto ai giunti metallici:

  nel caso di superfici risonanti a vuoto e sulle quali non è stato possibile eliminare il difetto, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla rimozione completa dei materiali già posti in opera e alla loro sostituzione con materiali idonei.

- Penalità per mancata regolarità:

  la regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli impalcati da ponte dovrà rispondere al seguente requisito:

  indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione inferiore a 5,0 mm.

  Le misure del profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere eseguite in un periodo compreso tra il 15° e il 180^{0} giorno dell'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN.

Tali misure dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm e i valori dell'indice IRI saranno calcolati a partire da tale profilo con un "passo" di 5 m.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale dei giunti di dilatazione si farà riferimento ai valori dell'indice IRI nel cui intervallo di calcolo (L=5 m) si trova ad essere posizionato almeno un giunto; qualora tale parametro non soddisfi le condizioni richieste, il giunto di dilatazione, ricadente nel relativo intervallo di calcolo sarà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva del giunto anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Il valore della soglia di non accettabilità è:

IRI= 7 mm/m

Qualora il valore IRI, come definito in precedenza, sia maggiore o uguale al valore ritenuto accettabile sopra specificato, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa per tutta la larghezza ed al rifacimento del giunto di dilatazione; il nuovo giunto sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

- Penali per il rumore:

  il limite di accettazione acustica del giunto, anche in relazione alle normative in corso di promulgazione, sarà indicato in fase progettuale; il superamento di detto limite comporterà una riqualificazione gratuita del giunto stesso o, in caso di insuccesso, una sua completa sostituzione con un giunto di caratteristiche migliori.

16.2 - Giunti di dilatazione a tampone

I giunti di dilatazione a comportamento elastico viscoso sono attualmente distinti in:

- **Giunti a tampone viscoelastico:** sono giunti il cui dispositivo di continuità e di supporto è costituito da una miscela di bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o plastomerica ed inerti di granulometria compresa tra 15-20 mm.
- **Giunti a tampone ANIDRO "brev. AUTOSTRADE":** sono giunti con tampone costituito da una miscela di bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o plastomerica, inerti di granulometria compresa tra 15-20 mm e supporti di impermeabilità in malta cementizia fibrorinforzata.

16.2.1 - Generalità

16.2.1.1 - Malte e betoncini per ripristini di testate di solette

La posa in opera del giunto di dilatazione a tampone sarà preceduta dall'eventuale ricostruzione del profilo degli elementi strutturali in calcestruzzo (testate solette). Le caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati per la ricostruzione sono indicate nel capitolo riguardante i materiali per i ripristini, riportato nelle presenti Norme.

16.2.1.2 - Dispositivo per i cordoli

Come integrazione ai giunti di dilatazione di tipo viscoelastico, dovranno essere posti in opera dispositivi di finitura del giunto sul cordolo, nel caso che l'opera d'arte sia dotata di cordolo con barriera metallica o con barriera New Jersey. Di tale fornitura le Imprese dovranno esporre sia le modalità di posa in opera, che le caratteristiche dei materiali impiegati.

16.2.1.3 - Sistema di raccolta delle acque

Il giunto di regola deve essere impermeabile a tutte le acque meteoriche o di lavaggio provenienti dalla superficie del piano viabile.

La raccolta delle acque sarà assicurata, secondo quanto previsto dal progetto, da una scossalina che collega le due testate della apertura strutturale oppure da due gronde su ciascuna delle due testate. Tali dispositivi non devono interferire con le strutture principali dell'opera e devono consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione.

16.2.1.4 - Prescrizioni acustiche dei giunti a tampone

Per verificare le caratteristiche acustiche dei giunti installati lungo la rete si prescrive l'esecuzione di una prova finalizzata a misurare l'incremento di rumore dovuto al passaggio del veicolo sul giunto. Il rumore è sia quello prodotto verso l'alto rispetto al piano viabile, sia quello prodotto verso il basso, sotto l'intradosso dell'impalcato.

La prova dovrà essere effettuata al fine di:

- omologare preventivamente i giunti;
- verificare la corrispondenza dei giunti installati rispetto a quanto originariamente certificato;
- collaudare il giunto in situ;
- verificare nel tempo il mantenimento delle proprietà acustiche.

La prova andrà effettuata su strada sul giunto installato o anche, se necessario, al di sotto di essa. La velocità del vento durante le misurazioni dovrà essere inferiore a 2 m/s.

La strumentazione di misura dovrà essere conforme a quanto prescritto per i fonometri di classe 1 della norma IEC 651 ovvero CEI 29 -1.

Se si utilizzano fonometri integratori si dovrà fare riferimento alle norme IEC 831; per i filtri in banda di ottava o terzi di ottava si farà riferimento alla IEC 225.

Le misure di rumore andranno effettuate utilizzando la ponderazione A e la costante di tempo slow. La sorgente di rumore sarà costituita da un veicolo leggero (es. Fiat Uno) che transita sul giunto con la velocità di 100 km/h.

La prova andrà poi ripetuta utilizzando come sorgente di rumore un veicolo pesante definito dalla Direzione Lavori a velocità di 70 km/h.

Per tale prova il microfono ricevitore sarà posto in corrispondenza del giunto ad 1,5 m di altezza dal piano viabile ed un altro microfono sarà posto a 50 m dopo il giunto, entrambi a 4 m di distanza dall'asse del veicolo. La prova andrà eseguita con due microfoni in modo sequenziale, ciascuna per un intervallo di tempo di 2 s relativo al passaggio del veicolo davanti al microfono stesso. Le rilevazioni andranno effettuate con queste modalità in tratti di strada adiacenti in presenza ed in assenza di giunto ottenendo così i valori dell'incremento di rumore dovuto al giunto come differenza fra le varie letture strumentali.

Ciascuna delle prove previste:

a) - in assenza ed in presenza di giunto con veicolo leggero;

b) - in assenza ed in presenza di giunto con veicolo pesante;

effettuata con questa modalità, andrà ripetuta almeno 3 volte e il risultato sarà dato dal valore medio dei valori rilevati nei tre passaggi.

Il confronto tra il rumore misurato in presenza del giunto rispetto a quello misurato in assenza sarà rilevato con il SEL (Sound Exposure Level) espresso in dB (A).

La Direzione Lavori, qualora lo ritenesse opportuno al fine di verificare l'eventuale aumento di rumorosità prodotto dal nuovo giunto, si riserva la facoltà di eseguire delle apposite prove.

Il limite di accettazione acustica del giunto anche in relazione alle normative in corso di promulgazione, sarà indicato in fase progettuale, il superamento di detto limite comporterà una riqualificazione gratuita del giunto stesso o, in caso di insuccesso, una sua completa sostituzione con un giunto di caratteristiche migliori.

16.2.2 - Giunto a tampone viscoelastico

Il giunto a tampone viscoelastico dovrà essere costituito dalle seguenti parti:

- **Dispositivo di drenaggio delle acque di sottopavimentazione;**

  il convogliamento e lo smaltimento delle acque dovrà avvenire in zone che non insistono sulle strutture principali dell'opera. Il dispositivo sarà costituito da un tubo microfessurato avvolto in un sottile foglio di tessuto non tessuto;

- **Dispositivo di sostegno del tampone bituminoso in lamierino di acciaio di dimensioni 0,30x0,15x0,002 m;**

tale dispositivo deve consentire le dilatazioni termiche della soletta mantenendo inalterata la sua funzionalità; esso deve inoltre conservare le proprie caratteristiche di tenuta alle temperature di getto del tampone viscoelastico.

- **Tampone in conglomerato bituminoso chiuso;**

  il giunto deve risultare impermeabile, pur consentendo i movimenti di tipo viscoso previsti. Il tampone deve aderire perfettamente alle pareti verticali della pavimentazione e non presentare sconnessioni. La sua composizione è descritta al punto 28.2.2.2.

Lo spessore minimo del tampone viscoelastico deve essere di 11 cm.

16.2.2.1 - Modalità di esecuzione del giunto

Il giunto a tampone viscoelastico deve essere posto in opera a pavimentazione finita.

L'intera lavorazione comprende:

- asportazione della pavimentazione a cavallo dei giunti di dilatazione da realizzare mediante taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore fino a raggiungere l'estradosso delle solette di impalcato, demolizione della pavimentazione e dell'eventuale sottostante strato impermeabilizzante e trasporto a discarica di tutto il materiale di risulta;
- asportazione di eventuali materiali aventi funzione di giunto provvisorio;
- accurata pulizia del piano di posa del tampone o asportazione del calcestruzzo degradato o in fase di distacco;
- trattamento di sabbiatura dell'armatura eventualmente scoperta;
- eventuale ripristino delle testate delle solette con malta e/o betoncino reoplastici fibrorinforzati o con malte cementizio-epossidiche mantenendo la giusta distanza ed una forma il più possibile regolare tra le testate contrapposte;
- asciugatura della sede del giunto a mezzo di lancia termica;
- stesa di una membrana impermeabilizzante (dopo adeguata maturazione della malta) in BITUTHENE HD o ELOTENE-LASCO su tutta la sede del giunto, con l'accortezza che la membrana abbia gioco sufficiente ad assecondare i movimenti del giunto fino alla massima apertura, senza mai introdurre sollecitazioni di trazione su quest'ultima, posta in opera con la consueta forma ad omega tra le testate di soletta;
- introduzione a forza all'interno dello spazio tra le testate delle solette dell'impalcato di una treccia in poliuretano espanso avente la funzione di contenere la prima colata di bitume modificato;
- posa del dispositivo di drenaggio microfessurato rivestito di tessuto non tessuto;

- prima colata di bitume modificato su tutta la sede del giunto (pareti verticali e fondo) impregnando anche la treccia poliuretanica in modo da impermeabilizzarla;
- posa del dispositivo di sostegno in lamierino di adeguata larghezza e spessore e lunghezza pari a 0,30 m, collocati l'uno accanto all'altro;
- seconda colata di bitume modificato sull'intera superficie orizzontale;
- realizzazione del tampone mediante stesa in unico o più strati e successivo costipamento del materiale fino a raggiungere una perfetta complanarità col piano viario;
- colata di finitura in bitume modificato per l'intasamento dei vuoti residui.

16.2.2.2 - Tampone in bitume modificato ed inerti

Il tampone viscoelastico sarà costituito da:

- legante

bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o termoplastici, con bitume di tipo E.

TABELLA - BITUME HARD - LEGANTE "E" (%DI MODIFICANTE/I (*) $\geq$ 8%)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione @ 25^{0} C	0,1 mm	EN 1426; CNR 24/71	100-150
Punto di rammollimento (^{00})/valore minimo P.A.	^{0} C	EN 1427; CNR 35/73	$\geq$ 24/70
Punto di rottura (Fraass), max	^{0} C	CNR 43/74	$\leq$-17
Viscosità dinamica @ 160^{0} C, y=100 s^{-1}, max	Pa*s	SN 67.1722a	$\leq$ 0,8
Ritorno elastico @ 25^{0} C, 50 mm/min	%	DIN 52013; (CNR 44/74 modificata)	$\geq$ 70
Stabilità allo stoccaggio 3 d, @ 180^{0} C Punto di rammollimento, max	^{0} C	Vedi Norma in appendice	$\leq$ 3
Valori dopo RTFOT (*^{0}*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @ 163^{0} C, max $\pm$	%	CNR 54/77	$\leq$ 0,8
Penetrazione residua @ 25^{0} C, max	%	EN 1426; CNR 24/71	$\leq$ 50
Incremento del Punto di rammollimento, max	^{0} C	EN 1427; CNR 35/73	$\leq$ 10

(*) Si intendono polimeri elastomerici e/o termoplastici tipo: SBS $_{r}$, SBS $_{l}$, SIS, EVA, LDPE, la percentuale complessiva è indicativa; LDPE è presente solo per le pavimentazioni da viadotto.

(^{00}) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base.

(*^{0}*) Rolling Thin Film Oven Test.

- Inerti

L'aggregato dovrà essere costituito da materiale basaltico o anche da pietrischetti e graniglie di provenienza o natura petrografica diversa, con granulometria compresa tra i 15 e 20 mm.

Tali inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. 4/1953, cap. 1 e 2 e rispondenti ai requisiti della prima categoria.

In ogni caso la qualità della roccia, da cui è ricavato per frantumazione l'inerte, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28/03/73 - Prova C) perdita di peso inferiore o uguale al 20%.

16.2.3 - Giunti a tampone ANIDRO (brev. AUTOSTRADE n. RM 9400038)

Il giunto a tampone Anidro dovrà essere costituito dalle seguenti parti:

- **Dispositivo di drenaggio delle acque di sottopavimentazione**;

  il convogliamento e lo smaltimento delle acque dovrà avvenire in zone che non insistono sulle strutture principali dell'opera. Il dispositivo sarà costituito da un tubo microfessurato, da fori sulla testata di soletta del diametro di 30 mm posti ad interasse di 1 m o maggiore, previo concordamento con la Direzione Lavori, completi di tubetto in PVC di adeguato spessore e diametro, sigillati con stucco, con tutti gli accorgimenti necessari ad impedirne l'otturazione, e da un getto di conglomerato bituminoso drenante.

- **Dispositivo di sostegno del tampone bituminoso in lamierino di acciaio inox di dimensioni 0,30x0,15x0,002 m**;

  tale dispositivo deve consentire le dilatazioni termiche della soletta mantenendo inalterata la sua funzionalità; esso deve inoltre conservare le proprie caratteristiche di tenuta alle temperature di getto del tampone viscoelastico.

- **Tampone in conglomerato bituminoso chiuso**;

  esso deve risultare impermeabile, pur consentendo i movimenti di tipo viscoso previsti. Il tampone deve aderire perfettamente alle pareti verticali della pavimentazione e non presentare sconnessioni ed avere le caratteristiche specificate nel seguente punto 28.2.3.2. Lo spessore minimo del tampone viscoelastico deve essere di 0,10 m.

16.2.3.1 - Modalità di esecuzione del giunto

Il giunto a tampone deve essere posto in opera a pavimentazione finita.

L'intera lavorazione comprende:

- l'asportazione della pavimentazione a cavallo dei giunti di dilatazione da realizzare mediante taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore fino a raggiungere l'estradosso delle solette di impalcato, demolizione della pavimentazione e dell'eventuale sottostante strato impermeabilizzante e trasporto a discarica di tutto il materiale di risulta;
- asportazione di eventuali materiali aventi funzione di giunto provvisorio;
- ravvivatura estradosso soletta e/o asportazione del calcestruzzo degradato o in fase di distacco;

- esecuzione di fori nelle testate delle solette del diametro di 30 mm posti ad un interasse di 1 m o maggiore e corredati di un'adeguata svasatura per rendere più agevole la captazione delle acque; nell'eventualità che in corrispondenza degli stessi si incontri il traverso di testata si procederà operando con una certa inclinazione tale da non interferire con il traverso stesso;
- trattamento di sabbiatura dell'armatura eventualmente scoperta;
- eventuale ripristino delle testate delle solette con malta e/o betoncino reoplastici fibrorinforzati o con malte cementizio-epossidiche mantenendo la giusta distanza tra le testate contrapposte;
- lavaggio con acqua in pressione o con vapore;
- getto di malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato rinforzata con fibre di carbonio, avente una contropendenza longitudinale verso i fori precedentemente realizzati;
- stesa di una membrana impermeabilizzante (dopo adeguata maturazione della malta) in BITUTHENE HD o ELOTENE HD su tutta la sede del giunto, con l'accortezza che la membrana abbia gioco sufficiente ad assecondare i movimenti del giunto fino alla massima apertura, senza mai introdurre sollecitazioni di trazione su quest'ultima, posta in opera con la consueta forma ad omega tra le testate di soletta;
- introduzione a forza all'interno dello spazio tra le testate delle solette dell'impalcato di una treccia in poliuretano espanso;
- posa nei fori della soletta di tubi in PVC del diametro 25 mm aventi una lunghezza sufficiente e comunque mai inferiore allo spessore della soletta;
- posa del dispositivo di drenaggio microfessurato rivestito di tessuto non tessuto;
- inserimento nei fori di drenaggio di uno strato di geotessile tessuto non tessuto con adeguate caratteristiche di resistenza al calore;
- getto di conguaglio in conglomerato bituminoso drenante fino al raggiungimento della quota dell'estradosso del getto necessario alla contropendenza;
- posa dei dispositivi di sostegno in lamierino di adeguata larghezza e spessore, con lunghezza pari a 0,30 m, collocati l'uno accanto all'altro;
- colata di bitume modificato sull'intera superficie orizzontale e verticale, a temperatura tale da non intasare il sottostante conglomerato bituminoso drenante;
- realizzazione del tampone mediante stesa in unico strato e successivo costipamento del materiale fino a raggiungere una perfetta complanarità col piano viario;
- colata di finitura in bitume modificato per l'intasamento dei vuoti residui;

- posa in opera nell'intradosso delle testate di soletta di un canale di raccolta in PVC delle acque provenienti dai fori di drenaggio.

16.2.3.2 - Tampone in bitume modificato ed inerti

Il tampone viscoelastico sarà costituito da:

- legante

bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o termoplastici, con bitume di tipo E.

TABELLA - BITUME HARD - LEGANTE "E" (%DI MODIFICANTE/I (*) $\geq$ 8%)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione @ 25^{0} C	0,1 mm	EN 1426; CNR 24/71	100-150
Punto di rammollimento (^{00})/valore minimo P.A.	^{0} C	EN 1427; CNR 35/73	$\geq$ 24/70
Punto di rottura (Fraass), max	^{0} C	CNR 43/74	$\leq$-17
Viscosità dinamica @ 160^{0} C, y=100 s^{-1}, max	Pa*s	SN 67.1722a	$\leq$ 0,8
Ritorno elastico @ 25^{0} C, 50 mm/min	%	DIN 52013; (CNR 44/74 modificata)	$\geq$ 70
Stabilità allo stoccaggio 3 d, @ 180^{0} C Punto di rammollimento, max	^{0} C	Vedi Norma in appendice	$\leq$ 3
Valori dopo RTFOT (*^{0}*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @ 163^{0} C, max +	%	CNR 54/77	$\leq$ 0,8
Penetrazione residua @ 25^{0} C, max	%	EN 1426; CNR 24/71	$\leq$ 50
Incremento del Punto di rammollimento, max	^{0} C	EN 1427; CNR 35/73	$\leq$ 10

(*) Si intendono polimeri elastomerici e/o termoplastici tipo: SBS $_{r}$, SBS $_{l}$, SIS, EVA, LDPE, la percentuale complessiva è indicativa; LDPE è presente solo per le pavimentazioni da viadotto.

(^{00}) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base.

(*^{0}*) Rolling Thin Film Oven Test.

- Inerti

L'aggregato dovrà essere costituito da materiale basaltico o anche da pietrischetti e graniglie di provenienza o natura petrografica diversa, con granulometria compresa tra i 15 e 20 mm.

Tali inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. 4/1953, cap. 1 e 2 e rispondenti ai requisiti della prima categoria.

In ogni caso la qualità della roccia, da cui è ricavato per frantumazione l'inerte, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28/03/73 - Prova C) perdita di peso inferiore o uguale al 20%.

16.2.4 - Controllo dei requisiti di accettazione e penalità

L'Impresa dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei LL.PP. n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato o di legante per la relativa accettazione da parte della Direzione Lavori.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa delle lavorazioni alle prescrizioni contrattuali.

Per effettuare tali determinazioni la Direzione Lavori si dovrà servire del Laboratorio della Società. I costi delle prove saranno addebitati all'Impresa esecutrice.

Eventuali materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Per i materiali usati nelle riparazioni e nelle forniture, qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, il progettista eseguirà una verifica della sicurezza.

Se tale verifica desse esito positivo, il materiale sarà accettato ma il suo prezzo unitario sarà decurtato del 20%, per tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato e per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato.

Qualora i valori risultassero superiori al 10% richiesto o la precedente verifica abbia dato esito negativo, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla rimozione dei materiali già posti in opera e alla loro sostituzione con materiali idonei.

Per le superfici risuonanti a vuoto sulle quali non è stato possibile eliminare i difetti, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla rimozione dei materiali già posti in opera e alla loro sostituzione con materiali idonei.

Inoltre i giunti dovranno presentare buona regolarità, basso livello di produzione di rumore al passaggio dei veicoli e perfetta impermeabilità.

Il giunto sarà considerato impermeabile se entro due anni dalla sua posa in opera, durante la pioggia e/o dopo alcune ore dall'ultima precipitazione atmosferica, non si vedranno scolature di acqua per un’estensione fino al 10% della sua lunghezza. Nel caso di scolature per un’estensione superiore a detto valore, ma inferiore al 15% della sua lunghezza, sarà applicata una penale del 15% del prezzo pagato per tutte le lavorazioni e forniture necessarie alla sua costruzione.

In caso di scolature per un'estensione superiore al 15%, il giunto dovrà essere ripristinato dall'Impresa a sua cura e spese.

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli impalcati da ponte dovrà rispondere al seguente requisito:

- indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione inferiore a 5,0 mm.

Le misure del profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere eseguite in un periodo compreso tra il 15° e 180° giorno dell'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN. Tali misure dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm e i valori dell'indice IRI saranno calcolati a partire da tale profilo con un "passo" di 5 m.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale dei giunti di dilatazione si farà riferimento ai valori dell'indice IRI nel cui intervallo di calcolo (L= 5 m) si trova ad essere posizionato almeno un giunto; qualora tale parametro non soddisfi le condizioni richieste, il giunto di dilatazione, ricadente nel relativo intervallo di calcolo sarà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva del giunto anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Il valore della soglia di non accettabilità è:

IRI = 7 mm/m

Qualora il valore di IRI, come definito in precedenza, sia maggiore o uguale al valore ritenuto accettabile sopra specificato, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa per tutta la sua larghezza ed al rifacimento del giunto di dilatazione; il nuovo giunto sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

PROVA DI VERIFICA DELLA STABILITÀ ALLO STOCCAGGIO A CALDO DI UN BITUME MODIFICATO

- SCOPO DELLA PROVA

Questo metodo di prova serve a valutare la stabilità di un bitume modificato allo stoccaggio a caldo e si effettua mediante la determinazione della differenza fra il punto di rammollimento P.A. del terzo superiore e quello del terzo inferiore di un provino cilindrico del bitume in esame, dopo averlo mantenuto per tre giorni alla temperatura massima di stoccaggio.

- APPARECCHIATURA DI PROVA

  - tubetti cilindrici di circa 3 cm di diametro e 16 cm di altezza, di alluminio sottile, pieghevole non verniciato.
  - stufa con regolazione termostatica fino a T=200 °C, con precisione di ± 1 °C.

- freezer.
- apparecchiatura per la determinazione del punto di rammollimento del bitume (CNR BU n.35/1973).

- PROCEDIMENTO

Dopo aver chiuso un tubetto ad un'estremità stringendola e ripiegandola più volte per un totale di circa 3 cm in modo da ottenere un fondo piatto, si versa 75 g circa del bitume riscaldato alla temperatura minima di colabilità, evitando inclusioni di aria e si lascia raffreddare completamente; la parte superiore del tubetto viene allora stretta e piegata ripetutamente in maniera tale che in esso non rimanga praticamente più aria.
Il tubetto preparato viene sistemato verticalmente nella stufa e mantenuto per 3 d alla temperatura massima di stoccaggio, corrispondente a quella massima di impiego e tipica per il bitume modificato in esame; al termine, si toglie il tubetto dalla stufa e, dopo raffreddamento a temperatura ambiente, lo si raffredda ulteriormente in freezer in modo che il provino di bitume possa essere separato dall'involucro di alluminio.
Si taglia quindi il provino cilindrico di bitume perpendicolarmente al suo asse in tre parti di uguale altezza e si scarta quella centrale; sulle parti inferiori e superiori si determina separatamente il punto di rammollimento P.A. con l'approssimazione della prima cifra decimale.

- ESPRESSIONE DEI RISULTATI

La stabilità allo stoccaggio a caldo è espressa dalla differenza fra i punti di rammollimento delle due parti estreme del provino.

- VALUTAZIONE DEI RISULTATI

Il bitume in esame si considera stabile allo stoccaggio a caldo se la succitata differenza non supera i 3 °C. Qualora non sia rispettato tale limite, il materiale è da ritenersi non idoneo all'uso e pertanto deve essere sostituito a cura e spese dell'Impresa.

Art. 17 - Strutture di sostegno e contenimento in elementi prefabbricati

17.1 - Generalità

Le strutture di sostegno e contenimento in elementi prefabbricati dovranno essere realizzate secondo gli elaborati esecutivi di progetto, redatti nel rispetto delle norme emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore) e di quelle emanate in applicazione della Legge 02/02/1974 n. 64 (D.M. 03/12/1987 e successivi aggiornamenti).

La Direzione Lavori, dopo che il Progettista avrà preso visione dei documenti di cui all'art. 9 della legge n. 1086 e avrà verificato la previsione di

utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto, autorizzerà l'Impresa a porre in opera la struttura prefabbricata.

Nella realizzazione dei componenti in conglomerato cementizio vibrato semplice od armato, normale o precompresso e per gli acciai di armatura, dovranno essere rispettate le prescrizioni delle presenti Norme; i geotessili dovranno rispondere alle caratteristiche di cui all'art. 2.

Per tutte le strutture di sostegno e contenimento di cui al presente articolo, gli oneri di brevetto nonché quelli relativi ai calcoli di progetto dei muri prefabbricati sono a carico dell'Impresa.

Quando previsto in progetto, i muri avranno paramento a faccia vista realizzato con lastre in pietra di Luserna, porfido o pietra locale, dello spessore non inferiore a 2 cm, disposte secondo le indicazioni di progetto ed inglobate nel getto.

Relativamente agli scavi di fondazione, l'Impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a cura e spese dell'Impresa.

17.2 - Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 10%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea di base in conglomerato cementizio armato, gettata in opera.

Muri di altezza superiore a 5,00 m dovranno avere le costolature collegate con la platea di base mediante tiranti prefabbricati in c.a.v.; la cerniera tra tirante e costolatura del pannello dovrà essere sigillata con malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato.

I pannelli dovranno avere lo spessore ai bordi non inferiore a 10 cm e dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita, con gli spigoli arrotondati.

Difetti di planarità, verificati con un regolo della lunghezza di 4 m, superiori a 5 mm comporteranno automaticamente il rifiuto del pannello che l'Impresa dovrà allontanare dal cantiere a sua cura e spese.

Al piede dei pannelli dovrà essere realizzato un bordino di rifinitura in malta cementizia.

Nei giunti verticali fra i pannelli dovranno essere inseriti profilati in PVC di idonea sagomatura, atti a trattenere materiali di granulometria superiore a 0,5 mm ed aventi superfici dei fori e/o fessure non inferiore a 50 cm^2 per metro quadrato di pannello per consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel rilevato.

Il conglomerato cementizio dei pannelli e dei tiranti prefabbricati dovrà avere classe di resistenza $\geq$ 32/40 MPa; quello per la platea gettato in opera dovrà avere classe di resistenza $\geq$ 25/30 MPa; l'acciaio di armatura dovrà essere del tipo Fe B 44k controllato in stabilimento.

Particolari cautele dovranno essere adottate nel compattamento del rilevato a ridosso dei pannelli facendo eventualmente ricorso anche a pestelli pneumatici per non danneggiare le strutture.

Relativamente agli scavi, l'Impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a sua cura e spese.

17.3 - Muri di sostegno in pannelli di c.a.p.

Costituiti da pannelli in c.a.p. prefabbricati, posti in opera in posizione verticale entro fondazione in c.a.; per muri di altezza superiore a 3,00 m, i pannelli sono ancorati al rilevato retrostante mediante geotessili tessuti in polipropilene rinforzato con cavetti in acciaio.

I pannelli dovranno essere monolitici a tutta altezza, di larghezza standard 2,40 m, con superficie in vista concava a profilo circolare e spessore variabile di 26 cm ai bordi e 16 cm in mezzeria, rifinita mediante getto su matrici in gomma.

I bordi laterali dei pannelli, finiti come da progetto, dovranno essere rinforzati con inserti metallici in acciaio zincato, sagomati in modo da costituire giunto a maschio e femmina che garantisca complanarità al paramento del muro.

In corrispondenza di ciascun giunto dovrà essere creato un drenaggio verticale protetto da geodreno di dimensioni minime 10x1,5 cm, con scarico verso l'esterno al piede.

I geotessili di ancoraggio, che hanno una estremità annegata nel getto dei pannelli e sono posizionati nel numero ed alle quote previste in progetto, sono stesi ed inglobati nei rilevati mano a mano che procede la loro formazione.

Particolare cura dovrà essere posta nel costipamento del rilevato al di sopra dei geotessili di ancoraggio in modo da poter garantire un'adeguata efficacia degli stessi ancoraggi.

Il conglomerato cementizio dei pannelli dovrà avere classe di resistenza $\geq$ 35/45 MPa; l'acciaio per l'armatura lenta dovrà essere del tipo Fe B 44K controllato in stabilimento; i trefoli di precompressione dovranno essere formati con fili aventi fp (1) k $\geq$ 1670 MPa e fptk $\geq$ 1865 MPa.

17.4 - Muri di controripa in pannelli di c.a.v.

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 15%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea in conglomerato cementizio armato gettato in opera.

La platea gettata in opera, nel caso dei muri di controripa, è posta in posizione rialzata rispetto alla base dei pannelli per cui in questo tipo di muri, rispetto a quelli di sostegno, non vi sono tiranti di collegamento tra pannelli e platea.

I pannelli dovranno avere lo spessore ai bordi non inferiore a 10 cm e dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita, con gli spigoli arrotondati.

Difetti di planarità, verificati con un regolo della lunghezza di 4 m, superiori a 5 mm comporteranno automaticamente il rifiuto del pannello che l'Impresa dovrà allontanare dal cantiere a sua cura e spese.

Al piede dei pannelli dovrà essere realizzato un bordino di rifinitura in malta cementizia.

Nei giunti verticali fra i pannelli dovranno essere inseriti profilati in PVC di idonea sagomatura, atti a trattenere materiali di granulometria superiore a 0,5 mm ed aventi superfici dei fori e/o fessure non inferiore a 50 cm^2 per metro quadrato di pannello per consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel rilevato.

Il conglomerato cementizio dei pannelli e dei tiranti prefabbricati dovrà avere classe di resistenza $\geq$ 32/40 MPa; quello per la platea gettato in opera dovrà avere classe di resistenza $\geq$ 25/30 MPa; l'acciaio di armatura dovrà essere del tipo Fe B 44k controllato in stabilimento.

Particolari cautele dovranno essere adottate nel compattamento del rilevato a ridosso dei pannelli facendo eventualmente ricorso anche a pestelli pneumatici per non danneggiare le strutture.

Relativamente agli scavi, l'Impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a sua cura e spese.

17.5 - Muri di sostegno in terra armata

Costituiti da un rilevato armato con armature lineari ad alta aderenza in acciaio laminato del tipo Fe 510, di sezione 40x5 mm o equivalente, zincato a caldo in ragione di 8 g/dm^2 e spessore medio 0,1 mm e da un paramento verticale in pannelli prefabbricati di c.a.v., avente classe di resistenza $\geq$ 25/30 MPa ed armatura in barre in acciaio Fe B 44k controllato in stabilimento.

Il collegamento tra i pannelli e le armature del terrapieno è realizzato con attacchi in acciaio zincato a caldo annegati nel getto dei pannelli e vincolati ai ferri d'armatura del conglomerato cementizio.

I pannelli di paramento, sagomati e disposti come da progetto, alterneranno nelle file di base e di sommità elementi interi con elementi speciali costituiti da semipannelli; in corrispondenza di spigoli e di coronamenti sub-orizzontali dovranno essere impiegati pannelli speciali in misure fuori standard.

I giunti tra i pannelli devono essere attrezzati per permettere un assestamento flessibile in quelli orizzontali ed il passaggio dell'acqua con trattenuta dei materiali fini in quelli verticali.

I giunti orizzontali saranno costituiti pertanto da strati dello spessore di almeno 2 cm di sughero pressato trattato con resine epossidiche.

Quelli verticali da strisce di schiuma di poliuretano a cellule aperte di sezione 4x4 cm.

I pilastri d'angolo e le lastre coprigiunto, in elementi prefabbricati di c.a.v., dovranno avere le stesse caratteristiche dei pannelli e dovranno comprendere i pezzi speciali, gli attacchi e quant'altro necessario.

In aderenza al paramento interno delle lastre dovrà essere fornito e posto in opera in più riprese un rivestimento costituito da un telo in geotessile non tessuto in polipropilene del peso di 350 g/m^2.

Il coronamento in sommità dei pannelli costituenti il paramento verticale sarà realizzato in cemento armato secondo le previsioni di progetto.

Nella formazione del rilevato costituente il terrapieno armato dovranno essere applicate norme e prescrizioni contenute nell'articolo (rilevati in terra armata) delle presenti Norme.

L'Impresa dovrà porre particolare cura alla selezione dei materiali costituenti il rilevato, dovrà effettuare il costipamento in spessori ridotti per la presenza delle armature e con particolari cautele a ridosso del paramento esterno.

17.6 - Strutture di sostegno a scomparti cellulari

Costituite da elementi in c.a.v. prefabbricati, atti a formare, mediante sovrapposizione alternata ortogonale, scomparti cellulari da riempire con materiale lapideo sciolto di fiume, di cava o di frantoio, di idonea pezzatura, contenente una percentuale di fino (limo o argilla) variabile dal 10÷15% ed avente peso specifico non inferiore a 1,9 t/m^3.

Gli elementi prefabbricati in c.a.v., di sagomatura come da progetto, dovranno avere classe di resistenza $\geq$ 28/35 MPa ed armatura in barre di acciaio Fe B 44k controllato in stabilimento.

La configurazione delle pareti longitudinali potrà essere verticale o a scarpa, a seconda delle indicazioni di progetto.

Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. dovranno essere tali da inibire la fuoriuscita del materiale di riempimento; in particolare tutti gli elementi longitudinali formanti il paramento in vista dovranno essere sagomati in modo da presentare verso l'esterno una vaschetta che dovrà essere riempita con terreno agrario ed impiantata con piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti, in ragione di quattro piantine per metro di vaschetta.

La struttura sarà appoggiata su fondazione in conglomerato cementizio, che dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, la fondazione dovrà essere eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.

Durante la realizzazione del muro si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari per allontanare l'acqua eventualmente presente, in modo da poter

eseguire le lavorazioni di posa in opera degli elementi prefabbricati e del terreno agrario all'interno delle vaschette in assenza di acqua.

17.7 - Strutture di contenimento in elementi scatolari

Costituite da elementi scatolari in c.a.v. prefabbricati, disposti su file perfettamente orizzontali, tra loro intervallati in modo che le pareti degli elementi delle file sottostanti costituiscano appoggio per le pareti degli elementi delle file sovrapposte.

L'arretramento di ciascuna fila rispetto a quella sottostante determinerà un paramento in vista inclinato di circa 70° rispetto all'orizzontale.

Ad avvenuto completamento di ciascuna fila, la struttura risultante dovrà essere riempita fino al contatto con la retrostante parete con un misto di cava od altro materiale, permeabile e sciolto, di idonea pezzatura, compattato a fondo all'interno e tra gli elementi, fino all'incontro con la parete a tergo della struttura.

Per il riempimento degli ultimi 20 cm delle superfici che restano in vista dovrà essere impiegato terreno vegetale così da agevolare l'attecchimento della vegetazione.

Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. e le modalità esecutive della struttura dovranno essere comunque tali da impedire la fuoriuscita del materiale di riempimento.

Gli elementi scatolari ed i relativi pezzi speciali in c.a.v., di forma, dimensioni e finitura come da progetto, dovranno avere classe di resistenza $\geq$ 25/30 MPa ed essere armati con barre e/o rete elettrosaldata di acciaio del tipo Fe B 44k controllato in stabilimento in ragione di 55 kg di acciaio per metro cubo di conglomerato cementizio.

La struttura sarà appoggiata su fondazione in cemento armato, dimensionata come da progetto e dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, sarà eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.

La struttura dovrà essere completata con gli elementi speciali di chiusura laterale e di chiusura di coronamento; in corrispondenza di ciascun elemento scatolare dovranno essere impiantate almeno tre piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti; dovrà essere sistemato il terreno a monte del coronamento della struttura.

17.8 - Strutture di sostegno a paramento verde

Costituite da strati di materiali idonei, dello spessore non superiore a 50 cm, alternati con armature in teli di geotessile.

Il paramento in vista delle strutture, inclinato di 50°÷70° rispetto all'orizzontale, sarà formato da una griglia metallica di contenimento e da uno speciale geotessile strutturato in modo tale da trattenere il terreno e la

semina e permettere la germinazione del seme attraverso le sue maglie per avere il paramento completamente inerbito.

Il paramento sarà costituito dai seguenti componenti:

- geotessile d'armatura del rilevato, costituito da poliestere o polipropilene a filamento continuo agotrattato delle seguenti caratteristiche:

Categoria dei teli	kN 40	kN 80	kN 100	kN 120
Peso	350 gr/mq	700 gr/mq	900 gr/mq	1050 gr/mq
Spessore	2,5 mm	4,0 mm	5,0 mm	6,0 mm
Resistenze: longitudinale trasversale	 40 kN/m 19 kN/m	 80 kN/m 36 kN/m	 100 kN/m 47 kN/m	 120 kN/m 54 kN/m
Allungamento a rottura: longitudinale trasversale	 48% 53%	 45% 43%	 47% 45%	 43% 51%
CREEP nel senso di massima resistenza al 25% del carico di esercizio	nullo	nullo	nullo	nullo
Permeabilità sotto carico di 0,20 MPa	$0,7x10^{-3}$m/s	$0,5x10^{-3}$m/s	$0,4x10^{-3}$m/s	$0,4x10^{-3}$m/s
Trasmissività	$3,0x10^{-5}m^2/s$	$5,0x10^{-5}m^2/s$	$6,0x10^{-5}m^2/s$	$7,0x10^{-5}m^2/s$

- rete metallica elettrosaldata con fili del diametro 6÷10 mm in maglie differenziate di 15x15 e 15x30 cm oppure 12,5x15 e 15x30 cm, rispondenti alle caratteristiche riportate nelle presenti Norme;
- distanziatori e puntoni fissatori del diametro 8÷10 mm, rispondenti alle caratteristiche riportate nelle presenti Norme;
- geotessile composito per il contenimento del paramento di scarpata, costituito da un telo in poliestere o polipropilene a filo continuo, strutturato in maglie di 2x4 mm di contenimento del terreno e di base d'appoggio della vegetazione.

  Tale geotessile dovrà risultare di peso non inferiore a 200 g/m^2, avere resistenza allo strappo non inferiore a 15 kN/m e presentare caratteristiche di stabilità ai raggi U.V., di ininfiammabilità e di imputrescibilità;
- la sistemazione in opera dei materiali, la cui stesa e compattazione dovranno essere eseguite per strati di spessore non superiore a 25 cm, fino ad ottenere una densità non inferiore al 95% della densità individuata mediante la prova AASHTO mod;
- la semina a spruzzo del paramento in vista con una miscela avente la seguente composizione:
  - miscuglio di semi di specie erbacee e foraggere in ragione di 50-60 g/m^2;
  - composto costituente il supporto del seme, con funzione agglomerante, fertilizzante ecc., comprendente tra l'altro:
    - . materiale portante su base organica formato da terreno vegetale, silicati, sostanze concimanti organiche, fibre vegetali, bentonite;

. materiale ad elevato assorbimento e ritenzione idrica;

. materiale agglomerante a base di colloidi organici;

. fibre vegetali biodegradabili;

. fertilizzanti complessi granulati ad azione ritardata; in ragione di complessivi 5,2 kg/m²

- acqua in ragione di 15÷20 Kg/m².

La Direzione Lavori provvederà a fare eseguire le sottoelencate prove e controlli:

a) per il geotessile d'armatura (per ogni 2.000 m^2 o frazione):

- n. 1 prova per la determinazione del peso unitario;
- n. 1 prova per la determinazione della resistenza allo strappo;
- n. 1 prova per la determinazione dell'allungamento;
- n. 1 prova per la determinazione della permeabilità;
- n. 1 prova per la determinazione della trasmissività;
- n. 1 prova per attestare le proprietà a lungo termine (CREEP test, secondo BS 6906 parte V, 1991) o prova equivalente approvata dalla Direzione Lavori;

b) per il geotessile di contenimento della scarpata (per ogni 2.000 m² o frazione):

- n. 1 prova per la determinazione del peso unitario;
- n. 1 prova per la determinazione della resistenza allo strappo;
- n. 1 prova di stabilità ai raggi U.V.;
- n. 1 prova di ininfiammabilità;
- n. 1 prova di imputrescibilità;

c) per la sistemazione in opera delle terre (per ogni 1.000 m^3 o frazione):

- secondo le prescrizioni delle Norme Tecniche d'Appalto per le terre armate.

In caso di rilevamento di valori inferiori a quelli prescritti, l'Impresa dovrà a sua cura e spese smantellare l'opera costruita, sostituire i materiali non idonei e provvedere alla successiva ricostruzione.

17.9 - Struttura di sostegno in terra rinforzata costituita da paramento in pietrame di forma a scatola (terramesh)

Struttura di sostegno in terra rinforzata costituita da paramento in gabbioni a scatola zincati e plastificati (2x1xl m) muniti di teli in rete zincata e plastificata, per rinforzo e armatura del terrapieno posteriore, di lunghezza 4 m. Il manufatto sarà realizzato in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8xlO in accordo con le Norme UNI 8018, tessuto con trafilato in ferro (conforme alle UNI 3598 per le caratteristiche meccaniche e UNI 10218 per

le tolleranze sui diametri) avente carico di rottura compreso fra 38 e 50 kg/mm^2 e allungamento minimo pari al 12%, avente diametro 2,7 mm interno e 3,7 mm esterno, rivestito in lega eutettica Zinco-Alluminio (5%) conforme alla ASTM 856 con un quantitativo di ricoprimento di almeno 260 g/m^2.

Gli elementi in gabbioni saranno provvisti di barre di rinforzo zincate e plastificate (filo di diametro 3,4 mm interno e 4,4 mm esterno) inserite all'interno della doppia torsione delle maglie in corrispondenza degli spigoli esterni della struttura e di un diaframma centrale realizzato in modo da conferire continuità, senza legature tra paramento esterno in gabbione ed armature di rinforzo. Si dovrà inserire fra il paramento e il rilevato strutturale un geosintetico ritentore di fine, da utilizzare come interfaccia, costituito da un geotessile a filo continuo in filamento bipolimero coesteso di polipropilene-polietilene assemblato mediante esclusivo processo di termosaldatura ed avente una massa areica di 135 g/m^2 ed una permeabilità con battente idraulico di 10 cm non inferiore a 90 l/m^2/sec.

Il riempimento del paramento esterno sarà eseguito con elementi in pietrame di adeguate dimensioni curandone la faccia-vista.

Il filo in lega Zinco-Alluminio (5%) sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio a base di PVC (cloruro di polivinile) che dovrà avere uno spessore minimo di 0,5 mm si da incrementare il diametro esterno a circa 3,7 mm.

Il materiale costituente il rivestimento plastico dovrà possedere le seguenti principali caratteristiche:

- peso specifico: compreso tra 1,30 e 1,55 dm^3;
- durezza: compresa tra 50 e 60 Shore D secondo metodo di prova ASTM D 2240-75;
- carico di rottura: superiore a 210 kg/cm^2;
- abrasione: perdita di peso inferiore a 190 mg, secondo metodo di prova ASTM D 1242-56 (750);
- temperatura di fragilità inferiore a -30 °C secondo metodo di prova BSS 2782-104 A.

Oltre alle seguenti prove specifiche di invecchiamento artificiale:

. nebbia salina: periodo di prova = 1500 h, metodo di prova ASTM-B 117-90;

. esposizione ai raggi UV: periodo di prova = 2000 h a 63 °C, metodo di prova ASTM D1499-92 e ASTM G23-93 apparratus type E;

. esposizione alle alte temperature: periodo di prova = 24 h a 105 °C, metodo di prova ASTM D1203-89 in accordo con ASTM D2287-92;

. temperatura di fragilità: Cold Bend inferiore a -30 °C secondo metodo di prova BS2782-104 A;

Cold Flex inferiore a +15 °C secondo metodo di prova BS 2782-151 A (84).

La rete metallica costituente il manufatto sarà del tipo 8xlO con filo di 2,7 mm e dovrà rispettare conformemente alla normativa ASTM A-975-97, le seguenti minime caratteristiche fisico-meccaniche:

- resistenza longitudinale alla torsione kN/m 42;
- resistenza perpendicolare alla torsione kN/m 20;
- resistenza in corrispondenza della stringitura kN/m 17;
- resistenza al punzonamento kN 23.

Le legature in opera tra i vari elementi in rete metallica saranno effettuate con filo in lega Zinco-Alluminio (5%) plastificato (secondo le normative internazionali sopra specificate), avente diametro 2,2 mm interno e 3,2 mm esterno o con punti metallici in acciaio con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 kg/m^2.

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originate dalla Ditta produttrice, in possesso di certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9002.

La Direzione Lavori preleverà dei campioni per far verificare in Laboratori Ufficiali a cura e spese dell'Impresa le seguenti rispondenze:

. il trafilato in ferro rispetti le norme UNI 3598 ed UNI 10218;

. il rivestimento rispetti le norme ASTM 856, ASTM D 5540-75, ASTM D 1242-56 (750), BSS 2782-104 A oltre che gli standard di invecchiamento artificiale indicati;

. la maglia rispetti la norma UNI 8018;

. a rete rispetti la norma ASTM A-975.

Data in opera compreso ogni fornitura prestazione ed onere occorrenti, inclusi i maggiori oneri di compattazione in presenza di reti metalliche e a ridosso del paramento esterno. Solo escluso la fornitura e posa dei materiali di riempimento dei gabbioni e per la formazione del terrapieno.

Misurazione netta in proiezione verticale del paramento esterno in gabbioni, senza tener conto di eventuali riseghe.

Art. 18 - Misto granulare non legato per fondazione

18.1 - Descrizione

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI 2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale d'apporto idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione.

Lo spessore della fondazione deve essere conforme agli elaborati di progetto.

18.2 - Caratteristiche dei materiali da impiegare

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, risponderà alle caratteristiche seguenti:

a) L'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;

b) Granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
crivello 70	100
" 40	75-100
" 25	60-87
" 10	35-67
" 5	25-55
setaccio 2	15-40
" 0,4	7-22
" 0,075	2-10

c) Rapporto tra il passante al setaccio UNI 0,075 mm ed il passante al setaccio UNI 0,4 mm inferiore a 2/3.

d) Perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso.

e) Equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4: compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo di scuotimento meccanico). Tale controllo deve anche essere eseguito sul materiale prelevato dopo costipamento.

   Il limite superiore dell'equivalente in sabbia "65" potrà essere modificato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35 la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso d'elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza C.B.R. di cui al successivo comma.

f) Indice di portanza C.B.R. (CNR-UNI 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra) dopo quattro giorni d'imbibizione in acqua, eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm, non minore di 50.

   È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di ±2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso d'elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione

avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, d, e, salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

18.3 - Studio preliminare

Le caratteristiche suddette devono essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di Laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'Impresa deve indicare, per iscritto, le fonti d'approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che sarà impiegata.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio dell'esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

I requisiti d'accettazione saranno inoltre accertati con controlli della Direzione Lavori sia in cava, sia preliminarmente sia in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento.

Il materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non corrispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni correttivi da effettuare a cura e spese dell'Impresa, dovrà essere allontanato dal cantiere.

18.4 - Modalità esecutive

Il piano di posa dello strato deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di compattezza ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale sarà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta d'acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso d'umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura saranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento d'ogni strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 0,18. Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso d'elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta sarà corretta in base alla formula:

$$dr = \frac{di\ Pc\ (100 - x)}{100\ Pc - x\ di}$$

dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in Laboratorio

di = densità della miscela intera

Pc = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm

x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso d'elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso nella stessa formula, al termine x, deve essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

Il valore del modulo di deformazione Md, accertato secondo le modalità previste dalle Norme, nell'intervallo compreso fra 1,5 e 2,5 daN/cm², non deve essere inferiore a 1.000 daN/cm².

Il modulo elastico dinamico reale calcolato tramite il programma "PASTREV" della Società dai valori rilevati in opera con prove dinamiche tipo F.W.D. effettuate sullo strato di fondazione, sarà il riferimento prestazionale. La media dei valori di modulo in daN/cm² ricavata da misure effettuate ogni 100 m e riferite a tratti omogenei del lavoro di almeno 400 metri di lunghezza deve risultare superiore a 1.850 daN/cm².

Per valori inferiori, al misto si effettuerà una detrazione del 10% sul prezzo dello strato e del pacchetto di strati ad esso sovrapposti.

La superficie finita non deve scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato per mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore deve essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

Art. 19 - Fondazioni a legante idraulico

19.1 - Fondazione (sottobase) in misto cementato confezionato in centrale

19.1.1 - Descrizione

Il misto cementato per fondazione (sottobase) deve essere costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in un unico strato dello spessore indicato in progetto.

19.1.2 - Caratteristiche dei materiali da impiegare

19.1.2.1 - Inerti

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti.

A discrezione della Direzione Lavori potranno essere impiegate quantità di materiale frantumato superiori al limite stabilito; in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 d prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante allo 0,075 mm.

Per le granulometrie possibili, detti materiali potranno anche essere integrati con ceneri volanti.

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

Aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;

Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR B.U. n. 23 del 14.12.1971);

Serie UNI	Passante totale in peso %
crivello 40	100
” 30	80-100
” 25	72-90
” 15	53-70
” 10	40-55
” 5	28-40
setaccio 2	18-30
” 0,4	8-18
” 0,18	6-14
” 0,075	5-10

Perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n. 34 del 28.3.73) non superiore a 30% in peso;

Equivalente in sabbia (CNR B.U. n. 27 del 30.3.1972) compreso fra 30 e 60;

Indice di plasticità (CNR UNI 10014) uguale a zero (materiale non plastico).

19.1.2.2 - Legante

Deve essere impiegato cemento normale 32,5 o 32,5R (di tipo I, II, III, IV, V).

A titolo indicativo la percentuale di cemento deve essere compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti. È possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione. Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento.

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di Laboratorio da effettuare, a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

19.1.2.3 - Acqua

Deve essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

La quantità di acqua nella miscela deve essere quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro ± 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

19.1.3 - Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (CNR UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm^3).

Per il confezionamento dei provini, gli stampi saranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza deve essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78. La miscela di studio sarà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

I campioni da confezionare in Laboratorio devono essere protetti in sacchi di plastica per evitare l'evaporazione dell'acqua. Saranno confezionati almeno tre campioni ogni 250 m di lavorazione.

La miscela sarà costipata su 5 strati con il pestello, l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato, 85 colpi per strato, in modo da ottenere un'energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51 ± 0,5 mm, peso pestello 4,535 ± 0,005 daN, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini devono essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 d in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20 °C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini devono avere resistenze a compressione a 7 d non minori di 25 daN/cm² e non superiori a 45 daN/cm², ed a trazione secondo la prova "brasiliana" non inferiori a 2,5 daN/cm². Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 75 daN/cm² (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di ± 15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di Laboratorio devono essere scelti la curva e la densità al fine di confrontare le resistenze ottenute con quelle di progetto da usarsi come riferimento nelle prove di controllo.

19.1.4 - Formazione e confezione delle miscele

Le miscele saranno confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti devono comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti dovranno essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

19.1.5 - Posa in opera - tempo di maturazione

La miscela sarà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accettata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa sarà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato devono essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

Rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t.

Rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla Direzione Lavori, delle stesse caratteristiche sopra riportate.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 273 K e superiori a 298 K e mai sotto la pioggia. Tuttavia, a discrezione della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature tra i 298 K e i 303 K. In questo caso però deve essere necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); deve essere inoltre necessario provvedere ad un’abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa devono essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 288 K e 291 K ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente un’eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa; se non si fa uso della tavola deve essere necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale.

Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi

gommati. Aperture anticipate vanno correlate alle resistenze raggiunte dal misto. Comunque il tempo di maturazione non potrà essere mai inferiore a 48 h.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

19.1.6 - Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 daN/m^2, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposta la fondazione e successivo spargimento di sabbia.

19.1.7 - Norme di controllo delle lavorazioni-prestazioni

Con esami giornalieri dovrà essere verificata la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele. Sarà ammessa una tolleranza di ± 5 punti % fino al passante al crivello n. 5 e di ± 2 punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non siano superati i limiti del fuso.

A compattazione ultimata la densità in sito deve essere non inferiore al 100% nelle prove AASHTO modificato di cui al punto 19.1.3 nel 98% delle misure effettuate.

Il valore del modulo di deformazione Md al 1° ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 1,5 e 2,5 daN/cm^2, rilevato in un tempo compreso fra 3 e 12 h dalla compattazione non deve mai essere inferiore a 1500 daN/cm^2.

Il riferimento prestazionale sarà costituito dal modulo elastico reale è calcolato tramite programma BACAN della Società con i valori rilevati in opera (anche a strato ricoperto) con il F.W.D. in un periodo compreso tra 7 e 90 d dalla stesa.

La media dei valori di modulo sui tronchi omogenei dovrà essere quella compresa nell'area A del diagramma che segue.

Se i valori ricadono nell'area B lo strato (ed il pacchetto che la ricopre) saranno penalizzati del 10% del prezzo per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce.

I valori ricadenti nell'area C e D comporteranno una penale del 20%.

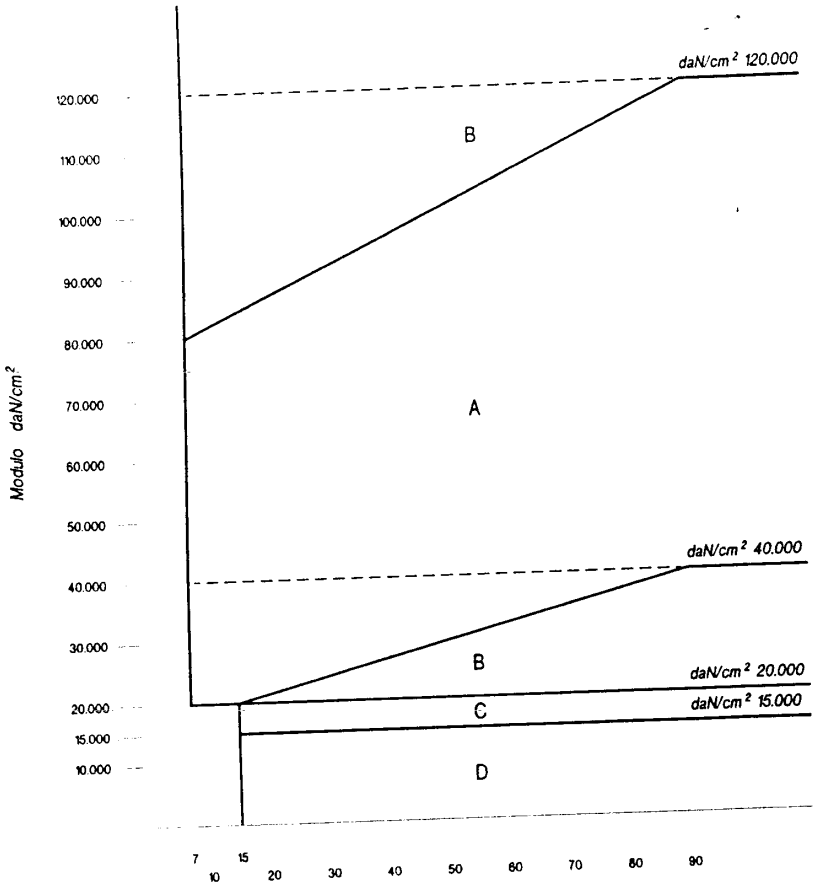

Figura n. 1

19.2 - Riciclaggio in sito del misto cementato e/o granulare con aggiunta di cemento e acqua

19.2.1 - Descrizione

La rigenerazione in sito a freddo è realizzata mediante idonee attrezzature che consentono di miscelare in sito, anche in cassonetti ricavati da pavimentazioni preesistenti, il misto cementato per fondazione o il misto granulare costituenti la preesistente fondazione, con cemento ed eventuali inerti freschi ed acqua, omogeneizzare, stendere per tutta la larghezza e profondità prevista e compattare la miscela ottenuta per uno spessore massimo di 25 cm. In alternativa si potranno usare materiali fresati di pavimentazioni bituminose; in questo caso si possono accettare resistenze minori di quelle indicate nel seguito, ma con conseguente aumento degli spessori legati, in modo da ottenere comunque i moduli di cui al punto 19.1.7.

Altri spessori potranno essere richiesti purché non inferiori ai 20 cm e superiori ai 30 cm.

Macchine che non operano nel modo sopraddetto potranno essere allontanate dal cantiere a insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

19.2.2 - Caratteristiche dei materiali

19.2.2.1 - Inerti

Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) e la rispondenza alle prescrizioni granulometriche (CNR B.U. n. 23 del 14.12.1971) indicate nel fuso seguente:

Crivelli e Setacci UNI	Passante totale in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75 -100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0.4	7 - 22
Setaccio 0.075	2 - 10

Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni la Direzione Lavori ne prescriverà la correzione mediante l'aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto.

Gli inerti di integrazione dovranno provenire esclusivamente da frantumati di cava (frantumazione 100%) e conformi a quanto richiesto dalle specifiche tecniche di cui al punto 14.2.1.4.2.

19.2.2.2 - Cemento

Dovrà essere impiegato cemento 32,5 o 32,5R (tipo I, III o IV).

19.2.2.3 - Acqua

Dovrà essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

19.2.3 - Studio della miscela di laboratorio

Le percentuali di cemento e di acqua ottimali e dell'eventuale integrazione di inerti saranno stabilite in relazione alle seguenti prove di laboratorio:

a - Eseguire sulla tratta interessata dai lavori prelievi di materiale sciolto fresato in sito e determinare in laboratorio la curva granulometrica di progetto del misto cementato o granulare da trattare (CNR 23/71).

Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente le determinazioni sopra riportate dovranno essere eseguite sulla tratta

interessata dai lavori almeno ogni 500 m ed in caso di disomogeneità della miscela, intensificate.

b - Determinazione dell'umidità ottimale di costipamento e relativa densità massima secca della miscela di progetto mediante studio Proctor modificato (CNR B.U. n. 69/78).

La miscela granulometrica sottoposta a prova Proctor dovrà contenere una percentuale di cemento pari all'incirca della metà di quella ottimale.

c - La percentuale di cemento ottimale dovrà essere determinata compattando la miscela, privata del trattenuto al crivello UNI 30 mm, entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore all'umidità ottimale Proctor. La miscela dovrà essere compattata su 5 strati secondo la norma AASHTO modificato (diametro pestello 51 ± 0.5 mm, peso pestello 4.535 ± 0.005 daN, altezza di caduta 45.7 cm) incrementando di volta la percentuale di cemento (indicativamente dell'1%) riferita al peso secco della miscela degli inerti. Per ogni percentuale di cemento dovranno essere confezionati 18 provini. I provini così confezionati dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 2 e 6 d in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20 °C). Da ogni provino, appena confezionato, deve essere immediatamente determinata la densità secca espressa in gr/cm^3. (CNR B.U. n. 29/72).

d - Le rotture dei provini devono avvenire secondo le seguenti modalità:

	ROTTURA A COMPRESSIONE	BRASILIANA
	N. provini	N. provini
24 h di stagionatura:	3	3
72 h di stagionatura:	3	3
168 h di stagionatura:	3	3

Rottura a compressione (CNR B.U. n. 29/72).

Rottura a trazione indiretta (Brasiliana) (CNR B.U. n. 97/84).

e - Da questi dati di laboratorio devono essere scelti la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

La miscela ottimizzata dovrà possedere una resistenze a compressione a 7 d non minore di 25 daN/cm² e non superiore a 45 daN/cm², ed a trazione non inferiore a 2.5 daN/cm².

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 75 daN/cm².

19.2.4 - Posa in opera

La posa in opera della miscela deve essere effettuata mediante sistemi che consentano di ottenere uno strato perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti alla segregazione degli elementi litoidi più grossi.

La miscela appena stesa dovrà essere immediatamente compattata mediante un rullo statico metallico e/o combinato di almeno 35000 daN di peso.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla Direzione Lavori, delle stesse caratteristiche sopra riportate.

Al termine della compattazione lo strato finito dovrà avere una densità secca uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 98% di quella Proctor.

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione acida al 55% in ragione di 1÷2 daN/m² ed un successivo spargimento di sabbia.

Con temperatura dell'aria inferiore ai 5 °C la lavorazione della miscela dovrà essere sospesa e comunque sempre in caso di pioggia.

Le lavorazioni successive e l'apertura al traffico dipenderà dalle resistenze raggiunte, comunque saranno decise di volta in volta.

19.2.5 - Norme di controllo delle lavorazioni - prestazioni

Vale quanto indicato all'art. 19.1.7.

19.3 - Fondazione in misto cementato realizzato in "situ" con impiego di prodotti stabilizzanti

19.3.1 - Descrizione

I materiali della fondazione in misto granulare anche se inquinati da sostanze argillose od altro possono essere reimpiegati, quando non è possibile o conveniente provvedere alla loro integrale sostituzione (tratti autostradali con grande volume di traffico, irreperibilità di materiali idonei, urgenza di riaprire al traffico i tratti bonificati ecc.) miscelando in sito con il cemento, sostanze chimiche inorganiche definite "stabilizzanti".

Questi prodotti costituiti da una miscela di sali alcalino terrosi (sodio, potassio, alluminio, calcio, ferro ecc.) da applicarsi diluiti in acqua nello strato da trattare unitamente al cemento producono un'azione di coesione dei limi e delle argille presenti nel materiale in sito e permettono le normali reazioni di idratazione e presa per la miscela terra-cemento contenendo anche gli effetti del ritiro durante la presa.

19.3.1.1 - Materiali

Prodotto stabilizzante in ragione di 1 daN in polvere per metro cubo di materiale da trattare diluito in acqua in funzione dell'umidità presente nel misto;

- legante: cemento Portland, pozzolanico o d'alto forno di classe 32,5;
- acqua: deve essere esente da impurità dannose al cemento, oli, acidi, alcali.

19.3.1.2 - Studio della miscela

Verificata preventivamente la presenza di sostanze limose o argillose, nello strato di misto granulare di un lungo tratto di autostrade da risanare, deve essere effettuato uno studio di Laboratorio per definire le percentuali di aggiunta del cemento ed acqua in funzione dei valori di resistenza da ottenere come prescritto al punto 19.1.3, tenendo conto della correzione con i prodotti stabilizzanti, che è assunta costante come detto in precedenza.

19.3.1.3 - Modalità esecutive

La rimozione della parte di strato da trattare deve essere effettuata per le profondità indicate dalla Direzione Lavori con idonee attrezzature e comunque non inferiori ai 25 cm.

Il legante cementizio nelle quantità definite nella fase progettuale deve essere distribuito in maniera uniforme mediante idonei spargitori su tutta la superficie rimossa e miscelato con Pulvimixer in grado di rimuovere e mescolare uniformemente uno spessore minimo di 25 cm. Macchine ritenute come non idonee potranno essere allontanate dal cantiere.

Al termine della miscelazione dovrà essere aggiunta la soluzione acquosa contenente il prodotto stabilizzante e quantità di acqua più o meno elevate in funzione della quantità di materiale da trattare e della sua umidità.

Seguirà una seconda e più accurata miscelazione ad opera degli stessi mezzi già impiegati.

Quando le argille sono presenti solo in zone circoscritte rispetto all'intera superficie interessata dai normali lavori di risanamento, questa lavorazione dovrà essere naturalmente limitata solo a queste zone. La miscelazione dovrà interessare tutta la superficie in modo uniforme comprese le fasce adiacenti alle pareti verticali dello scavo. La miscelazione non dovrà mai essere eseguita in condizioni ambientali ed atmosferiche avverse quali: pioggia o temperatura ambiente non comprese tra 5 °C e 35 °C.

Le condizioni ambientali ottimali si verificano con temperature intorno a 18 °C e con tasso di umidità di circa il 50%; con temperature superiori l'umidità deve risultare anch'essa crescente. Con temperature inferiori il tasso di umidità non deve essere inferiore al 15%.

Completata l'operazione di miscelazione si dovrà provvedere al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della Direzione Lavori. Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento.

Le operazioni di addensamento dello strato devono essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

- Rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t.
- Rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla Direzione Lavori, delle stesse caratteristiche sopra riportate.

19.3.2 - Norme di controllo delle lavorazioni

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. 19.1.7.

Art. 20 - Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

20.1 - Leganti bituminosi di base e modificati

20.1.1 - Leganti bituminosi semisolidi - caratteristiche e penali

I leganti bituminosi semisolidi sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base e bitumi modificati (con appositi polimeri ed additivi, vedi tavola che segue). Nel seguito indichiamo le caratteristiche dei diversi leganti, 8 per i bitumi di base, 9 per quelli modificati con sigla “B” e “D”, 10 per quelli a modifica “Hard” con sigla “C”.

Si deve rientrare nei limiti almeno per 4 caratteristiche su 8 per i bitumi di base; obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità dinamica a T=160 °C, perdita per riscaldamento (volatilità) a T=163 °C, penetrazione e punto di rammollimento. Almeno 5 caratteristiche su 9/10 per i bitumi modificati; obbligatoria sempre la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità dinamica a T=160 °C, penetrazione, incremento del punto di rammollimento e ritorno elastico a T=25 °C e stabilità allo stoccaggio.

Qualora i bitumi di base ed i modificati non risultino come da richieste testé definite, verranno penalizzati del 5% i primi e del 10% i secondi per i prezzi di tutti i conglomerati per strati di base, collegamento ed usura o per altri impieghi, confezionati con la partita di bitume a cui si riferiscono le prove.

L'applicazione di queste penali non esclude quelle previste in altri articoli delle presenti Norme, riferite a caratteristiche del prodotto finito quali: moduli, durate, resistenze, regolarità, ecc.

Nella tavola sinottica sono riportate le categorie dei leganti per tipo di modifica e campi di applicazione.

TAVOLA SINOTTICA

CATEGORIA	TAB	SIGLA BITUME	POLIM. % INDICATIVA	POLIMERO TIPO	CAMPI DI APPLICAZIONE
Bitume di base	20.1.1.1	A	-	-	CB
Bitume Soft (°)	20.1.2.1	B	4,00	SBSr, SBSl, EVA	CBS
Bitume Hard	20.1.3.1	C	4 + 2	SBSr + SIS	CBH(°°), CBD, TSC, MT, MAD, MAMT, MAV , MAPCP
Bitume Hard per: Microtappeti a freddo, Riciclaggio in sito a freddo	20.1.3.2	D	6,00	SBSr, SBSl, EVA	MTF, CBRF
Bitume Hard per Sigillature, Tamponi, Viadotti, Cavalcavia	20.1.3.3	E	8,00	SBSr, SBSl, EVA, LDPE(°°°)	S, GT, CBV
Emulsioni bituminose cationiche	20.1.3.4	F_1, F_2	-	-	MAF
Attivanti chimici funzionali	20.1.4.1	ACF	-	-	CBR(°°°°)
Leganti sintetici	20.1.6	L.S.	-	Resine epossiamminiche	TSS

(°) Usato nei conglomerati bituminosi tradizionali se il bitume di base non raggiunge i minimi richiesti (Tab. 20.1.1.1)

(°°) Per aumentare la durata a fatica dei CB

(°°°) Modifica mediante Polietilene a bassa densità (LDPE) solo per CBV

(°°°°) Vengono usati per riattivare le caratteristiche reologiche dei bitumi nei CBR (strati di base, collegamento, usura) vedi art 20.2

SIGLA	CAMPO DI APPLICAZIONE
CB	Conglomerati bituminosi normali per strati di base, collegamento ed usura
CBS	Conglomerati bituminosi speciali per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica “Soft”
CBH	Conglomerati bituminosi speciali ad alta resistenza a fatica per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica “Hard”
CBR	Conglomerati bituminosi contenenti tra il 10% e il 20% di riciclato
CBD	Conglomerato bituminoso drenante fonoassorbente
CBDR	Conglomerato bituminoso drenante riciclato
CBRF	Conglomerato bituminoso riciclato in sito a freddo
MT	Microtappeti ad elevata rugosità (parzialmente drenanti)
TSC	Trattamenti superficiali a caldo
TSS	Trattamenti superficiali con leganti sintetici (tipo ITALGRIP)
MTF	Microtappeti a freddo (tipo Macro Seal)
CBV	Conglomerato bituminoso per viadotti
S	Sigillature
GT	Giunti a tampone
MAD	Mano di attacco per CBD
MAMT	Mano di attacco per MT
MAV	Mano di attacco per CBV (tra membrana poliuretanica e CBV)
MAPCP	Mano di attacco per PCP (lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua)
MAF	Mano di attacco a freddo per conglomerati bituminosi tradizionali
SIGLA	POLIMERI E ADDITIVI
SBSr	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura radiale
SBSl	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura lineare
SIS	Stirene-Isoprene-Stirene
EVA	Etilene-Vinil-Acetato
LDPE	Polietilene a bassa densità
LS	Resine bicomponenti epossiamminiche
ACF	Attivanti Chimici Funzionali
FM	Fibre minerali (vetro)

20.1.1.1 - Bitumi di base

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione da raffineria (definiti di base) con le caratteristiche indicate in Tabella 20.1.1.1 impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali di cui all'art. 20.2.

Nella tabella 20.1.1.1 sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto di base "A" così come viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio (vedi successivo art. 20.2.1.8.5).

I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalla normativa CNR 81/80.

TABELLA 20.1.1.1

			Bitume A (50/70)
Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione @ 25 °C	0,1 mm	EN 1426 CNR24/71	50-70
Punto di rammollimento	°C	EN 1427 CNR35/73	46-56
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR43/74	≤- 8
Solubilità in Tricloroetilene, min.	%	CNR48/75	≥99
EN 1427 CNR35/73	Pa*s	SN 67.1722a	≤0,3
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @163 °C, max, ±	%	CNR54/77	≤0,5
Penetrazione residua @ 25 °C , min.	%	EN 1426 CNR24/71	≥50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427 CNR35/73	≤9

(*) Rolling Thin Film Oven Test

20.1.1.2 - Bitumi modificati

I bitumi modificati rappresentano quei leganti per uso stradale di nuova generazione, che garantiscono una maggiore durata a fatica delle pavimentazione rispetto a quelle impieganti bitumi di base o che permettano risultati altrimenti impossibili con i conglomerati normali.

La loro produzione deve avvenire in impianti industriali dove vengono miscelati i bitumi di base, opportunamente selezionati, con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica.

I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono così definiti:

Bitume con modifica "SOFT" le cui caratteristiche sono riportate nella tabella 20.1.2.1.

Bitumi con modifica "HARD" con le caratteristiche riportate nelle tabelle 20.1.3.1, 20.1.3.2, 20.1.3.3, 20.1.3.4.

I bitumi con modifica "SOFT" vanno impiegati nelle miscele di base, collegamento e usura, quando i bitumi di base non raggiungono le caratteristiche richieste, (vedi tab. 20.1.2.1) mentre devono essere tassativamente impiegati i bitumi a modifica "HARD" nelle miscele particolari salvo diversa indicazione.

Questi ultimi possono anche essere usati nelle miscele normali se richiesto nel progetto (vedi art. 20.1.3).

I bitumi modificati, sia "SOFT" che "HARD", possono anche essere preparati da "MASTER" : (bitume madre modificato con elevate percentuali di polimero) successivamente tagliato per aggiunta e miscelazione di bitume di base in percentuali tali da raggiungere le caratteristiche richieste nella tabella 20.1.2.1 e nelle tabelle 20.1.3.1, 20.1.3.2, 20.1.3.3, 20.1.3.4.

Per i bitumi modificati, sia "SOFT" che "HARD", il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione @25 °C, punto di rammollimento prima e dopo la modifica, recupero elastico @25 °C e la stabilità allo stoccaggio.

I certificati di prova devono accompagnare il quantitativo trasportato.

Inoltre il produttore deve indicare le condizioni di temperatura da attuare per le operazioni di: pompaggio, stoccaggio e di lavorazione (miscelazione).

La produzione potrà avvenire anche agli impianti di fabbricazione dei conglomerati bituminosi purché i bitumi ottenuti abbiano le caratteristiche richieste.

In questo caso i carichi di bitume di base destinati alla modifica devono essere testati almeno sul valore del punto di rammollimento e della penetrazione, mentre permane l'obbligo alla certificazione dei dati sopra indicati.

Nel caso di fornitura esterna è preferibile usare fornitori certificati in Qualità da primario istituto europeo almeno a norma ISO 9002.

Entro un anno dalla data di applicazione di queste norme e comunque dal marzo 1999, le forniture dovranno avvenire esclusivamente da parte di ditte di questo tipo.

20.1.2 - Bitumi con modifica "SOFT"

Tali bitumi vanno usati quando i bitumi di base non rientrano nelle caratteristiche richieste.

La modifica deve conseguire i seguenti risultati:

TABELLA 20.1.2.1 - BITUME "SOFT"- LEGANTE "B" (% DI MODIFICANTE/I(*) ≥4%)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione @ 25 °C	0,1 mm	EN 1426; CNR24/71	50-70
Δ Punto di rammollimento (°°) /valore minimo P.A.	°C	EN 1427; CNR35/73	≥14/50
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR43/74	≤-10
Viscosità dinamica @160 °C, ý = 100 s^{-1} ,max	Pa*s	SN 67.1722a	≤0,4
Ritorno elastico @25 °C, 50mm/min	%	EN 1427; CNR35/73	≥50
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, @180 °C Δ Punto di rammollimento, max	°C	Vedi Norma in allegato 4	≤3
Valori dopo RTFOT (*°*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @163 °C, max, ±	%	CNR54/77	≤0,8
Penetrazione residua @ 25 °C , max	%	EN 1426; CNR24/71	≤40
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; CNR35/73	≤8

(*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo :SBS_r, SBSl, EVA, la percentuale complessiva è indicativa

(°°) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(*°*) Rolling Thin Film Oven Test

20.1.3 - Bitumi con modifica "HARD"

Le caratteristiche dei leganti con modifica "Hard" da impiegare per la realizzazione di: conglomerati bituminosi "Hard" (CBH), conglomerati bituminosi drenanti (CBD); trattamenti superficiali a caldo (TSC); microtappeti ad elevata rugosità (MT); microtappeti superficiali a freddo tipo "Macro Seal" (MTF); mano di attacco per usure drenanti (MAD), mano di attacco per microtappeti (MAMT), mano di attacco tra membrane continue di impermeabilizzazione e pavimentazioni sulle opere d'arte (MAV); mano di attacco per PCP (lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua) (MAPCP), sigillature (S); giunti a tampone (GT); pavimentazioni di viadotti (CBV); sono riportate nelle tabelle che seguono.

Tipologie di modifica diverse potranno essere autorizzate della Direzione Lavori, previo parere del Laboratorio di Fiano Romano della Società.

TABELLA 20.1.3.1 - BITUME HARD - LEGANTE "C" (% DI MODIFICANTE/I(*) ≥6%)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione @ 25 °C	0,1 mm	EN 1426; CNR24/71	50-70
Δ Punto di rammollimento (°°) /valore minimo P.A.	°C	EN 1427; CNR35/73	≥22/68
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR43/74	≤-15
Viscosità dinamica @160 °C, ý = 100 s^{-1} ,max	Pa*s	SN 67.1722a	≤0,8
Ritorno elastico @25 °C, 50mm/min	%	DIN52013;(CNR44/74 modificata)	≥70
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, @180 °C Δ Punto di rammollimento, max	°C	Vedi Norma in appendice	≤3
Resistenza a fatica, G*sinδ , 1.0 kPa (0.145 psi), @10 rad/s, 50 °C	KPa	EN 1427; CNR35/73	≥9
Valori dopo RTFOT (*°*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @163 °C, max, ±	%	CNR54/77	≤0,8

Penetrazione residua @ 25 °C , max	%	EN 1426; CNR24/71	≤40
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; CNR35/73	≤5

(*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo : SBSr, SIS, la percentuale complessiva è indicativa

(°°) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(*°*) Rolling Thin Film Oven Test

TABELLA 20.1.3.2 - BITUME HARD - LEGANTE "D"(**) (% DI MODIFICANTE/I(*) ≥6%)

Per: microtappeti a freddo tipo "Macro Seal", conglomerati bituminosi riciclati a freddo.

Caratteristiche (****)	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione @ 25 °C	0,1 mm	EN 1426; CNR24/71	50-70
Δ Punto di rammollimento (°°°)/valore minimo P.A.	°C	EN 1427; CNR35/73	≥20/66
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR43/74	≤-15
Viscosità dinamica @160 °C, ý = 100 s^{-1} ,max	Pa*s	SN 67.1722a	≤0,8
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, @180 °C Δ Punto di rammollimento, max	°C	Vedi Norma in appendice	≤3
Ritorno elastico @25 °C, 50mm/min	%	DIN52013;(CNR44/74 modificata)	≥60
Valori dopo RTFOT (*****)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @163 °C, max, ±	%	CNR54/77	≤0,8
Penetrazione residua @ 25 °C , max	%	EN 1426; CNR24/71	≤50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; CNR35/73	≤10

(*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo :SBSr, SBSl, EVA, la percentuale complessiva è indicativa

(**) Da usare in emulsione con acqua , agenti emulsionanti e flussanti

(°°°) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(****) Valori determinati sul residuo secco ricavato per distillazione del prodotto emulsionato (CNR100/84)

(*****) Rolling Thin Film Oven Test

TABELLA 20.1.3.3 - BITUME HARD - LEGANTE "E" (% DI MODIFICANTE/I(*) ≥8%)

Per sigillature, tamponi viscoelastici a caldo, conglomerati bituminosi da viadotti.

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione @ 25 °C	0,1 mm	EN 1426; CNR24/71	100-150
Δ Punto di rammollimento (°°)/valore minimo P.A.	°C	EN 1427; CNR35/73	≥24/70
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR43/74	≤-17
Viscosità dinamica @160 °C, ý = 100 s^{-1} ,max	Pa*s	SN 67.1722a	≤0,8

Ritorno elastico @25 °C, 50mm/min	%	DIN52013;(CNR44/74 modificata)	≥70
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, @180 °C Δ Punto di rammollimento, max	°C	Vedi Norma in appendice	≤3
Valori dopo RTFOT (*°*)			
EN 1427; CNR35/73	%	CNR54/77	≤0,8
Penetrazione residua @ 25 °C , max	%	EN 1426; CNR24/71	≤50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; CNR35/73	≤10

(*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo: SBSr,SBSl, SIS, EVA, LDPE, la percentuale complessiva è indicativa; LDPE è presente solo per le pavimentazioni da viadotto

(°°) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(*°*) Rolling Thin Film Oven Test

TABELLA 20.1.3.4 - EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE - LEGANTE "F1" e "F2"

Mani di attacco tradizionali per conglomerati bituminosi normali.

		"F1" a rapida rottura	**"F2" a media rottura**
Caratteristiche	**Unità**	**Valore**	**Valore**
Contenuto di bitume (residuo di distillazione), min.	% in peso	≥53	≥54
Viscosità Engler @ 20 °C	°E	3/8	5/10
Carica delle particelle		Positiva	Positiva
Penetrazione @ 25 °C, max	1/10 mm	≤200	≤200
Punto di rammollimento, min.	° C	≥37	≥37

20.1.4 - Attivanti chimici funzionali (A.C.F.)

Detti composti chimici sono da utilizzare come additivi per i bitumi a modifica Soft tipo "B" in percentuali variabili come indicato nella tabella.

Gli A.C.F. rigenerano le caratteristiche del bitume invecchiato proveniente dalla fresatura di pavimentazioni bituminose (CBR) e rappresentano quei formulati studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l'impiego di riciclati in miscele tradizionali.

In particolare gli ACF devono svolgere le seguenti funzioni:

- una energica azione quale attivante di adesione;
- peptizzante e diluente nei confronti del bitume invecchiato ancora legato alle superfici degli elementi lapidei costituenti il conglomerato fresato;
- plastificante ad integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante la sua vita;

- disperdente al fine di ottimizzare l'omogeneizzazione del legante nel conglomerato finale;
- antiossidante in contrapposizione agli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

Gli ACF devono avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

TABELLA 20.1.4.1

CARATTERISTICHE CHIMICO - FISICHE	Valore
Densità a 25/25 °C. (ASTM D - 1298)	0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a. (ASTM D - 92)	200 °C
Viscosità dinamica @60 °C, ý = 100 s^{-1} (SNV 671908/74)	0,03 - 0,05 Pa*s
Solubilità in tricloroetilene (ASTM D - 2042)	99,5% in peso
Numero di neutralizzazione (IP 213)	1,5-2,5 mg/KOH/g
Contenuto di acqua (ASTM D - 95)	1% in volume
Contenuto di azoto (ASTM D - 3228)	0,8 - 1,0% in peso

L'uso degli ACF sarà autorizzato della Direzione Lavori, previo parere del Laboratori di Fiano Romano della Società.

La loro percentuale ottimale di uso è verificata con prove sulle miscele di CB.

20.1.5 - Modificanti strutturali (MST)

L'uso delle fibre migliora le caratteristiche fisico-meccaniche dei conglomerati bituminosi modificati.

Il loro impiego dipende dalla natura e qualità dei bitumi di base ed è previsto nelle curve di progetto.

20.1.5.1 - Fibre di natura minerale (vetro)

Per bitumi, per usure drenanti, mani d'attacco e simili.

CARATTERISTICHE	Unità	Valore
Lunghezza media	µm	200 - 300
Diametro medio	µm	5 - 6
Superficie specifica	cm^2 /g	3000,00
Resistenza alla trazione	GPa	1 - 2
Allungamento massimo	%	1,5 a 2,5
Tasso di infeltrimento	%	0,00
Resistenza alla temperatura	°C	550 - 650

20.1.5.2 - Fibre di natura minerale (vetro) a filo continuo

Per bitumi, per microtappeti a freddo e simili.

CARATTERISTICHE	Unità	Valore
Peso del filo	tex (g/Km)	30 ± 2
Diametro medio del filo	µm	15 ± 1
Peso nominale/lineare della matassa	tex (g/Km)	2400 ± 15
Resistenza alla trazione	MPa	2400 ÷ 3400
Allungamento massimo	%	4,00
Resistenza alla temperatura	°C	≥700

Altre fibre potranno essere autorizzate della Direzione Lavori previa valutazione del Laboratori di Fiano Romano della Società.

20.1.6 - Leganti sintetici

Detti formulati chimici composti da resine bicomponenti a base epossiamminica devono avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

CARATTERISTICHE	RESINA
reattività	18’
inizio polimerizzazione in film	2 h
comp. a	3.500/4.000 mPas tixotropia
comp. b	tradizionale
epossidica	tradizionale
indurente	base EAP in mix poliammide
modifica diluente reattivo	si, monofunzionale
modifica plastificante	no
accelerante	si
durezza shore D	media 76
shrinkage dopo 5 cicli	0,00
shrinkage dopo 7 d	0,00
transizione vetrosa in °C	43,00
modulo elastico a 25 °C (TD)	3.800/4.200
modulo elastico a 40 °C (TD)	3.400/3.950
modulo elastico a 0 °C (TD)	10.600/11.800

Essi vanno impiegati nei trattamenti superficiali ad altissima performance di aderenza e tessitura.

20.2 - Conglomerati bituminosi a caldo

Nella tavola sinottica **di sintesi** sono riportate le composizioni indicative dei formulati riferiti alle miscele di tipo normale e di tipo speciale di conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto.

I conglomerati bituminosi normali sono quelli confezionati con bitume di base; per quelli speciali sono previsti due tipi di legante, uno a modifica “Soft” l'altro a modifica “Hard”.

TAVOLA SINOTTICA

COMPOSIZIONE

Tipi di conglomerato	Strati di impiego	Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela	Attivanti Chimici Funzionali (A.C.F.) (% in peso riferito al bitume)
CB "Normali"	Base	100,00	0,00	0,00
	Collegamento	100,00	0,00	0,00
	Usura	100,00	0,00	0,00
CBS "Soft"	Base	≥70	≤30	≤10
	Collegamento	≥75	≤25	≤5
	Usura	≥80	≤20	≤5
CBH "Hard"	Base	≥80	≤20	0,00
	Collegamento	≥85	≤15	0,00
	Usura	≥90	≤10	0,00

20.2.1 - Conglomerati bituminosi normali di base, collegamento, usura

20.2.1.1 - Descrizione

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui all'art. 20.1 Tab. 20.1.1.1 di seguito denominato "Bitume", in impianti automatizzati.

Il conglomerato per i vari strati (base, collegamento, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato.

20.2.1.2 - Bitume

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 20.1 Tab. 20.1.1.1, i conglomerati di base, collegamento e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi a modifica "soft".

20.2.1.3 - Materiali inerti

Gli inerti devono essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. IV/1953, cap. 1 e 2. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme CNR, art. 1 del fascicolo IV/1953

20.2.1.4 - Aggregato grosso

L'aggregato grosso deve essere costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove di seguito elencate eseguite su

campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai seguenti requisiti:

20.2.1.4.1 - Strato di base

Nella miscela di questo strato la Direzione Lavori potrà autorizzare l'uso di inerti non frantumati in una percentuale massima del 35% in peso. Per inerte "non frantumato" si intende un inerte che abbia anche una sola faccia arrotondata. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR 34/73) deve essere ≤25% in peso.

Sensibilità al gelo (CNR 80/80) deve essere ≤30%.

Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) ≤0.015.

I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" (CNR 95/84) devono essere ≤3 ed a ≤1.58.

20.2.1.4.2 - Strato di collegamento

Per questo strato devono essere impiegate esclusivamente inerti frantumati. Per inerte "frantumato" si intende un inerte che non abbia facce arrotondate.

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR 34/73) deve essere ≤25%.

Sensibilità al gelo (CNR 80/80) deve essere ≤30%.

Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) ≤0.015.

I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" (CNR 95/84) devono essere ≤3 ed a ≤1.58.

20.2.1.4.3 - Strato di usura

Per questo strato devono essere impiegate esclusivamente inerti frantumati. Per inerte "frantumato" si intende un inerte che non abbia facce arrotondate.

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR 34/73) deve essere ≤20%.

La porosità (CNR B.U. n. 65 del 18.05.1978) deve essere ≤1,5%.

Il coefficiente di imbibizione, secondo le Norme B.U. CNR fascicolo IV/1953 deve essere ≤0,015. I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" (CNR 95/84) devono essere ≤3 e ≤1.58. Il coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) deve essere ≥0,43 (CNR B.U. n. 140 del 15.10.1992).

La sensibilità al gelo (CNR B.U. n. 80 del 15.11.1980) deve essere ≤20%.

Lo spogliamento in acqua a 40 °C (con eventuale impiego di dopés di adesione) deve essere 0% (CNR B.U. n. 138/92).

La miscela finale degli aggregati, almeno per il 20% del totale, deve contenere nella frazione più grossa, inerti di natura basaltica (CNR B.U. n. 104 del 27.11.1984).

È facoltà della Società non accettare materiali che in precedenti esperienze hanno provocato nel conglomerato finito inconvenienti rapidi decadimenti di C.A.T., scadente omogeneità dell'impasto per loro insufficiente affinità con il bitume ed altro, anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

Nelle zone ove non siano presenti inerti basaltici o similari aventi caratteristiche di rugosità superficiale conformi alle prescrizioni delle presenti Norme, la Direzione Lavori tramite il Laboratorio della Società potrà autorizzare l'uso di altri materiali lapidei a condizione di una loro integrazione con inerti porosi naturali od artificiali (Materiale poroso naturale - Vesuviano o equivalente Materiale poroso artificiale - Argilla espansa "resistente" o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale (C.L.A. ≥0,50) di pezzatura 5/15 mm in percentuali comprese tra il 20% ed il 35% (ad eccezione dell'argilla espansa) rispetto al peso degli inerti che compongono la miscela.

Ovvero, qualora l'Impresa reperisca altrove materiali lapidei corrispondenti alle prescrizioni delle Presenti Norme, la Direzione Lavori potrà comunque autorizzare la miscelazione di questi ultimi con inerti porosi naturali od artificiali con elevata rugosità superficiale (C.L.A. >0,50) sino ad un massimo del 15% rispetto al peso degli inerti che compongono la miscela.

In ogni caso il risultato finale deve essere valutato con l'impiego di apparecchiature ad alto rendimento.
Le integrazioni sopra descritte e la scelta delle zone di impiego devono sempre essere autorizzate dalla Direzione Lavori, previo parere della Laboratori della Società, sulla base di preventiva presentazione da parte dell'Impresa di uno studio della miscela.

20.2.1.5 - Aggregato fino

L'aggregato fino di tutte le miscele deve essere costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume.

La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione deve essere prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento, ricavati dalla prova Marshall, che si intendono raggiungere; comunque non deve essere inferiore al 70% della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, deve avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28.3.73 - Prova C) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (CNR 27/72) deve essere ≥70.

Nel caso di impiego di una sabbia frantumata non lavata l'equivalente in sabbia della miscela finale della sabbia nelle proporzioni previste dalle studio di progetto deve essere ≥60.

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non deve superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di C.L.A. ≤0,43.

20.2.1.6 - Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti devono soddisfare ai seguenti requisiti:

- potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5, il DPA deve essere ≥5 °C (CNR 122/88), alla prova CNR B.U. n. 75 del 08.04.1980 i passanti in peso devono risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

  Setaccio UNI 0,40 mm Passante in peso per via umida 100%

  " " 0,18 mm " " " " " " 90%

  " " 0,075 mm " " " " " " 80%

  (della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco).

L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR - UNI 10014)

20.2.1.7 - Miscele

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

20.2.1.7.1 - Strato di base

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
crivello 30	100
" 25	70-95
" 15	45-70
" 10	35-60
" 5	25-50
setaccio 2	18-38
" 0,4	6-20
" 0,18	4-14
" 0,075	4-8

Bitume 4% - 5% del tipo descritto in art. 20.1.1.1, tab. 20.1.1.1.

Per strati di spessore compreso non superiore a 10 cm devono essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

20.2.1.7.2 - Strato di collegamento

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
crivello 25	100
“ 15	65-85
“ 10	55-75
“ 5	35-55
setaccio 2	25-38
“ 0,4	10-20
“ 0,18	5-15
“ 0,075	4-8

Bitume 4,5% - 5,5% del tipo descritto in art. 20.1.1.1, tab. 20.1.1.1.

20.2.1.7.3 - Strato di usura

Crivelli e Setacci UNI	Passante totale in peso %	
	A	B
Crivello 20	100,00	-
Crivello 15	90-100	100,00
Crivello 10	70-90	70-90
Crivello 05	40-55	40-60
Setaccio 2	25-38	25-38
Setaccio 0,4	11-20	11-20
Setaccio 0,18	8-15	8-15
Setaccio 0,075	6-10	6-10

Bitume 4,8% - 5,8% del tipo descritto in art. 20.1.1.1, tab. 20.1.1.1

Fuso A - usure da 4-6 cm di spessore

Fuso B - usure da 3 cm di spessore

20.2.1.8 - Requisiti di accettazione

I conglomerati devono avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono.

20.2.1.8.1 - Strato di base

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura “Pressa Giratoria” (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B-93 EDITION 1B).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi gradatamente della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall.

CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione : 1.25° ± 0.02°

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale, KPa : 600

Dimensioni provino, mm : 150

REQUISITI DI IDONEITÀ

a 10 rotazioni: % vuoti: 10÷14

a 100 rotazioni: % vuoti: 3 ÷ 5 (D_g = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

a 180 rotazioni: % vuoti: ≥2

In alternativa (per il periodo di variazione attrezzature) si potrà ancora usare il metodo Marshall; il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60 °C su provini costipati alla temperatura prescritta al punto 3.3 della Norma CNR 30/73 con 75 colpi di maglio per faccia, deve risultare superiore a 800 daN; inoltre il valore della rigidezza Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in daN e lo scorrimento misurato in mm deve essere ≥ a 250 daN/mm.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 d deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121/87).

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% ed il 6% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

20.2.1.8.2 - Strato di collegamento (binder)

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B-93 EDITION 1B).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi gradatamente della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall.

CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione : 1.25° ± 0.02°

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale, KPa : 600

Dimensioni provino, mm : 150

REQUISITI DI IDONEITÀ

a 10 rotazioni: % vuoti: 10÷14

a 100 rotazioni: % vuoti: 3 ÷ 5 (D_g = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

a 180 rotazioni: % vuoti : ≥2

In alternativa (per il periodo di variazione attrezzature) si potrà ancora usare il metodo Marshall.

La stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60 °C alla temperatura prescritta al punto 3.3 della Norma CNR 30/73 su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in ogni caso superiore a 1000 daN; inoltre il valore della modulo di rigidezza Marshall deve essere compreso tra 300 e 450 daN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% ed il 6% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 d deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121/87).

20.2.1.8.3 - Strato di usura - tipo "A" e "B"

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale (vedi requisiti di accettazione caratteristiche superficiali).

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B-93 EDITION 1B).

CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione : 1.25° ± 0.02°

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale, KPa : 600

Dimensioni provino, mm : 150

REQUISITI DI IDONEITÀ

a 10 rotazioni: % vuoti: 10÷14

a 130 rotazioni: % vuoti: 4 ÷ 6 (D_G = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

a 220 rotazioni: % vuoti: ≥2

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Miscela di usura tipo "A" e "B":

Resistenza a Trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm²: 0.6 ÷ 0.9

Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm²: ≥50

Il fuso tipo "A" deve comprendere le curve per tappeti di usura dello spessore compreso tra 4 cm e 6 cm; qualora si rendesse necessario realizzare uno spessore di 7 cm la curva di progetto deve essere concordata con la Direzione Lavori.

Il fuso tipo "B" comprenderà le curve per tappeti dello spessore di 3 cm.

Inoltre in deroga a quanto descritto al punto 20.2.1.5 la percentuale di sabbia proveniente da frantumazione, rispetto a quella naturale di fiume, non deve mai essere inferiore al 90% nella miscela delle due sabbie. Per condizioni di clima asciutto e caldo prevalenti si devono usare curve granulometriche prossime al limite inferiore dei fusi di riferimento.

In alternativa (per il periodo di variazione attrezzature) si potrà ancora usare il metodo Marshall. Il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in tutti i casi di almeno 1100 daN; inoltre il valore della modulo di rigidezza Marshall cioè deve essere in ogni caso compreso tra 300 e 450 daN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 5% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

I valori della resistenza a trazione indiretta (Prova Brasiliana - normativa interna della Società allegato 1) devono essere compresi nei seguenti limiti :

Usura tipo "A" e "B"

Temperatura di prova (°C)	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm^2)	1.5-2.5	0.7-1.0	0.3-0.6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm^2)	≥160	≥70	≥35

20.2.1.8.4 - Modalità di esecuzione dei provini marshall

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 d deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. n. 121 del 24.08.1987).

I provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato senza alcun ulteriore riscaldamento alla temperatura prescritta al punto 3.3 della norma CNR 30/73.

Alla stesa deve essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore a 140 °C la Direzione Lavori in presenza dell'Impresa deve impedire l'impiego di tale materiale sulla tratta già posta in opera nelle stesse condizioni sopra menzionate. Devono essere eseguite prove atte al rilevamento del grado di addensamento raggiunto dalla pavimentazione.

20.2.1.8.5 - Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire, in contraddittorio con la Direzione Lavori, prove di controllo e di idoneità sui campioni di aggregato, di bitume e di attivanti di adesione per la relativa accettazione presso il Laboratori della Società.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori ed al Laboratori della Società per il controllo della idoneità, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori e dal Laboratori della Società lo studio di progetto e la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa deve attenervisi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Nella curva granulometrica non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 5 per lo strato di base e di ± 3 per gli strati di binder ed usura.

Per gli strati di base, collegamento ed usura non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) di ± 2; per il passante al setaccio UNI 0,075 mm di ± 1,5.

Per la percentuale di bitume non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di ± 0,25.

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto che alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di controllare le miscele, sia per i conglomerati bituminosi dello strato di usura che per quello dello strato di collegamento, dal punto di vista della deformabilità viscoplastica con prove di carico costante (norma CNR B.U. n. 106 del 10.4.1985).

Il parametro J1 a 10 °C deve essere compreso tra 25 e 40 $cm^2/(daN*s)$ mentre lo Jp a 40 °C deve essere compreso tra 14 x 10^6 e 26 x 10^6 $cm^2/(daN*s)$. Tali valori andranno determinati su provini ricavati da carote prelevate in sito o su campioni compattati in Laboratorio.

In ogni cantiere di lavoro deve essere installato e condotto a cura e spese dell'Impresa, un Laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione.

Devono essere effettuati almeno con frequenze giornaliere:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.);
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume DM= densità di riferimento Marshall (CNR B.U. n. 40 del 30.3.1973), media di tre prove; percentuale dei vuoti (CNR B.U. n. 39 del 23.3.1973), media di tre prove; stabilità e rigidezza Marshall.
- la verifica della resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana) alla temperatura di 10 °C, 25 °C, 40 °C.
- il grado di addensamento della pavimentazione in opera.

Inoltre con verifica settimanale devono essere controllate le caratteristiche di idoneità della miscela prodotta mediante l'apparecchiatura “Pressa Giratoria” (Metodologia AASHTO TP4) con prelievi eseguiti in impianto od alla stesa. (Valori medi di tre provini). Queste prove sostituiscono le prove Marshall.

I provini eseguiti mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria” devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume deve essere fatta almeno due volte a settimana con prelievi a norma CNR sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in daN) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.

In cantiere deve essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa deve giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

20.2.1.8.6 - Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto.

La Direzione Lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160 °C e 180 °C e quella del legante tra 150 °C e 180 °C salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

20.2.1.8.7 - Attivanti di adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati saranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività) compensate nei prezzi.

Esse saranno impiegate sempre negli strati di base e di collegamento mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso il Laboratorio Centrale della Soc. Autostrade avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso verrà accertata mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile e l'adesione secondo prova Autostrade.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 3‰ (tre per mille) ed il 6‰ (sei per mille) rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego devono ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

20.2.1.8.8 - Posa in opera

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica al 55% in peso (tab. 20.1.3.4) per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140 °C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 14 t per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della Direzione Lavori potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Al termine della compattazione gli strati di base, collegamento e usura devono avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 98% di quella Marshall (DM) dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

Nel caso in cui la metodologia di controllo sia stata quella con la Pressa Giratoria, e in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, la densità di riferimento sarà quella di progetto.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; deve essere tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 20.8. Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio, deve essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi deve essere eventualmente interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 daN/m².

20.2.2 - Conglomerato bituminoso speciale confezionato a caldo in impianto con bitumi a modifica di tipo "SOFT"

20.2.2.1 - Descrizione

I conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto sono costituiti da inerti freschi frantumati ed inerti provenienti da conglomerati preesistenti fresati o frantumati aggiunti in proporzioni variabili a seconda della natura del conglomerato che si deve ottenere (base, binder, usura) impastati a caldo con bitume modificato di tipo "soft" (art. 20.1.2, tab. 20.1.2.1) e con prodotti attivanti chimici funzionali del bitume (art. 20.1.4, tab. 20.1.4.1).

La messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Per conglomerato bituminoso preesistente fresato denominato "materiale da integrazione" deve intendersi quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demoliti con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo). Per i materiali descritti nel presente articolo, in assenza di indicazioni valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi a caldo freschi (art. 20.2).

20.2.2.2 - Materiali inerti

Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato, definito di "integrazione" riferite al totale della miscela degli inerti devono essere comprese nei limiti qui di seguito specificati:

- Per il conglomerato di base : ≤30%

- Per il conglomeralo di collegamento : ≤25%

- Per il conglomerato di usura : ≤20%

La percentuale di fresato va dichiarata nei documenti di progetto e riscontrata nelle successive prove di controllo. Il restante materiale deve essere costituito da inerti freschi con requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali (art. 20.2.1.3, 20.2.1.4, 20.2.1.4.1, 20.2.1.4.2, 20.2.1.4.3, 20.2.1.5, 20.2.1.6) con la sola eccezione che gli inerti devono essere frantumati al 100%. Per frantumato al 100% si intende che l'inerte non deve possedere nessuna faccia tonda.

Si deve usare materiale fresato di qualsiasi provenienza per impieghi per lo strato di base, materiali provenienti da vecchi strati di binder ed usura per lo strato di collegamento, materiali provenienti da strati di usura da impiegarsi solo per questo strato.

20.2.2.3 - Legante

Il bitume deve essere costituito da quello descritto all'articolo 20.1.2 tab. 20.1.2.1 e da quello proveniente dal materiale fresato additivato con A.C.F. (art. 20.1.4 tab. 20.1.4.1).

L'attivante chimico funzionale deve essere approvato dalla Direzione Lavori tramite il Laboratori in modo da ottenere la viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte.

Le percentuali di impiego in peso di A.C.F. saranno indicativamente le seguenti:

Impiego di fresato della miscela (% in peso)	A.C.F. (% in peso riferita al legante)
≤10%	≤5%
≥10%	≤10%

20.2.2.4 - Miscela

La miscela di inerti freschi aggiunti a quelli provenienti da fresatura deve essere tale da avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso prescritto per il materiale che vuole costituire (art. 20.2.1.7.1, 20.2.1.7.2, 20.2.1.7.3), mentre le percentuali totali di legante finale devono essere comprese nei seguenti limiti:

- Per il conglomerato di base : 4.0% ÷ 5.0%
- Per il conglomerato di collegamento : 4.5% ÷ 5.5%
- Per il conglomerato di usura : 5.0% ÷ 6.0%

20.2.2.5 - Miscela di base

- Stabilità Marshall (CNR 30/73) : ≥1000 daN
- Modulo di rigidezza : 300 ÷ 500 daN/mm
- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73) : 4 ÷ 6 (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata dal Laboratorio Centrale mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1 B-93 EDITION 1B).

- Angolo di rotazione : 1.25° ± 0.02°
- Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto
- Pressione verticale KPa : 600
- Dimensione provino, mm : 150

REQUISITI DI IDONEITÀ

- a 10 rotazioni : % vuoti 10 ÷ 14

- a 110 rotazioni : % vuoti 3 ÷ 5 (D_g = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

- a 190 rotazioni : % vuoti ≥2

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm² : 0.4 ÷ 0.8

- Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm² : ≥40

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova (°C)	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm²)	1.4 ÷ 2.1	0.5 ÷ 1.0	0.2 ÷ 0.5
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm²)	≥160	≥60	≥25

20.2.2.6 - Miscela di collegamento (binder)

- Stabilità Marshall (CNR 30/73) : ≥1100 daN

- Modulo di rigidezza : 300 ÷ 500 daN/mm

- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73) : 4 ÷ 6 (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1 B)

- Angolo di rotazione : 1 25° ± 0,02°

- Velocità di rotazione : 30 rotazione al minuto

- Pressione verticale kPa : 600

- Dimensione provino mm : 150

REQUISITI Dl IDONEITÀ

- a 10 rotazioni : % vuoti 10 ÷ 14

- a 110 rotazioni : % vuoti 3 ÷ 5 (D_g = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

- a 190 rotazioni : % vuoti ≥2

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm² : 0 5 ÷ 0 8

- Coefficiente di Trazione Indiretta a 25 °C (CTI) N/mm²: ≥40

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova (°C)	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm²)	1.5÷2.2	0.6÷1.0	0.25÷0.60
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm²)	≥160	≥70	≥35

20.2.2.7 - Miscela di usura

- Stabilità Marshall (CNR 30/73) : 1100÷1500 daN

- Modulo di rigidezza : 300÷450 daN/mm

- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73): 4÷6 (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1 B)

- Angolo di rotazione : 1.25°±0.02°

- Velocità di rotazione : 30 rotazione al minuto

- Pressione verticale, KPa : 600

- Dimensione provino, mm : 150

REQUISITI Dl IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti 10÷14

- a 140 rotazioni: % vuoti 3÷5 (D_g = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

- a 230 rotazioni: % vuoti ≥2

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm² : 0.6 ÷ 0.9

- Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm²: ≥45

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova (°C)	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm²)	1.5 ÷ 2.6	0.7 ÷ 1.1	0.3 ÷ 0.7
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm²)	≥160	≥70	≥40

Per tutte le miscele il parametro J1 a 10 °C deve essere compreso tra 25 e 45 cm² (daN.s) mentre lo Jp a 40 °C (CNR 106/85) deve essere compreso tra $15x10^6$ e $30x\ 10^6$ cm²/(daN.s).

Tali valori andranno determinati su provini ricavati da carote prelevate in sito o su campioni in Laboratorio.

20.2.3 - Conglomerato bituminoso speciale confezionato a caldo in impianto con bitumi a modifica di tipo "HARD"

20.2.3.1 - Descrizione

Prescrizioni riportate nell'art. 20.2.2.1 eccetto l'impiego di legante modificato che deve far riferimento agli articoli 20.1.3 tab. 20.1.3.1;. non è previsto l'impiego di attivanti chimici funzionali.

20.2.3.2 - Materiali inerti

Prescrizioni di riferimento riportate nell'art. 20.2.2.2 eccetto l'impiego delle percentuali massime in peso di materiale fresato definito di "integrazione" riferite al totale della miscela degli inerti che devono essere le seguenti:

- Per il conglomerato di base : ≤20%

- Per il conglomerato di collegamento : ≤15%

- Per il conglomerato di usura : ≤10%

20.2.3.3 - Legante

Il bitume deve essere costituito da quello descritto in art. 20.1.3 tab. 20.1.3.1 (Modifica "Hard") e da quello proveniente dal materiale fresato.

20.2.3.4 - Miscela

La miscela di inerti freschi aggiunti a quelli riciclati deve essere tale da avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso prescritto per il materiale che vuole costituire (artt. 20.2.1.7.2, 20.2.1.7.2, 20.2.1.7.3),

mentre le percentuali totali di legante finale devono essere comprese nei seguenti limiti:

- Per il conglomerato di base : 4,0%÷5,0%
- Per il conglomerato di collegamento : 4,5%÷5,5%
- Per il conglomerato di usura : 5,0%÷6,0%

20.2.3.4.1 - Fibre minerali

Mediante idonee apparecchiature le miscele di collegamento e di usura devono essere additivate con fibre di natura minerale (art. 20.1.5 tab. 20.1.5.1) in percentuale variabili tra lo 0,25% ÷ 0,40% in peso riferito agli inerti.

20.2.3.5 - Miscela di base

- Stabilità Marshall (CNR 30/73) : ≥1000 daN
- Modulo di rigidezza : 300÷450 daN/mm
- Vuoti residui Marshall (CNR 30/73): 4÷6 (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

- Angolo di rotazione : 1.25°±0.02°
- Velocità di rotazione : 30 rotazione al minuto
- Pressione verticale, KPa: 600
- Dimensione provino, mm : 150

REQUISITI Dl IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti 10÷14
- a 120 rotazioni: % vuoti 3÷5 (D_G = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)
- a 200 rotazioni: % vuoti ≥2

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm² : 0.5 ÷ 0.9
- Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm²: ≥45

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova (°C)	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm²)	1.5 ÷ 2.2	0.6 ÷ 1.1	0.3 ÷ 0.6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm²)	≥160	≥70	≥40

20.2.3.6 - Miscela di collegamento (binder)

- Stabilità Marshall (CNR 30/73) : ≥1100 daN

- Modulo di rigidezza : 300÷450 daN/mm

- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73): 4÷6 (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

- Angolo di rotazione : 1.25°±0.02°

- Velocità di rotazione : 30 rotazione al minuto

- Pressione verticale, KPa: 600

- Dimensione provino, mm : 150

REQUISITI Dl IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti 10÷14

- a 120 rotazioni: % vuoti 3÷5 (D_G = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

- a 200 rotazioni: % vuoti ≥2

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm² : 0.5 ÷ 0.9

- Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm²: ≥40

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova (°C)	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm²)	1.6 ÷ 2.3	0.7 ÷ 1.1	0.3 ÷ 0.7
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm²)	≥160	≥70	≥40

20.2.3.7 - Miscela di usura

- Stabilità Marshall (CNR 30/73) : ≥1100÷1500 daN

- Modulo di rigidezza : 300÷450 daN/mm

- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73): 4÷6 (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

- Angolo di rotazione : 1.25°±0.02°

- Velocità di rotazione : 30 rotazione al minuto

- Pressione verticale, KPa: 600

- Dimensione provino, mm : 150

REQUISITI Dl IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti 10÷14

- a 150 rotazioni: % vuoti 3÷5 (D_G = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

- a 240 rotazioni: % vuoti ≥2

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm² : 0.6 ÷ 0.9

- Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm²: ≥50

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova (°C)	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm²)	1.6 ÷ 2.7	0.8 ÷ 1.2	0.4 ÷ 0.8
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm²)	≥160	≥70	≥45

Per tutte le miscele il parametro J1 a 10 °C (CNR 106/85) deve essere compreso tra 20 e 40 cm² (daN.s) mentre lo Jp a 40 °C (CNR 106/85) deve essere compreso tra $10x10^6$ e $25x\ 10^6$ cm²/(daN.s). Tali valori andranno determinati su provini ricavati da carote prelevate in sito o su campioni in Laboratorio.

20.2.4 - Controllo dei requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi confezionati con legante di tipo "SOFT" ed "HARD"

Si fa riferimento ai seguenti articoli: 20.2.1.4.1, 20.2.1.4.2, 20.2.1.4.3, 20.2.1.5, 20.2.1.6, 20.2.1.7.1, 20.2.1.7.2, 20.2.1.7.3, 20.2.1.8.1, 20.2.1.8.2, 20.2.1.8.3, 20.2.1.8.4, 20.2.1.8.5, 20.2.1.8.6, 20.2.1.8.7, 20.2.1.8.8.

Per ciò che concerne la posa in opera delle miscele, delle caratteristiche superficiali della pavimentazione, di portanza e l'applicazione delle penalità vale quanto prescritto nell'art. 20.8.

20.2.5 - Conglomerato bituminoso drenante - fonoassorbente per strati di usura

Il conglomerato bituminoso per usura drenante e fonoassorbente è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con bitume modificato.

Questo conglomerato deve essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale in tutte le pavimentazioni e soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettifilo-clotoide, rettifilo-curva);
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fono-assorbenza). Viene steso di norma a spessori di 4 cm costipati salvo diversa richiesta del progetto.

20.2.5.1 - Aggregati

Gli aggregati devono rispondere ai requisiti elencati all'art. 20.2.1.4.3, 20.2.1.5, 20.2.1.6 con le seguenti eccezioni: coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. ≥0,45 (CNR B.U. n. 140 del 15.10.1992).

Le sabbie utilizzate devono essere ricavate per frantumazione.

20.2.5.2 - Miscela

La miscela deve avere una composizione granulometrica compresa nel seguente fuso:

Crivelli e Setacci UNI	(Passanti %)
Crivello 20	100
Crivello 15	80-100
Crivello 10	15-35
Crivello 5	5-20
Setaccio 2	0-12
Setaccio 0,4	0-10
Setaccio 0,18	0-8
Setaccio 0,075	0-6

In zone autostradali in cui si vuole ulteriormente favorire l'aderenza e la fono-assorbenza della pavimentazione può essere consentito l'uso di un 10% in peso di argilla espansa di tipo "strutturale" di pezzatura 6/15 mm rispondente alle seguenti caratteristiche:

Resistenza allo schiacciamento: ≥35 daN/cm² (UNI 7549 p. 7a)

C.L.A. : ≥0,65 (CNR B.U. n. 140 del 15.10.1992)

La Direzione Lavori al fine di verificare l'elevata fono-assorbenza, si riserva la facoltà di controllare la miscela applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kündt" su carote prelevate in sito delle dimensioni di 100 mm².

Le carote devono essere prelevate dopo il 15 d della stesa del conglomerato. In questo caso il coefficiente di fono-assorbenza (b) in condizioni di incidenza normale deve essere:

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fono-assorbenza (β)
400 - 630	β ≥0,15
800 - 1600	β ≥0,30
2000 - 2500	β ≥0,30

Il controllo potrà essere fatto anche mediante rilievi effettuati in sito con il metodo dell'impulso riflesso, eseguito mediante il veicolo RIMA sempre dopo il 15 d dalla stesa del conglomerato. In questo caso con una incidenza radente di 30° i valori di (b) devono essere:

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fono-assorbenza (β)
400 - 630	β ≥0,25
800 - 1250	β ≥0,45
1600 - 2500	β ≥0,55

Il tenore di bitume a modifica "Hard" (art. 20.1.3, tab. 20.1.3.1) deve essere compreso tra il 5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

CONDIZIONI DI PROVA

- Angolo di rotazione : 1.25°±0.02°
- Velocità di rotazione : 30 rotazione al minuto

- Pressione verticale, KPa: 600

- Dimensione provino, mm : 150

REQUISITI Dl IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti 20÷24

- a 50 rotazioni: % vuoti 16÷18 (D_G = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

- a 130 rotazioni: % vuoti ≥13

I provini derivanti dalla miscela ottimale, compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

Miscela di usura drenante:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm² : 0.12 ÷ 0.20

- Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm²: ≥10

Si potrà anche procedere con il metodo Marshall:

Il valore della stabilità Marshall, prova (CNR n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60 °C su provini costipati con 50 colpi di maglio per faccia, alla temperatura di 140 °C, deve risultare ≥500 daN.

Il valore della modulo di rigidezza Marshall, deve essere ≥200 daN/mm. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui ≥18% (CNR B.U. n. 39 del 23.03.73).

Il peso di volume deve essere calcolato tenendo conto del volume geometrico del provino.

L'altezza dei provini deve essere misurata su quattro punti diametralmente opposti con la precisione di un millimetro, come distanza tra punti posti sulle rette diametrali individuate su ciascuna superficie di base. La media di tali misure darà il valore dell'altezza.

I provini per le misure di stabilità e rigidezza e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui devono essere confezionati presso l'impianto di produzione con le stesse modalità richieste all'art. 20.2.1.8.4.

I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" (vedi norma interna della Società) devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova (°C)	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm²)	0.7 ÷ 1.0	0.25 ÷ 0.4	0.1 ÷ 0.2
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm²)	≥70	≥30	≥15

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 d deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121/87).

20.2.5.2.1 - Fibre di additivazione

Mediante idonee apparecchiature la miscela degli inerti deve essere additivata con fibre in percentuale variabile tra lo 0,25% - 0,40% in peso (Art. 20.1.5.1).

20.2.5.3 - Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'articolo 20.2.1.8.5 riguardanti la miscela di usura.

In aggiunta si prescrive quanto segue:

La prova di Creep non deve essere eseguita.

La capacità drenante in sito della pavimentazione drenante deve essere eseguita ogni 250 m sfalsando di volta in volta la corsia.

Le misure vanno svolte con permeametro a colonna d'acqua (vedi punto 20.2.5.3.2). La misura potrà essere fatta con apparecchi ad Alto Rendimento il cui valore andrà riportato a quelli relativi con il permeabilimetro.

20.2.5.3.1 - Formazione e confezione delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (Art. 20.2.1.8.6, 20.2.1.8.7).

20.2.5.3.2 - Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 20.2.1.8.8) ad eccezione della compattazione della pavimentazione drenante che deve essere eseguita mediante rullo statico metallico del peso di ≥15 t.

Al termine della compattazione lo strato di usura drenante deve avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 96% di quella Marshall (DN) rilevata all'impianto o alla stesa; tale valutazione deve essere eseguita sulla produzione giornaliera secondo norme (CNR B.U. n. 40 del 30.3.73) e deve essere determinata su carote di 200 mm di diametro. Il coefficiente di permeabilità a carico costante (kV in cm/s) determinato in Laboratorio su carote del diametro 200 mm prelevate in sito deve essere $\geq 15 \times 10^2$ cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).

La capacità drenante media eseguita in sito e misurata con permeabilimetro a colonna d'acqua di mm 250 su un'area di 154 cm^2 e uno spessore di pavimentazione tra 4 e 5 cm deve essere ≥18 dm^3/min.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Il piano di posa deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale prima di provvedere alla stesa di una uniforme mano di attacco (Art. 20.1.3, tab. 20.1.3.1) nella quantità compresa tra 0,600 e 2,0 Kg/m² (secondo le indicazioni della Direzione Lavori) ed il successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia o graniglia prebitumata; potrà essere anche richiesta la preventiva stesa di un tappeto sottile di risagomatura ed impermeabilizzazione del supporto, per consentire il perfetto smaltimento delle acque. La Direzione Lavori indicherà di volta in volta la composizione di queste miscele fini. Deve altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

20.2.5.3.3 - Penali

Per le misure drenanti la prestazione risulta legata alle loro specifiche caratteristiche.

Si avrà quindi una riduzione del 10% (dieci per cento) dei prezzi comprensivi di mano d'attacco se non si raggiungerà il valore di capacità drenante di 18 dm³/min.

Si avrà una penalità del 2% (due per cento) per ogni valore di B non raggiunto.

La penale complessiva potrà quindi raggiungere il 16% sempre del prezzo comprensivo di mano d'attacco collegandole con opportuni sistemi di scarico e/o dispersione trasversale.

20.2.7 - Conglomerati bituminosi con inerti di argilla espansa

I conglomerati bituminosi confezionati con inerti di argilla espansa devono essere impiegati prevalentemente in quelle zone ove è richiesta una elevata aderenza ed una media fono-assorbenza.

20.2.7.1 - Aggregati

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. 20.2.1.4.3, 20.2.1.5 e 20.2.1.6 per i conglomerati tradizionali oltre che ai seguenti requisiti indicati per l'argilla espansa del tipo **"resistente"**:

- resistenza del granulo allo schiacciamento ≥27 daN/cm² (vedi Norma UNI 7549 Parte 4ª e 7ª);
- coefficiente di levigatezza accelerata C.L.A. (CNR B.U. n. 140 del 15.10.1992) ≥0,65.

Inoltre l'argilla espansa, in cantiere, deve essere convenientemente protetta dalla pioggia con teli di plastica o ammannita al coperto.

Comunque l'umidità residua prima della sua immissione nel tamburo essiccatore non deve essere superiore al 5% in peso; in caso diverso l'Impresa deve provvedere ad una preventiva essiccazione per rientrare nel limite indicato.

20.2.7.2 - Confezione delle miscele

La miscela degli aggregati deve avere una composizione granulometrica compresa nel seguente fuso:

Crivelli e Setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 15	100
“ 10	70-90
“ 5	40-60
Setaccio 2	25-38
“ 0,4	11-20
“ 0,18	8-15
“ 0,075	6-10

Il tenore di bitume (Art. 20.1.1.1, tab. 20.1.1.1) riferito al peso totale degli aggregati deve essere compreso tra il 5,5% ed il 7,0%; la percentuale di argilla espansa deve essere compresa tra il 10% ed il 15% in peso - pezzatura 5/10 mm.

Dalla granulometria eseguita sulla pezzatura 5/10 mm. la percentuale di trattenuto al crivello UNI 10 mm deve essere inferiore od uguale al 10% in peso; inoltre la percentuale di passante al crivello UNI 5 mm e trattenuta al setaccio UNI 2 mm deve essere inferiore od uguale al 15% in peso.

20.2.7.3 - Requisiti di accettazione

Il conglomerato così composto deve rispondere ai requisiti richiesti ai punti 20.2.1.8.5, 20.2.1.8.6.

Inoltre deve possedere: resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque eventuale assestamento del sottofondo.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura “Pressa Giratoria” (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione : 1.25° ± 0.02°

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale, KPa : 600

Dimensioni provino, mm : 150

REQUISITI DI IDONEITÀ

a 10 rotazioni: % vuoti: 10÷14

a 130 rotazioni: % vuoti: 6÷5 (D_G = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

a 220 rotazioni: % vuoti: ≥4

In alternativa (nel periodo di cambiamento attrezzature) potrà essere usato il metodo Marshall; il valore della stabilità Marshall (CNR 30/73) eseguita a 60 °C su provini costipati con le modalità descritte al punto 20.2.1.8.4 alla temperatura descritta al punto 3.3 della norma CNR 30/73 con 75 colpi di maglio per faccia deve essere ≥1100 daN.

Inoltre si prescrivono le seguenti condizioni:

- il modulo di rigidezza deve essere ≥300 daN/mm;
- la percentuale dei vuoti intergranulare dei provini Marshall sempre nelle condizioni di impiego prescelte deve essere compresa fra 4% e 8% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

20.2.7.4 - Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 20.2.1.8.8).

Inoltre la capacità fonoassorbente deve essere tale da consentire un abbattimento del rumore di almeno 3 dB (tre decibel) rispetto ad un tappeto tradizionale. Le misure andranno effettuate con apparecchiatura RI.MA.

20.2.9 - Microtappeti a caldo

Sono miscele dotate di elevata rugosità parzialmente drenanti e fonoassorbenti.

20.2.9.1 - Descrizione

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastati a caldo con legante modificato di cui all'art. 20.1.3, tab. 20.1.3.1.2.7.

Il conglomerato per microtappeti è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato a caldo.

Deve essere applicato solo su supporti con buon profilo longitudinale e trasversale.

In caso di pavimentazioni interessate da ormaie superiori ad 1 cm od in presenza di avvallamenti, depressioni od altre deformazioni, occorre prevedere una riprofilatura del supporto mediante idonea miscela.

20.2.9.2 - Materiali inerti

Gli inerti devono essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei (CNR fasc. IV/1953).

Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La porosità deve essere ≤1,5% (CNR B.U. n. 65 del 18.05.1978).

La quantità di frantumato deve essere del 100%.

Il coefficiente di imbibizione, secondo le Norme B.U. CNR fasc. IV/1953 deve essere ≤0,015.

I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" (CNR 95/84) devono essere ≤3 e ≤1.58 (CNR B.U. n. 95 del 31.01.1984).

Il coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) deve essere ≥0,47 (CNR B.U. n. 140 del 15.10.1992).

La sensibilità al gelo deve essere ≤15% (CNR B.U. n. 80 del 15.11.1980).

Lo spogliamento in acqua a 40 °C (con eventuale impiego di dopés di adesione) deve essere 0% (CNR B.U. n. 138/92).

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR B.U. n. 34 del 28.3.1973) deve essere inferiore od uguale al 20%.

L'uso di altri materiali lapidei porosi naturali, artificiali o sintetici, argilla espansa strutturale, loppe e scorie siderurgiche, scorie modificate di forno elettrico, etc., devono sempre essere autorizzate dalla Direzione Lavori, sentito il parere del Laboratori della Società, sulla base di preventiva presentazione alla stessa, da parte della Impresa, di uno studio della miscela.

In linea di massima si devono riscontrare caratteristiche iniziali (CLA, HS, CAT) analoghe a quelle dei materiali basaltici, che però abbiano decadimenti nel tempo meno accentuati quindi il risultato finale deve essere valutato con l'impiego di apparecchiature ad alto rendimento ad almeno 2 anni dalla stesa (valori almeno del 10% superiori a quelli tutto basalto) oppure con test accelerati tipo Abrasimetro Rotazionale a norma DIN di resistenza all'attrito radente.

In particolare le scorie modificate da forno elettrico (cromiti) saranno rispondenti ai requisiti del art. 20.4.5 ad eccezione della prova Los Angeles la quale andrà eseguita sulla pezzatura 5/10 mediante prova "C".

20.2.9.3 - Aggregato fino

L'aggregato fino di tutte le miscele deve essere costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume.

La percentuale delle sabbie proveniente da frantumazione deve essere uguale o superiore al 85% della miscela.

La sommatoria delle percentuali di trattenuto in peso fino al setaccio UNI 2 mm (compreso), provenienti dalle sabbie utilizzate per la composizione granulometriche finale, devono essere inferiori od uguali al 5% in peso quando le sabbie provengono da rocce aventi un C.L.A. ≤0,45.

La Direzione Lavori, sentito il parere del Laboratorio potrà autorizzare l'uso di sabbie, artificiali e sintetiche dopo preventivo studio di progetto presentato dall'Impresa.

L'equivalente in sabbia sulla miscela delle sabbie o sulla singola sabbia secondo la prova (CNR B.U. n. 27 del 30.3.1972) deve essere ≥80%.

È facoltà della Direzione Lavori non accettare materiali che in precedenti esperienze hanno provocato inconvenienti nel conglomerato finito (rapidi decadimenti di C.A.T., scadente omogeneità dell'impasto per loro insufficiente affinità con bitume ed altro) anche se rispondenti ai requisiti di accettazione.

20.2.9.4 - Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti devono soddisfare ai seguenti requisiti alla prova CNR B.U. n. 75 del 08.04.1980 e devono risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

Setaccio UNI 0,40 - Passante in peso per via umida 100%

Setaccio UNI 0,18 - Passante in peso per via umida 90%

Setaccio UNI 0,075 - Passante in peso per via umida 80%.

Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 mm più del 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco.

Il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 il DPA deve essere ≥5 °C (CNR 122/88). L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR - UNI 10014).

20.2.9.5 - Miscele

Lo spessore finale del microtappeto deve essere compreso tra 1 e 2 cm.

Le granulometrie degli inerti da utilizzare sono in funzione dello spessore dell'intervento come di seguito riportato:

SPESSORE 1 cm

Granulometria 0/6 mm

SPESSORE 1,5 cm

Granulometria 0/10 mm

SPESSORE 2 cm

Granulometria 0/12 mm

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nel fuso di seguito elencato e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti indicata al punto 20.2.9.7.

20.2.9.6 - Granulometria

Serie crivelli e setacci UNI	% Passante totale in peso
crivello 15	100,00
“ 10	90 -100
“ 5	20 -30
” 2	15 -25
” 0,4	8 -16
setaccio 0,18	6 -12
” 0,075	5 -10

20.2.9.7 - Bitume

Bitume 5,0% - 6,0% del tipo riportato all'art. 20.1.3, tab. 20.1.3.1.2.7.

20.2.9.8 - Fibre minerali

Mediante idonee apparecchiature la miscela degli inerti deve essere additivata con fibre minerali (art. 20.1.5, tab. 20.1.5.1) in percentuale variabile tra lo 0,25% - 0,40% in peso.

20.2.9.9 - Mano di attacco

La mano di attacco da utilizzare potrà essere costituita da legante del tipo descritto nell'art. 20.1.3, tab. 20.1.3.1 ed andrà applicata su un piano di posa perfettamente pulito ed asciutto privo della segnaletica orizzontale, nella quantità compresa tra 0,6 ed 1,0 daN/m².

La Direzione Lavori potrà approvare un successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia, o graniglia, cemento o calce idrata sulla superficie della mano d'attacco per consentire il transito dei mezzi di stesa.

20.2.9.10 - Requisiti di accettazione

La miscela deve avere resistenza meccanica e rugosità superficiale elevata.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura “Pressa Giratoria” (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione : 1.25° ± 0.02°

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale, KPa: 600

Dimensioni provino, mm : 150

REQUISITI DI IDONEITÀ

a 10 rotazioni : % vuoti: 18÷22

a 50 rotazioni : % vuoti: 10 ÷ 14 (D_G = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

a 130 rotazioni : % vuoti: ≥8

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti per miscela di base e di collegamento:

Resistenza a Trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm² : 0.3 ÷ 0.5

Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm²: ≥25

In alternativa si potrà usare la metodologia Marshall.

Il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60 °C su provini con 50 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in tutti i casi di almeno 600 daN; inoltre il valore della modulo di rigidezza Marshall deve essere in ogni caso compreso tra 150 e 300 daN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 10% ed il 14% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura Brasiliana, Norma interna della Società, devono rientrare nei seguenti limiti:

Temperature di prove:	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm²)	1,10 -1,5	0,45 - 0,70	0,20 - 0,30
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm²)	≥100	≥45	≥25

Le prove Marshall e Brasiliana eseguite su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata di 7 d a 25 °C devono dare un valore di stabilità e resistenza a trazione indiretta non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. n. 121 del 24.08.1987).

I provini per le misure Marshall e Brasiliana devono essere confezionati alla temperatura di 140 °C presso l'impianto di produzione con le stesse modalità richieste all'art. 20.2.1.8.4 ed immediatamente costipati senza ulteriore riscaldamento.

Le misure di aderenza (C.A.T.) e di tessitura (HS) misurate tra il 15° e 180° giorno dall'apertura del traffico valgono le prescrizioni riportate nell'art. 20.8.

La capacità drenante media eseguita in sito e misurata con permeabilimetro a colonna d'acqua di altezza 250 mm e superficie di 154 cm^2 ed uno spessore della pavimentazione compreso tra 1 e 2 cm deve essere uguale o maggiore a 5 dm^3/min.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori ed al Laboratori della Società per il controllo della idoneità, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa deve attenervisi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3; per il contenuto di sabbia (CNR B.U. n. 95 del 31.01.1984) ± 2 (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm); per il passante al setaccio UNI 0,075 ± 1,5.

Per la percentuale di bitume non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di ± 0,25.

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

In ogni cantiere di lavoro deve essere installato e condotto a cura e spese dell'Impresa, un Laboratorio opportunamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione.

Devono essere effettuati almeno con frequenze giornaliere:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.);
- la verifica delle caratteristiche Marshall e di quelle derivanti dalla Prova Brasiliana del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. CNR n. 40 del 30.3.1973), percentuale dei vuoti (B.U. CNR n. 39 del 23.3.1973), stabilità e rigidezza Marshall, resistenza a trazione indiretta e C.T.I.

Inoltre con verifica settimanale devono essere controllate le caratteristiche di idoneità della miscela prodotta mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4) con prelievi eseguiti in impianto od alla stesa (Valori medi di tre provini).

I provini eseguiti mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) (Norma interna della Società).

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume modificato deve essere fatta almeno una volta a settimana con prelievi a norma CNR sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verranno riportati su apposita modulistica i dati relativi alla natura del materiale.

In cantiere deve essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa deve giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

20.2.9.11 - Formazione e confezione delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni del art. 20.2.1.8.6.

20.2.9.12 - Posa in opera

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto livellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della strisciata già realizzata deve essere spalmata con emulsione bituminosa acida al 55% in peso (art. 20.1.3, tab. 20.1.3.1) per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140 °C. La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli a ruote metalliche di peso massimo 10 t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili; al termine della compattazione lo strato deve avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall (DM) dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

Nel caso in cui la metodologia di controllo sia stata quella con la Pressa Giratoria, e in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, la densità di riferimento sarà quella di progetto.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; deve essere tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 20.8.

20.2.11 - Conglomerato bituminoso per strati di collegamento e di usura di ponti e viadotti

La pavimentazione da impiegare prevalentemente sugli impalcati di ponti e viadotti è costituita da uno strato di binder coperto con un'usura di tipo A. Il conglomerato per ambedue gli strati deve essere costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie, additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme CNR sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), mescolati al bitume modificato con polietilene a bassa densità "LDPE" (art. 20.1.3, tab. 20.1.3.3). In alternativa all'usura di tipo A se prevista in progetto, si potranno usare drenanti (art. 20.2.5).

20.2.11.1 - Materiali inerti

Per gli inerti valgono le stesse prescrizioni degli articoli: 20.2.1.3, 20.2.1.4.2, 20.2.1.4.3, 20.2.1.5, 20.2.1.6

20.2.11.2 - Legante

Il legante deve essere un bitume modificato (Art. 20.1.3 tab. 20.1.3.3).

20.2.11.3 - Miscela

20.2.11.3.1 - Strato di usura

Devono essere progettate e realizzate curve granulometriche, utilizzando il fuso "A" riportato al punto 20.2.1.7.3. Inoltre in deroga a quanto descritto al punto 20.2.1.5 la percentuale della sabbia proveniente da frantumazione, rispetto a quella naturale di fiume, non deve mai essere inferiore a 90% della miscela delle due sabbie.

Il tenore di legante deve essere compreso tra il 5,5 ed il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato deve avere i seguenti requisiti:

- elevatissima resistenza meccanica e cioè capacità a sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli; il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n.30 del 15.3.1973) eseguita a 60° su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, deve risultare in tutti i casi di almeno 1100 daN; inoltre il valore del modulo di rigidezza Marshall deve essere compreso tra 300 e 450 daN/mm.

In deroga al (CNR B U n. 30 del 15.3.1973) la temperatura di compattazione per i conglomerati modificati deve essere di 160 °C anziché 140 °C come richiesto per i conglomerati tradizionali. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residua compresa tra il 3% ed il 5% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

La prova Marshall eseguita su provini confezionati con il legante modificato che abbiano subito un periodo di immersione in acqua demineralizzata per 15 d, deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione : 1.25° ± 0.02°

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale, KPa: 600

Dimensioni provino, mm : 150

REQUISITI DI IDONEITÀ

a 10 rotazioni : % vuoti: 10÷14

a 130 rotazioni : % vuoti: 3 ÷ 5 (D_G = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

a 220 rotazioni : % vuoti: ≥2

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Resistenza a Trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm² : 0.6 ÷ 0.9

Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTi) N/mm²: ≥50

I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" (Norma interna della Società) ricavati dalla prova Marshall devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperature di prove °C	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm²)	1,5 -2,5	0,7 - 1,0	0,3 - 0,6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm²)	≥160	≥70	≥35

20.2.11.3.2 - Strato di collegamento (binder)

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento deve avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie di Crivelli e Setacci UNI	Passanti %
Crivello 20	100
Crivello 15	65 - 85
Crivello 10	55 - 75
Crivello 5	35 - 55
Setaccio 2	25 - 38
Setaccio 0.4	10 - 20
Setaccio 0.18	5 - 15
Setaccio 0.075	4 - 8

Sia per le pavimentazioni sul corpo autostradale che per quelle su viadotti il tenore di bitume modificato con polimero (art. 20.1.3, tab. 20.1.3.3) deve essere compreso tra il 5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato bituminoso modificato destinato alla formazione dello strato di collegamento deve possedere i seguenti requisiti.

La stabilità Marshall eseguita a 60°, su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in ogni caso superiore a 1000 daN, il valore del modulo di rigidezza Marshall deve essere compresa tra 300 e 450 daN/mm. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% e 5% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua demineralizzata per 15 d deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. 121/87).

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione : 1.25° ± 0.02°

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale, KPa: 600

Dimensioni provino, mm : 150

REQUISITI DI IDONEITÀ

a 10 rotazioni : % vuoti: 10÷14

a 100 rotazioni : % vuoti: 3 ÷ 5 (D_G = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

a 180 rotazioni : % vuoti: ≥2

I provini derivanti dalla miscela ottimale, compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria", devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Resistenza a Trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm² : 0.6 ÷ 0.9

Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm²: ≥50

I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" (Norma interna della Società) ricavati dalla prova Marshall devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperature di prove °C	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm²)	1,5 -2,5	0,7 - 1,0	0,3 - 0,6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm²)	≥160	≥70	≥35

Le miscele di usura e di collegamento confezionate con bitume polimerizzato devono essere controllate mediante la prova di deformabilità a carico costante

"Creep" (CNR 106/85). Il parametro J1 a 10 °C deve essere compreso tra 20 e 40 $cm^2/(daN\ s)$ mentre lo Jp a 40 °C deve essere compreso tra $14x10^6$ e $26x10^6$ $cm^2/(daN.s)$. Tali valori andranno determinati su provini ricavati da carote prelevate in sito o su campioni compattati in Laboratorio.

20.2.11.3.3 - Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate negli articoli 20.2.1.8.4, 20.2.1.8.5, 20.2.1.8.6.

20.2.11.3.4 - Formazione e confezione degli impasti

La miscela bitume-polietilene deve essere effettuata direttamente presso il cantiere in apposita attrezzatura miscelatrice approvata dalla Direzione Lavori.

La miscelazione bitume polietilene ed altri additivi nelle proporzioni stabilite utilizzando dispositivi meccanici tipo "mulino colloidale" che permettano una omogeneizzazione mediante la combinazione di effetti meccanici e termici.

Utilizzando il mulino colloidale la miscela bitume-polietilene deve essere impiegata al termine della miscelazione e comunque non oltre le 6-8 h dal termine della sua preparazione.

20.2.11.3.5 - Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di usura e di collegamento di conglomerati bituminosi non modificati, salvo le seguenti modifiche: la temperatura del conglomerato bituminoso modificato con polimeri all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 160 °C.

La densità del conglomerato deve risultare maggiore od uguale al 98% di quella Marshall.

20.2.11.3.6 - Altri requisiti

Per quanto non espressamente menzionato valgono le prescrizioni dei conglomerati bituminosi tradizionali (art 20.2).

20.2.11.4 - Requisiti di idoneità

Per quanto riguarda le eventuali penalità da applicare si fa riferimento a quanto prescritto nell'art. 20.8.

20.4 - Trattamenti superficiali d'irruvidimento

20.4.3 - Microtappeti a freddo (tipo macro seal)

20.4.3.1 - Descrizione

Il microtappeto a freddo è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con un bitume modificato ed emulsionato.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

20.4.3.2 - Inerti

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti: pulizia, forma poliedrica, resistenza meccanica, all'abrasione e al levigamento.

Per l'aggregato grosso devono essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (CNR B.U. n. 34/73), minore del 18% ; inoltre il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature deve essere ≥0,46 (CNR B.U. n. 140 del 15.10.1992), la porosità ≤1,5% (CNR B.U. n. 65 del 18.05.1978), la quantità di frantumato deve essere 100%, il coefficiente di imbibizione ≤0,015 (CNR Fasc. IV/1953), i coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (CNR B.U. n. 95 del 31.01.1984), la sensibilità al gelo ≤20% (CNR B.U. n. 80 del 15.11.1980), lo spogliamento in acqua a 40 °C deve essere 0% (CNR 80/80).

L'aggregato fino deve essere composto da sabbie provenienti di frantumazione.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia deve avere alla prova Los Angeles, (CNR B.U. n. 34/73 - Classe "C") eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate maggiore a 2 mm (maglia quadra) non deve superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengono da rocce aventi un valore di C.L.A. ≤0,43.

L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due deve essere ≥80% (CNR B.U. n. 27/72).

20.4.3.3 - Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 32,5); gli additivi impiegati devono soddisfare i requisiti richiesti dall'art. 20.2.1.6.

20.4.3.4 - Miscele

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

Spessore minimo	9 mm	6 mm	4 mm
Crivelli e Setacci UNI			
15 passante %	100	100,00	100
10 " "	85-100	100	100
5 " "	55-75	55-80	85-100
2 " "	36-55	30-55	58-83
0,4 " "	14-28	14-28	22-36
0,18 " "	8-19	8-19	11-22
0,075 " "	4-10	5-10	6-10

20.4.3.5 - Malta bituminosa

Il legante bituminoso deve essere costituito da un bitume modificato ed emulsionato al 60% a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsionamento (art. 20.1.3, tab. 20.1.3.2).

Devono essere impiegati additivi chimici per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione.

Il loro dosaggio, ottimizzato con uno studio di Laboratorio, deve essere funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

20.4.3.6 - Composizione e dosaggi della miscela

La malta bituminosa deve avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/m^2	13-20	8-14	6-10
Dimensione max inerti	Mm	10-12	7-9	5-6
Contenuto di bitume modificato residuo, % in peso sugli inerti	%	5,0-7,5	6,0-8,0	7-10

20.4.3.7 - Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo deve essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

20.4.3.8 - Confezionamento e posa in opera

Il confezionamento dell'impasto deve essere realizzato con apposita macchina impastatrice-stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

· Serbatoio dell'emulsione bituminosa

· Tramoggia degli aggregati lapidei

· Tramoggia del filler

· Dosatore degli aggregati lapidei

· Nastro trasportatore

· Spruzzatore dell'emulsione bituminosa

· Spruzzatore dell'acqua

· Mescolatore

· Stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità di avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

· ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore

· aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo

· miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità

· aggiunta dell'emulsione bituminosa

· miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto

· colamento dell'impasto nello stenditore a carter

· distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si deve procedere ad una energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o con mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri devono essere allontanati.

In alcuni casi a giudizio della Direzione Lavori deve procedersi ad una omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la Direzione Lavori potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del microtappeto a mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 daN di sabbia per metro quadrato di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa il microtappeto deve presentare un aspetto superficiale regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura deve essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera del microtappeto deve essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 5 °C ed in caso di pioggia.

20.4.4 - Microtappeti a freddo (tipo macro seal) fibrorinforzati

20.4.4.1 - Descrizione

Il microtappeto fibrorinforzato a freddo (art. 20.4.3.1) è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita additivata con fibre minerali (art. 20.1.5, tab. 20.1.5.2) da impiegare in zone soggette a forti sollecitazioni superficiali e trasversali (curve, salite, ecc.).

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con un bitume modificato ed emulsionato.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

20.4.4.2 - Inerti

Valgono le prescrizioni art. 20.4.3.2.

20.4.4.3 - Additivi

Valgono le prescrizioni art. 20.4.3.3.

20.4.4.4 - Miscele

Valgono le prescrizioni art. 20.4.3.4.

20.4.4.5 - Fibre minerali

Mediante idonea apparecchiatura la malta bituminosa deve essere additivata con fibre minerali (Art. 20.1.5, tab. 20.1.5.2) in percentuali in peso riferite agli inerti variabili tra lo 0,6% e 1,0%.

20.4.4.6 - Malta bituminosa

Valgono le prescrizioni art. 20.4.3.5.

20.4.4.7 - Composizione e dosaggi della miscela

La malta bituminosa deve avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/m²	13-20	8-14	6-10
Dimensione max inerti	Mm	10-12	7-9	5-6
Contenuto di bitume modificato residuo, % in peso sugli inerti	%	5,0-7,5	6,0-8,0	7,0-10,0
Dosaggio fibre minerali, riferite agli inerti	%	0,6-1,0	0,6-1,0	0,6-1,0

20.4.4.8 - Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo deve essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

20.4.4.9 - Confezionamento e posa in opera

Il confezionamento dell'impasto deve essere realizzato con apposita macchina impastatrice-stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

· Serbatoio dell'emulsione bituminosa

· Tramoggia degli aggregati lapidei

· Tramoggia del filler

· Tramoggia delle fibre minerali

· Dosatore degli aggregati lapidei

· Nastro trasportatore

· Spruzzatore dell'emulsione bituminosa

· Spruzzatore dell'acqua

· Mescolatore

· Stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità di avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

· ingresso della miscela di aggregati, fibre minerali e del filler nel mescolatore

· aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo

· miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità

· aggiunta dell'emulsione bituminosa

· miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto

· colamento dell'impasto nello stenditore a carter

· distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento.

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si deve procedere ad una energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o a mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri devono essere allontanati.

In alcuni casi a giudizio della Direzione Lavori deve procedersi ad una omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la Direzione Lavori potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del microtappeto a mezzo di

stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 daN di sabbia per metro quadrato di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa il microtappeto deve presentare un aspetto superficiale regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura deve essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera del microtappeto deve essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 5 °C ed in caso di pioggia.

20.8 - Controlli prestazionali e relative penali

Per materiali di fondazione (non legati e legati) e per i bitumi se non c'è il raggiungimento delle prestazioni richieste, verranno applicate le penali definite negli specifici articoli e qui di seguito richiamate in modo sintetico. (L'omissione in questo articolo di alcune penali riportate in altre parti delle presenti Norme Tecniche non ne elimina la validità).

Se sullo stesso manufatto si verifica la concomitanza di più penali per diversi motivi il massimo tetto, comunque non superabile, sarà del 50% (cinquanta per cento). In questi casi ci si riserva in alternativa la facoltà di rifacimento a cura e spese dell'Impresa.

	REQUISITI	ARTICOLO	PENALI
Portanza: Fondazione non legata (Modulo Elastico E)	E > 1850 daN/cm²	Art. 12.4	10%
Portanza: Fondazione (o sottobase) a legante idraulica o equiparata (Modulo Elastico E)	Moduli secondo Fig. 1	Art. 13.1.7	10-20%
Qualità dei bitumi di base	Caratteristiche varie	Art. 20.1.1	5%
Qualità dei bitumi modificati	Caratteristiche varie	Art. 20.1.1	10%
Usure Drenanti Fonoassorbenti: Capacità drenante	Permeabilità ≥18 dm³/min	Art. 20.2.5	10%
Usure Drenanti Fonoassorbenti: Coefficiente di Fonoassorbimento	Valori di ß secondo frequenze	Art. 20.2.5	2% (*)

(*) Per ogni valore non raggiunto (detrazione massima 6%)

Si dettaglia nel seguito le altre prestazioni richieste, misurate con i mezzi ad Alto Rendimento della Società e le penali conseguenti per il non raggiungimento delle suddette.

20.8.1 - Controlli ad alto rendimento: tutti i tipi di conglomerato bituminoso

20.8.1.1 - Portanza: requisiti

Per quanto riguarda invece le caratteristiche strutturali degli strati in conglomerato bituminoso messi in opera, il parametro di riferimento è il modulo elastico che sarà ricavato interpretando una serie di misure di deflessione dinamica effettuate con apparati di tipo F.W.D. (le prove potranno essere effettuate anche da "terzi", su specifiche fornite dalla Società); per l'interpretazione delle misure di deflessione, è necessario conoscere gli spessori degli strati in conglomerato bituminoso della pavimentazione che verranno rilevati a cavo aperto dalla Direzione Lavori e/o potranno essere ricavati mediante una opportuna campagna di carotaggi successiva da eseguire con un passo non inferiore a 500 m.

Per una maggiore precisione nella determinazione degli spessori, tale campagna di carotaggi potrà essere integrata dal rilievo in continuo, mediante radar, della stratigrafia della pavimentazione eseguito con l'apparecchiatura ad alto rendimento denominata ARGO.

Le prove di deflessione dinamica tipo F.W.D., in relazione al tipo di intervento effettuato e ai controlli che si vogliono effettuare, dovranno rispettare le seguenti modalità di esecuzione:

A - Pavimentazione nuova o strati legati a bitume completamente rinnovati.

A1 - Valutazione del modulo medio complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume (spessore complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume $\geq$10 cm).

Le prove di deflessione dinamica saranno eseguite sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 90° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato.

A2 - Valutazione del modulo dello strato di Base legato a bitume (spessore della Base $\geq$10 cm) e del modulo medio complessivo degli strati di Binder e Usura sovrastanti (spessore complessivo $\geq$ 4 cm).

Saranno eseguite due serie di prove di deflessione dinamica; la prima serie dovrà essere effettuata, almeno un giorno dopo la stesa, direttamente sulla superficie finita dello strato di base in conglomerato bituminoso mentre la seconda serie dovrà essere effettuata sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 90° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato. Le posizioni delle prove della prima serie dovranno essere identificate in maniera visibile a terra e/o a

lato della piattaforma in maniera da poter posizionare le prove della seconda serie esattamente negli stessi punti.

B - Pavimentazione risanata superficialmente o ricoperta.

B1 - Valutazione del modulo complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume rinnovati od aggiunti (spessore complessivo del Pacchetto degli strati rinnovati o aggiunti $\geq$ 4 cm).

Saranno eseguite due serie di prove di deflessione dinamica: la prima serie dovrà essere effettuata entro i 60 d precedenti l'intervento sulla vecchia superficie della pavimentazione mentre la seconda serie dovrà essere effettuata sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 120° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato.

Le posizioni delle prove della prima serie dovranno essere identificate in maniera visibile a terra e/o a lato della piattaforma in maniera da poter posizionare le prove della seconda serie esattamente negli stessi punti.

Le prove di deflessione dinamica verranno interpretate per il calcolo del valore del modulo elastico mediante il programma BACAN (che verrà utilizzato dalla Società interpretando anche prove deflettometriche effettuate da "terzi") ed il valore dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20 °C, secondo curve di correzione proposte dalla Società.

Nel caso di esecuzione di una doppia serie di prove come descritto al punto B1 si procederà all'interpretazione delle misure di deflessione della prima e della seconda serie di prove calcolando (programma BACAN) il modulo complessivo del pacchetto degli strati legati a bitume, rispettivamente, nelle condizioni precedenti l'intervento ed in quelle modificate, dopo lo stesso, mediante il contributo offerto dagli strati aggiunti e rinnovati.

Confrontando le rigidezze nelle due condizioni del pacchetto degli strati legati a bitume sarà possibile allora calcolare il modulo elastico complessivo degli strati aggiunti o rinnovati.

Nel caso di esecuzione di una doppia serie di prove come descritto al punto A2 la procedura da seguire è del tutto identica a quella appena descritta salvo il fatto che dalla prima serie di prove si otterrà il modulo elastico dello strato di Base e dalla seconda serie il modulo medio complessivo di tutto il pacchetto degli strati legati a bitume; confrontando le rigidezze nelle due condizioni sarà possibile allora calcolare il modulo elastico complessivo degli strati superiori (Usura+Binder).

Le prove dinamiche tipo F.W.D. non saranno eseguite con temperature superficiali della pavimentazione oltre i 35 °C evitando di preferenza nell'avanzata primavera e nella stagione estiva le ore comprese tra le 10.00 ed il tramonto in giornate particolarmente calde.

Le misure di F.W.D. verranno effettuate al massimo ogni 50 m di corsia per avere a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile, eccezionalmente, per motivi operativi e di interferenza con il traffico, l'intervallo tra le prove potrà essere esteso fino ad un massimo di 100 m.

Per ciascuna tratta con tipo di intervento omogeneo, il numero di prove da eseguire, perché il campione abbia una ampiezza statisticamente accettabile, non deve essere inferiore a 20, qualsiasi sia la sua lunghezza.

Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo espresso in daN/cm², ricavato dai moduli risultanti dalle misure puntuali di F.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 4 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al "BACAN".

20.8.1.2 - Portanza: penali

In funzione del valore medio del modulo dello strato o del pacchetto di strati soggetto a prova, lo strato od il pacchetto interessato e tutti gli strati sovrastanti verranno penalizzati degli importi elencati nella seguente tabella:

MODULO DI ELASTICITÀ (E) dello strato o del Pacchetto di strati legati a bitume soggetti a prova (daN/cm² a 20 °C)	PENALITÀ per lo strato o pacchetto di strati soggetti a prova ed eventuali strati sovrastanti
150000 □E < 150000	Detrazione del 15%
120000 □E < 150000	Detrazione del 10%
55000 □E < 120000	Prestazione valida
45000 □E < 55000	Detrazione del 10%
35000 □E < 45000	Detrazione del 20%
35000 □E < 35000	Detrazione del 50%

20.8.1.3 - Aderenza e macrotessitura: requisiti

Nei tappeti e/o trattamenti superficiali dovranno essere realizzati valori di aderenza e tessitura granulometrica superficiale (macro-tessitura) idonei in rapporto a:

A - I tipi di materiale e/o trattamenti usati per l'esecuzione dello strato superficiale;

B - Le condizioni plano - altimetriche del tracciato in ogni suo punto;

C - Il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM o SUMMS (Norma CNR B.U. n. 147 del 14.12.92 - la relazione tra il valore

CAT qui prescritto denominato CATaut e quello definito dalla norma CNR, denominato CAT*** è: CATaut = CAT*** x 10O) deve risultare superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	CAT prescritto
Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBS, CBH)	60
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBS, CBH) provvisori	50
Conglomerati bituminosi rigenerati in sito	55
Conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)	55
Conglomerati bituminosi con inerti chiari e irradiati	55
Conglomerati bituminosi (tipo CB, CBS, CBH) con argilla espansa	62
Conglomerati bituminosi drenanti e drenanti riciclati (tipo CBD, CBDR)	53
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MFT) - spessore 9 mm	65
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MFT) - spessore 6 mm	62
Trattamenti superficiali con leganti sintetici (Italgrip - tipo TSS)	72
Trattamenti superficiali a caldo (tipo TSC)	65
Microtappeto ad elevata rugosità superficiale (tipo MT)	62
Microtappeto ad elevata rugosità superficiale con inerti sintetici (tipo MT)	65

Inoltre la tessitura geometrica (HS) intesa come macrotessitura superficiale misurata mediante il misuratore "mini texture meter" (WDM - TRRL) o mediante il SCRIM/SUMMS dovrà essere superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	HS prescritto
Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBS, CBH)	0,4 mm
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBS, CBH) provvisori	0,3 mm
Conglomerati bituminosi rigenerati in sito	0,3 mm
Conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)	0,4 mm
Conglomerati bituminosi con inerti chiari e irradiati	0,5 mm
Conglomerati bituminosi (tipo CB, CBS, CBH) con argilla espansa	0,4 mm
Conglomerati bituminosi drenanti e drenanti riciclati (tipo CBD, CBDR)	0,8 mm
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MFT) - spessore 9 mm	0,6 mm
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MFT) - spessore 6 mm	0,5 mm
Trattamenti superficiali con leganti sintetici (Italgrip - tipo TSS)	0,8 mm
Trattamenti superficiali a caldo (tipo TSC)	0,7 mm
Microtappeto ad elevata rugosità superficiale (tipo MT)	0,6 mm
Microtappeto ad elevata rugosità superficiale con inerti sintetici (tipo MT)	0,6 mm
Trattamenti di irruvidimento con sistemi meccanici:	
- All'esterno di gallerie e all'intero di gallerie con possibili ristagni d'acqua	0,5 mm
- All'interno di gallerie impermeabilizzate	0,4 mm

Le misure di CAT e HS interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere effettuate in un periodo di compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, ad eccezione dei conglomerati bituminosi drenanti e dei microtappeti ad elevata rugosità superficiale per i quali le misure dovranno essere effettuate tra il 60° ed il 270° giorno dall'apertura al traffico.

Per quanto riguarda le misure di CAT e HS, effettuate con il SCRIM / SUMMS, dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della Direzione Lavori la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; le misure di CAT e HS dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati di CAT e HS potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e macrotessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi di CAT e HS, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna TRATTA OMOGENEA in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per TRATTE OMOGENEE si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione “normale”: i valori di CAT e HS così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di aderenza.

Per quanto riguarda le misure di HS eseguite con il mini texture meter il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali distanziate in senso traversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m ed ogni 50 m lungo ogni strisciata longitudinale; pertanto ai fini del controllo, dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media (una sola cifra decimale) dei quattro valori ottenuti ogni 50 m (uno per ciascuna strisciata longitudinale).

20.8.1.4 - Aderenza e macrotessitura: penali

Qualora il valore medio di CAT o HS come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea (Misure SCRIM o SUMMS) o per ciascuna tratta da 50 m (Misure di HS con min texture meter), sia inferiore ai valori prescritti per ciascun tipo di pavimentazione, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una corsia); questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

CAT = 40

HS = 0,25 mm

CAT = 55 per "Trattamento superficiale ad alta rugosità con inerti sintetici"

HS = 0,6 mm per "Trattamento superficiale ad alta rugosità con inerti sintetici"

Qualora il valore medio di CAT o HS, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea (Misure SCRIM o SUMMS) o per ciascuna tratta da 50 m (Misure di HS con "mini texture meter"), sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare il valore deficitario al disopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di CAT e HS al disopra dei valori inaccettabili, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo.

20.8.1.5 - Regolarità: requisiti

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

a - indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, inferiore a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata, inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

b - indice CP (Coefficiente di Planarità), calcolato a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione opportunamente filtrato per separare i diversi campi di lunghezze d'onda:

Campi di lunghezza d'onda	Intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata	Intervento limitato a una parte della carreggiata
Fino a 2,5 m Da 2,5 m a 10 m Da 10 m a 40 m	CP 2,5 < 80 CP 10 < 160 CP 40 < 320 (valore consigliato)	CP 2,5 < 120 CP 10 < 240 CP 40 < 480 (valore consigliato)

Queste prescrizioni valgono per:

- conglomerati bituminosi tipo CB, CBS, CBH
- conglomerati bituminosi rigenerati in sito
- conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)
- conglomerati bituminosi con inerti chiari, irradiati
- conglomerati bituminosi tipo CB, CBS, CBH con Argilla espansa
- conglomerati bituminosi drenanti e drenanti riciclati (tipo CBD, CBDR)
- Microtappeti ad elevata rugosità superficiale (MT)

Le misure profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta), dovranno essere eseguite in un periodo compreso tra il 15° ed il 180°

giorno dall'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della Direzione Lavori la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 20 m a partire dal profilo longitudinale misurato; i valori degli indici CP 2,5-CP 10-CP 40 verranno calcolati con un "passo" di 100 m, rispettivamente per i tre campi di lunghezze d'onda sopra definiti a cui corrispondono tre profili che si ottengono filtrando il profilo misurato.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 20 m), relativi a ciascuna TRATTA OMOGENEA in cui è possibile suddividere la tratta misurata.

Per TRATTE OMOGENEE si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

I valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale nel caso di utilizzo dell'indice CP si farà riferimento ai tre valori CP 2,5-CP 10-CP 40 per tratte da 100 m di lunghezza.

I valori dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

20.8.1.6 - Regolarità: penali

Qualora il valore medio di IRI come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, o uno o entrambi i valori CP 2,5-CP 10 per tratte da 100 m non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

IRI = 3,5 mm/m

CP 2,5 = 160

CP 10 = 320

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, uno o entrambi i valori CP 2,5 e CP 10 per tratte da 100 m, sia

maggiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili sopra elencati, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

20.8.1.7 - Spessori: penali

Lo spessore della pavimentazione dovrà corrispondere allo spessore di progetto.

Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine (diametro 50 mm) o per altre valutazioni (diametri 100 o 150 mm). Su tali carote, prelevate casualmente dalla Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Impresa, sulla superficie di pavimentazione stesa tra due scambi di carreggiata, dovranno essere effettuate almeno 30 misure eseguite con le modalità qui di seguito descritte.

Per le carote da 50 mm vengono effettuate 2 misure diametralmente opposte, mentre per quelle da 100 o da 150 mm vengono effettuate 6 misure in corrispondenza degli estremi dei diametri presi ogni 60^0. Dalla media M di tali misure si ricaverà il valore dello spessore della pavimentazione. La Direzione Lavori si riserva anche la possibilità di effettuare misure ad alto rendimento con macchine dotate di radar geotecnico, che fornirà automaticamente, con doppio passaggio, lo spessore medio della pavimentazione stesa.

L'accettazione della determinazione dello spessore della pavimentazione stesa dovrà scaturire dalle considerazioni sui principali parametri statistici relativi alla misura di grandezze fisiche qui di seguito riportati (UNI 4723-84).

Si dovrà determinare la media aritmetica M delle n misure xi, definita come la somma di tutte le osservazioni divisa per il loro numero, ed il loro scarto tipo "***S***", definito come la radice quadrata positiva della media (corretta) dei quadrati degli scarti di tutte le osservazioni (varianza) e fornito dall'espressione:

$$S = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \bullet \left(\sum_{1^i}^{n} xi^2 : \frac{\left(\sum_{1^i}^{n} xi\right)}{n} \right)^2}$$

La media M delle misure dello spessore del singolo strato non dovrà essere inferiore ad un valore minimo stabilito come il 93% dello spessore di progetto.

Singoli valori xi potranno essere inferiori a tale minimo purché lo scarto tipo *S* delle misure non superi il 30% della loro media, e la differenza tra il valore massimo e minimo non superi il 20% del valore medio M. Le misure che generano uno scostamento superiore ai suddetti valori vanno eliminate dal computo e va ripetuto il calcolo della nuova media da verificare con i criteri testé indicati.

Qualsiasi insufficienza di spessore di uno strato, valutabile nel fatto che M è inferiore al 93% dello spessore di progetto, comporterà una penalità applicata alla superficie di pavimentazione a cui si riferiscono le misure, che normalmente è quella lavorata tra due scambi di carreggiata. Nessuna penalità verrà applicata se la media M è uguale o superiore al 93% dello spessore di progetto, tranne il caso in cui il 90% delle misure xi risultino di spessore compreso tra quello di progetto ed il 7% in meno dello stesso; in tale circostanza verrà applicata una detrazione del 5% al prezzo di elenco.

Per una insufficienza di spessore presentata da valori di M appartenenti agli intervalli da 7% a $\leq$10%, da 10% a $\leq$20%, da 20% a $\leq$ 40% saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte rispettivamente del 20%, del 35% e del 50%.

Ogni deficienza di spessore superiore al 40% comporterà il rifacimento e/o la ricopertura gratuita.

20.8.2 - Controlli ad alto rendimento: PCP

Il controllo della regolarità della lastra si articolerà come segue:

Controllo della regolarità longitudinale mediante rilievo del profilo longitudinale eseguito con il mezzo ad alto rendimento ARAN.

Controllo del profilo trasversale mediante regolo.

20.8.2.1 - Controllo della regolarità longitudinale: requisiti

I controlli potranno essere eseguiti o sulla superficie della lastra in conglomerato cementizio o sulla superficie di un eventuale strato di finitura superficiale in conglomerato bituminoso sovrapposto alla lastra.

a - Nel caso in cui i controlli vengano eseguiti sulla superficie della lastra in conglomerato cementizio e la stessa non debba essere ricoperta da uno strato di finitura superficiale in conglomerato bituminoso, la regolarità della superficie dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

a.1 - indice I R I (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, inferiore a 1,8 mm/m nel caso di contemporaneo risanamento superficiale di tutte le altre corsie o di stesa della lastra su tutta la carreggiata, inferiore 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato alla stesa della lastra su una parte della carreggiata;

a.2 - indice CP (Coefficiente di Planarità), calcolato a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione opportunamente filtrato per separare i diversi campi di lunghezze d'onda:

	PRESCRIZIONI	

Campi di lunghezza d'onda	Contemporaneo risanamento superficiale di tutte le altre corsie o stesa della lastra su tutta la carreggiata	Intervento limitato alla stesa della lastra in una parte della carreggiata
fino a 2,5 m. da 2,5 m a 10 m da 10 m a 40 m	CP 2,5 < 80 CP 10 < 160 CP 40 < 320	CP 2,5 < 120 CP 10 < 240 CP 40 < 480

Le misure profilo longitudinale interesseranno a meno una corsia (marcia o marcia lenta), dovranno essere eseguite almeno dopo 72 h dalla stesa della lastra e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

b - Nel caso in cui i controlli vengano eseguiti sulla superficie della lastra in conglomerato cementizio, quando, in base al progetto, dovrà essere steso uno strato di finitura superficiale in conglomerato bituminoso, la regolarità della superficie dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

b.1 - indice IRI (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, inferiore a 2,0 mm/m;

b.2 - indice CP (Coefficiente di Planarità), calcolato a partire del profilo longitudinale della pavimentazione opportunamente filtrato per separare i diversi campi di lunghezze d'onda:

Campi di lunghezza d'onda	PRESCRIZIONI
fino a 2,5 m da 2,5 m a 10 m da 10 m a 40 m	CP 2,5 < 120 CP 10 < 240 CP 40 < 480

Le misure profilo longitudinale interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta), dovranno essere eseguite almeno dopo 72 h dalla stesa della lastra e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

c - Nel caso in cui i controlli vengano eseguiti sulla superficie di un eventuale strato di finitura superficiale in conglomerato bituminoso sovrapposto alla lastra ed esteso a tutta la carreggiata, la regolarità della superficie dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

c.1 - Indice I R I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, inferiore a 1,8 mm/m;

c.2 - Indice CP (Coefficiente di Planarità), calcolato a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione opportunamente filtrato per separare i diversi campi di lunghezze d'onda:

Campi di lunghezza d'onda	PRESCRIZIONI
fino a 2,5 m da 2,5 m a 10 m da 10 m a 40 m	CP 2,5 < 80 CP 10 < 160 CP 40 < 320

Le misure profilo longitudinale interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta), dovranno essere eseguite in un periodo di compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

Per tutte le modalità di controllo dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della Direzione Lavori la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 20 m a partire dal profilo longitudinale misurato; i valori degli indici CP 2,5-CP 10-CP 40 verranno calcolati con un "passo" di 100 m, rispettivamente per i tre campi di lunghezze d'onda sopra definiti a cui corrispondono tre profili che si ottengono filtrando il profilo misurato.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 20 m), relativi a ciascuna TRATTA OMOGENEA in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per TRATTE OMOGENEE[1] si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadano almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale": i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice CP, si farà riferimento ai tre valori CP 2,5-CP 10-CP 40 per le tratte da 100 m di lunghezza: i valori dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

20.8.2.2 - Controllo della regolarità longitudinale: penali

Qualora il valore medio di IRI come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o uno o più dei tre valori CP 2,5-CP 10-CP 40 per tratte da 100 m non soddisfi le condizioni richieste verranno applicate le seguenti penali:

a - controlli eseguiti sulla superficie della lastra in conglomerato cementizio (lastra senza finitura superficiale in conglomerato bituminoso) nel caso di superamento delle prescrizioni riportate ai punti a.1 e a.2 del precedente paragrafo 20.8.2.1, al costo complessivo della lastra (da calcolare prendendo a riferimento la sua larghezza complessiva anche se le misure interessano una corsia) verrà applicata una penale del 20%, questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

IRI = 3,0 mm/m

CP 2,5 = 160

CP 10 = 320

CP 40 = 680

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, o uno o più dei tre valori CP 2,5-CP 10-CP 40 per tratte da 100 m, sia maggiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili sopra elencati, al costo complessivo della lastra (da calcolare prendendo a riferimento la sua larghezza complessiva anche se le misure interessano una corsia) verrà applicata una penale del 50%;

b - controlli eseguiti sulla superficie della lastra in conglomerato cementizio (lastra con successiva finitura superficiale in conglomerato bituminoso): nel caso di superamento delle prescrizioni riportate ai punti b.1 e b.2 del precedente paragrafo 20.8.2.1, al costo complessivo della lastra (da calcolare prendendo a riferimento la sua larghezza complessiva anche se le misure interessano una corsia) verrà applicata una penale del 10%, questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

IRI = 3 5 mm/m

CP 25 = 160

CP 10 = 320

CP 40 = 680

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o uno o più dei tre valori CP 2,5-CP 10-CP 40 o per tratte da 100 m, sia maggiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili sopra elencati, l'Impresa dovrà procedere gratuitamente all'imbottitura del piano di posa dello strato superficiale in conglomerato bituminoso, prima della stesa di quest'ultimo; il nuovo piano di posa sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti (prescrizioni ai punti b.1 e b.2 del precedente paragrafo 20.8.2.1);

c - controlli eseguiti sullo strato di finitura superficiale in conglomerato bituminoso sovrapposto alla lastra ed esteso a tutta la carreggiata: nel caso di superamento delle prescrizioni riportate ai punti c.1 e c.2 del precedente paragrafo 20.8.2.1, al costo complessivo dello strato di finitura superficiale in conglomerato bituminoso (da calcolare prendendo a riferimento la sua larghezza complessiva anche se le misure interessano una corsia) verrà applicata una penale del 20%, questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

[1] Questo sistema di individuazione delle tratte omogenee vale, di massima, per tutte le misure di controllo prestazionali, anche se non espressamente richiamato e servirà per individuare i tratti a cui applicare le penali.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

IRI = 3,0 mm/m

CP 2,5 = 160

CP 10 = 320

CP 40 = 680

Qualora il valore medio di IRI come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, o uno o più dei tre valori CP 2,5-CP 10-CP 40 per tratte da 100 m, sia maggiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili sopra elencati, l'Impresa dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato di finitura superficiale per tutta la sua larghezza e alla stesa di una nuovo strato di finitura superficiale il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti (prescrizioni ai punti c.1 e c.2 del precedente paragrafo 20.8.2.1).

Penali per irregolarità del profilo trasversale: vedi art 35.19.3.1.

Altre penali PCP: mancata pulizia zona giunto trasversale di costruzione (fine giornata lavorativa) art. 35.10.1.

20.9 - Prestazioni di controllo da parte della Direzione Lavori

L'attività inerente i controlli di idoneità delle miscele si svilupperà nel seguente modo:

PROGETTO DELLE MISCELE

1 - Verifica inerti (tutti)

2 - Verifica bitumi (tutti)

3 - Verifica delle curve di progetto anche presso i cantieri e/o per lavorazioni sperimentali (tutte)

CONTROLLO LAVORI

1) Verifiche volumetriche e compositive delle miscele con Laboratorio mobile ad alto rendimento: almeno 30

2) Verifiche sui bitumi di base ogni 2000 q di bitume impiegato per la produzione delle miscele

3) Verifiche sui bitumi modificati ogni 500 q di bitume impiegato per la produzione delle miscele

4) Misure ad alto rendimento (Aderenza, regolarità ecc.): almeno un passaggio/anno

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle presenti Norme eseguiti dalle Imprese esecutrici devono essere presentati alla Direzione Lavori per la verifica e l'approvazione. L'Impresa esecutrice dei lavori di pavimentazione deve far pervenire a proprie spese, al Laboratorio centrale della

Società, almeno sei mesi prima dell'inizio dei lavori, gli studi di progetto unitamente a tutti i componenti impiegati per la loro realizzazione (graniglie, sabbie, additivi, bitume ecc.).

Il suddetto Laboratorio provvederà ad eseguire per ciascuna miscela e su tutti i materiali presentati una serie di analisi finalizzate alla verifica dei dati progettuali e di idoneità.

I controlli lavori avvengono su richiesta della Direzione Lavori, in base ai dati rilevati con le prove ad alto rendimento.

I prelievi di inerti e di bitume devono essere effettuati in contraddittorio con la Direzione Lavori.

Tutte le curve di progetto per i conglomerati bituminosi presentate dall'Impresa esecutrice dei lavori devono essere verificate secondo l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B.

Gli aggregati lapidei ed il bitume tal quale e/o modificato impiegati nelle lavorazioni devono essere prelevati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa esecutrice dei lavori ed accompagnati da dettagliati verbali di prelievo.

Le quantità di materiali che devono pervenire presso il Laboratorio Centrale devono essere le seguenti:

- Inerti ≥5 mm : 40 kg per ogni pezzatura. (sacchi da 20 kg)
- Inerti ≤5 mm : 60 kg per ogni pezzatura. (sacchi da 20 kg)
- Filler : 5 kg
- Bitume : 10 kg
- Per i conglomerati cementizi: secondo richiesta fatta di volta in volta.

ALLEGATO N. 1

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TRAZIONE INDIRETTA E DELLA DEFORMAZIONE A ROTTURA DI MISCELA DI AGGREGATI LAPIDEI E BITUME.

1 - SCOPO

La prova ha lo scopo di misurare convenzionalmente la resistenza a trazione indiretta e la relativa deformazione a rottura di miscele di aggregati lapidei e bitume.

2 - DEFINIZIONE

Si definisce resistenza a trazione indiretta la resistenza determinata al momento della rottura di un provino cilindrico sottoposto a carico di compressione in corrispondenza di un suo piano diametrale.

Si definisce deformazione di compressione a rottura per compressione diametrale l'accorciamento unitario del diametro del provino, provocato dal carico di rottura e misurato sul piano assiale di carico.

Si definisce deformazione di trazione indiretta a rottura per compressione diametrale l'allungamento unitario del diametro del provino, provocato dal carico di rottura e misurato sul piano assiale perpendicolare a quello di carico.

3 - CAMPO DI APPLICAZIONE

La prova si applica alle miscele di aggregati lapidei e bitumi semisolidi, normali e modificati, per usi stradali tra cui, in particolare, conglomerati bituminosi chiusi e aperti, nonché asfalti colati. Per eseguire la prova è possibile utilizzare sia provini confezionati in Laboratorio o in cantiere, che carote prelevate dalla pavimentazione.

Le temperature estreme di prova sono 10 °C e 40 °C e permettono di verificare la rispondenza ai criteri di qualificazione ed accettazione delle miscele bituminose in fase di caratterizzazione, di formulazione e di controllo.

Quando espressamente richiesto la prova può essere eseguita a temperature al di fuori del suddetto intervallo.

4 - APPARECCHIATURA DI PROVA

4.1 - Per il confezionamento dei provini vedi norma CNR B.U. n. 30 del 15.03.1973 (2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.9, 2.10, 2.12): determinazione della stabilità e dello scorrimento di miscele di bitume e inerti lapidei a mezzo dell'apparecchio Marshall.

4.2 - Stufa regolabile a temperature ≥25 °C con l'approssimazione di ± 1 °C.

4.3 - Refrigeratore regolabile a temperature ≥25 °C con l'approssimazione di ± 1 °C.

In alternativa un termocriostato con campo di temperature con le approssimazioni sopra indicate.

4.4 - Pressa meccanica o idraulica ad azione continua, di portata non minore ai 5000 daN, con velocità costante di avvicinamento dei piatti di 0,85 ±0,05 mm/s per le prove a 10 °C, per prove a temperature inferiori la velocità deve essere di 0,423 ± 0,05 mm/s.

Ove consentito dalla attrezzatura di prova è consigliabile per tutte le temperature l'impiego della velocità di 0,423 ± 0,05 mm/s.

4.5 - Anello dinamometrico munito di comparatore bloccabile per la misura del carico di rottura del provino, o di un dispositivo elettronico con indicazione numerica o grafica del carico massimo collegato ad un registratore, od a idonea strumentazione, per la misura e relativa registrazione dell'andamento del carico in funzione di una delle due deformazioni.

4.6 - Comparatore centesimale bloccabile per la misura al momento della rottura, dell'avvicinamento dei piatti della pressa, oppure una coppia di trasduttori differenziali muniti di centralina di condizionamento dei segnali collegati ad un registratore, od a idonea strumentazione, per la registrazione dell'andamento della deformazione verticale media, ed indicazione numerica o grafica del valore medio della deformazione del campione in corrispondenza del valore massimo del carico.

4.7 - Dispositivo per la misura della deformazione di trazione indiretta a rottura del provino il quale deve essere munito di due comparatori centesimali bloccabili in posizione diametralmente opposta, o di una coppia di estensimetri o di due trasduttori differenziali con centralina di condizionamento dei segnali, collegati ad un registratore, od a idonea strumentazione, per la registrazione dell'andamento della deformazione. Indicazione numerica o grafica del valore medio dell'allungamento medio del diametro del campione in corrispondenza del valore massimo del carico.

4.8 - Coppia di listelli in acciaio di 10 cm di lunghezza con sezione trasversale di 12,7 ± 0,1 mm di larghezza, spessore di 6,0 ± 0,1 mm e raggio di curvatura di 50,5 ± 0,1 mm.

5 - PRELEVAMENTO O PREPARAZIONE DEI CAMPIONI

La prova può essere effettuata sia su carote prelevate dalla pavimentazione che su provini preparati in Laboratorio o in cantiere.

Per le carote prelevate dalla pavimentazione la sezione nominale deve essere di almeno 78,5 cm² (diametro 101 ± 1 mm) e l'altezza di almeno il doppio della dimensione massima degli aggregati utilizzati.

5.1 - PRELEVAMENTO DELLE CAROTE

Il prelevamento delle carote da una pavimentazione bituminosa va effettuato con carotatrice, operando perpendicolarmente alla superficie dello strato interessato, ed avendo cura che le carote risultino indisturbate e di diametro costante.

Se una carota è formata da più di uno strato, il provino della miscela da esaminare deve essere ottenuto mediante taglio effettuato perpendicolarmente all'asse della carota per mezzo di una fresa a disco. Per le miscele relative a strati di usura, la zona superficiale della carota non deve essere asportata.

5.2 - PREPARAZIONE DEI PROVINI MARSHALL O DA PRESSA GIRATORIA

Vedi norma CNR B.U. n. 30 del 15.03.1973 o Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B.

5.3 - PROVINI DI ASFALTO COLATO

Per il loro confezionamento vedi norma tecnica di appalto specifica per giunti a tampone in asfalto colato.

6 - CONDIZIONI DI PROVA

Il dispositivo dinamometrico per la misura del carico di rottura deve avere una approssimazione minima di 5 daN per temperature a 40 °C e di 0,5 daN per temperature superiori. Il condizionamento dei campioni deve avvenire alla temperatura prefissata. Il tempo di prova per un tempo pari a 6 h; il condizionamento potrà essere valutato tramite una sonda (rilevatore di temperatura) comunque inserita all'interno di un provino confezionato con lo stesso materiale ed avente le stesse caratteristiche geometriche di quelli da sottoporre a prova. Il tempo intercorrente fra la rimozione del provino dall'ambiente di condizionamento termostatico e la relativa rottura non deve superare 60 s. La misura delle deformazioni diametrali alla rottura deve avere un'approssimazione di 0,01 mm.

7 - RIFERIMENTO PER LA CENTRATURA DEL CARICO

In mancanza di un idoneo dispositivo di centratura, si devono tracciare sulla superficie laterale del provino le rette che intercettano un piano diametrale lungo cui verrà applicato il carico. Tali rette risultano essere diametralmente opposte nel piano assiale verticale e ciascuna estremità deve essere unita su ogni base in modo da definire chiaramente il piano di carico.
La misura del diametro, con la precisione di un millimetro, deve avvenire in prossimità delle due estremità ed a metà altezza del provino nel piano assiale verticale contenente le rette diametralmente opposte. La media delle tre misure costituisce la misura del diametro sopraindicato. L'altezza dei provini va misurata su più punti, con la precisione di un millimetro, come distanza tra punti posti sulle rette diametrali individuate su ciascuna superficie di base. La media di tali misure darà il valore dell'altezza.

8 - ESECUZIONE DELLA PROVA

Dopo l'opportuno condizionamento termostatico collocare il provino, ben centrato, tra i piatti della pressa, in maniera tale che il suo asse risulti orizzontale e che l'asse del listello di carico superiore sia perfettamente parallelo a quello del listello inferiore ed entrambi siano contenuti nel piano verticale passante per l'asse del provino.

È opportuno applicare un carico minimo, sia per il bloccaggio dello snodo sferico della pressa di prova che per il bloccaggio del provino, in modo che quest'ultimo resti ben centrato, nonché per collegare, posizionare ed azzerare i dispositivi di misura e le relative strumentazioni per la determinazione del carico di rottura e delle deformazioni di compressione diametrale e di trazione indiretta.

Si applica il carico di compressione al provino con la velocità costante di deformazione prevista in funzione della temperatura di prova fino al raggiungimento della rottura del provino. In quel momento si bloccano i comparatori di misura del carico, delle deformazioni registrandone i relativi valori.

9 - NUMERO DEI CAMPIONI

9.1 - PROVINI MARSHALL DI CONGLOMERATO BITUMINOSO

Costipati a 75 colpi di maglio per faccia, alla temperatura di norma per quelli Marshall. A 100 rotazioni per quelli della Pressa Giratoria.

- In fase di caratterizzazione e di formulazione:
  N. 6 provini per temperatura, con almeno tre temperature (10-25-40 °C) per ogni percentuale di bitume esaminata (minimo quattro percentuali).
- In fase di controllo:
  N. 4 provini per temperatura, con almeno tre temperature (10-25-40 °C) per ogni controllo utilizzante i provini confezionati presso l'impianto di produzione.

9.2 - PROVINI MARSHALL DI ASFALTO COLATO

- In fase di caratterizzazione e formulazione: vedi punto 9.1.
- In fase di controllo: vedi punto 9.1.

9.3 - CAROTE PRELEVATE DALLA PAVIMENTAZIONE

In fase di controllo per ogni sezione trasversale occorre prelevare 3 carote per ogni temperatura di prova (almeno tre temperature (10-25-40 °C). Le carote, del diametro precedentemente indicato, da impiegare nella prova di trazione indiretta potranno essere ricavate in Laboratorio dalle carote direttamente prelevate dalla pavimentazione ed aventi diametro sensibilmente maggiore.

10 - ESPRESSIONE DEI RISULTATI

La resistenza a trazione indiretta "Rt", espressa in N/mm², deve essere calcolata attraverso la seguente espressione: $RT = (2P)/(\pi D h)$
dove:

P = carico massimo in N

D = dimensione in millimetri della sezione trasversale del provino

h = Lunghezza in millimetri della sezione longitudinale del provino

La resistenza si deve esprimere con l'approssimazione di 0,05 N/mm².

La deformazione unitaria di compressione a rottura (Dc/D) espressa come rapporto fra la deformazione a rottura Dc ed il diametro originario dei provini (D), con l'approssimazione della terza cifra decimale per le prove ai 10 °C e della quarta cifra decimale per quelle inferiori, risulta essere la media dei valori calcolati per i provini in esame. Deformazione unitaria di trazione indiretta a rottura (spanciamento) (Dt/D) deve essere calcolata ed espressa come quella di cui comma precedente. Il parametro di deformabilità di compressione a rottura, espresso in 0,5 mm^2/N, deve essere calcolato attraverso la seguente espressione:
$PDc = (Dc/D\ Rt)10^3$
Il parametro di deformabilità di compressione a rottura va espresso con l'approssimazione di 0,5 mm^2/N. Il parametro di deformabilità di trazione a rottura, espresso in mm^2/N, deve essere calcolato attraverso la seguente espressione: $PDt = (Dt/D\ Rt)\ 10^3$
Il parametro di deformabilità di trazione a rottura va espresso con l'approssimazione di 0,5 mm^2/N. Il coefficiente di trazione indiretta, espresso in N/mm^2 deve essere calcolato attraverso la seguente espressione:
$CTI = (\pi/2) \times (D\ Rt/Dc)$
Il coefficiente di trazione indiretta va espresso con l'approssimazione di 0,5 N/mm^2.

11 - RESOCONTO DI PROVA

Informazioni che devono accompagnare i certificati delle prove o eventuali relazioni tecniche sulle prove eseguite sui campioni:
a) - Tipo di miscela
b) - Tipo di legante o composizione del legante
c) - Temperatura di costipamento dei provini
d) - Numero dei colpi per faccia su ciascun provino
e) - Data di confezionamento o di prelievo dei provini
f) - Luogo di confezionamento o di prelievo dei provini
g) - Impresa
h) - Identificazione dei provini
i) - Se carote: Autostrada - Carreggiata - Corsia - n. Sezione
l) - Temperatura di prova
m) - Identificazione del responsabile dell'invio dei campioni
n) - Geometria dei campioni e massa volumica apparente
o) - Velocità della pressa durante la prova
p) - Resistenza a trazione indiretta
q) - Deformazione unitaria di compressione a rottura
r) - Deformazione unitaria di trazione a rottura
s) - Parametro di deformabilità di compressione a rottura
t) - Parametro di deformabilità di trazione a rottura
u) - Coefficiente di trazione indiretta
v) - Eventuali anomalie
z) - Osservazioni

ALLEGATO N. 2

DETERMINAZIONE DEL RITORNO ELASTICO DEI BITUMI MODIFICATI

(Prova basata sul metodo DIN. 52013)

- SCOPO DELLA PROVA

Questo metodo serve a valutare il ritorno elastico dei bitumi modificati mediante misure dirette ed effettuate in determinate condizioni di prova sui provini sottoposti a deformazione di trazione nell'apparecchio duttilimetro di cui alla Norma CNR BU n. 44 del 29.10.1974.

- APPARECCHIATURA DI PROVA

Si fa riferimento alla Norma CNR BU 44/74 con l'avvertenza che, alla temperatura di prova, la densità del bagno d'acqua del duttilimetro e quella del provino di bitume in esame (CNR BU n. 67 del 22.5.1978) devono essere praticamente uguali.

A tale scopo e all'occorrenza, la densità del liquido del bagno deve essere modificata additivando il bagno con alcool metilico o cloruro di sodio.

- PREPARAZIONE DEL CAMPIONE

Si rimanda alla norma CNR BU 44/74.

- TEMPERATURA DI PROVA

La prova può essere effettuata a qualsiasi temperatura compresa fra 5 °C e 25 °C, che va mantenuta costante per tutta la durata della prova stessa con tolleranza di ± 0.5 °C; normalmente viene adottata una delle seguenti temperature: 10 °C, 15 °C e 25 °C.

Nelle presenti Norme è stata scelta la temperatura di 25 °C.

- ESECUZIONE DELLA PROVA

Nel bagno d'acqua del duttilimetro, condizionato alla temperatura di prova, si assicurano gli anelli delle due ganasce del provino agli appositi attacchi e si procede al mutuo allontanamento delle ganasce con la velocità costante di 5 cm/min ±5%, fino ad un allungamento del provino pari a 2 ± 0.1 cm.

Si arresta allora il movimento di allungamento e si lascia riposare il provino per 5 min, quindi lo si taglia a metà con la forbice.

Dopo altri 60 min si misura il ritorno elastico R.E. che è dato dalla distanza formatasi fra le due estremità libere del provino, espresse in centimetri con l'approssimazione della prima cifra decimale.

La determinazione si considera normale ed il risultato accettabile, quando il provino di bitume fra le due ganasce, sia nella fase di allungamento che in quella di ritorno libero, non viene mai a contatto con la superficie o con il fondo del bagno del duttilimetro.

In difetto, la determinazione deve essere rifatta, dopo avere ulteriormente modificato la densità del liquido del bagno come indicato in precedenza, in modo che nessuna parte del provino salga in superficie o tocchi il fondo del bagno.

- ESPRESSIONE DEI RISULTATI

Per ogni determinazione normale, il ritorno elastico deve essere espresso come percentuale dell'allungamento del provino:

$$R.E. \% = 100\ R.E./20$$

Il risultato R.E. % della prova, è dato dalla media aritmetica dei valori ottenuti con tre determinazioni normali, purché la maggiore differenza fra questi valori non superi il 15% di tale media.

In caso contrario si deve ripetere la prova e se la discordanza persiste, si devono segnalare i 6 valori singoli e si assume come risultato della prova la media aritmetica dei 3 valori minori fra le 6 determinazioni normali effettuate.

Contestualmente al risultato deve essere precisata la temperatura alla quale la prova è stata eseguita.

ALLEGATO N. 3

PROVA DI VERIFICA DELLA STABILITÀ ALLO STOCCAGGIO A CALDO DI UN BITUME MODIFICATO

- SCOPO DELLA PROVA

Questo metodo di prova serve a valutare la stabilità di un bitume modificato allo stoccaggio a caldo e si effettua mediante la determinazione della differenza fra il punto di rammollimento P.A. del terzo superiore e quello del terzo inferiore di un provino cilindrico del bitume in esame, dopo averlo mantenuto per tre giorni alla temperatura massima di stoccaggio.

- APPARECCHIATURA DI PROVA

  - tubetti cilindrici di circa 3 cm di diametro e 16 cm di altezza, di alluminio sottile, pieghevole non verniciato.
  - stufa con regolazione termostatica fino a T=200 °C, con precisione di ± 1 °C.
  - freezer.
  - apparecchiatura per la determinazione del punto di rammollimento del bitume (CNR BU n.35/1973).

- PROCEDIMENTO

Dopo aver chiuso un tubetto ad una estremità stringendola e ripiegandola più volte per un totale di circa 3 cm in modo da ottenere un fondo piatto, si versa 75 g circa del bitume riscaldato alla temperatura minima di colabilità, evitando inclusioni di aria e si lascia raffreddare completamente; la parte superiore del tubetto viene allora stretta e piegata ripetutamente in maniera tale che in esso non rimanga praticamente più aria. Il tubetto preparato viene sistemato verticalmente nella stufa e mantenuto per 3 d alla temperatura massima di stoccaggio, corrispondente a quella massima di impiego e tipica per il bitume modificato in esame; al termine, si toglie il tubetto dalla stufa e, dopo raffreddamento a temperatura ambiente, lo si raffredda ulteriormente in freezer in modo che il provino di bitume possa essere separato dall'involucro di alluminio. Si taglia quindi il provino cilindrico di bitume perpendicolarmente al suo asse in tre parti di uguale altezza e si scarta quella centrale; sulle parti inferiori e superiori si determina separatamente il punto di rammollimento P.A. con la approssimazione della prima cifra decimale.

- ESPRESSIONE DEI RISULTATI

La stabilità allo stoccaggio a caldo è espressa dalla differenza fra i punti di rammollimento delle due parti estreme del provino.

- VALUTAZIONE DEI RISULTATI

Il bitume in esame si considera stabile allo stoccaggio a caldo se la succitata differenza non supera i 3 °C.

ALLEGATO N. 4

METODO DI PROVA PER LA DETERMINAZIONE DELLA PERCENTUALE IN PESO DI SOSTANZE OLEOSE TRATTENUTA DALL'ARGILLA TRATTATA

L'argilla trattata deve trattenere una quantità in peso compresa tra i 60 ÷ 80 Kg/m³ di sostanze oleose (percentuale in peso variabile tra il 20%÷ 25%). Tale valore deve essere misurato mediante il seguente metodo di controllo:

A) - Apparecchiatura e prodotti:

- becker da 400 cm³
- bacchetta di vetro

Soluzione del prodotto oleoso:

- 40 p.p. di bitume 80/100 sciolto in 60 p.p. di gasolio
- acqua distillata

B) - Metodo operativo:

- mettere nel becker 100 g di acqua distillata a 50 °C
- aggiungere 5 g del prodotto gasolio/bitume
- aggiungere 30 g di argilla trattata essiccata
- mescolare con bacchetta per 60 s.

C) - Calcolo dei risultati:

- Eliminare l'acqua e le eventuali sostanze oleose in sospensione per colaggio.
- Sia P1 il peso iniziale dell'argilla trattata essiccata.
- Sia P2 il peso dell'argilla trattata ricoperta dalla sostanza oleosa.
- La percentuale in peso di sostanza oleosa trattenuta è la seguente:

$$\%A = \frac{P2 - P1}{P1} \times 100$$

Nota alla prova: considerato che il prodotto è idrofugo ed il tempo di permanenza dell'argilla in acqua è molto breve, la percentuale di acqua assorbita durante la prova è irrilevante e non inficia i risultati ottenuti.

Art. 21 - Drenaggi

21.1.1 - Drenaggi tradizionali

I drenaggi dovranno essere formati con pietrame o ciottolame, con misto di fiume o di cava, con sabbia lavata o con materiale proveniente dagli scavi opportunamente frantumato, vagliato e lavato, posti in opera su platea di conglomerato cementizio di tipo III con classe di resistenza $\geq$ 20/25 MPa.

Il cunicolo drenante di fondo sarà realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti, con tubi perforati di acciaio zincato o con tubo corrugato e fessurato in PVC del diametro non inferiore a 180 mm.

Il pietrame e i ciottoli saranno posti in opera a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti, ponendo il materiale di maggiori dimensioni negli strati inferiori e quello fino negli strati superiori; si potrà intasare il drenaggio già costituito con sabbia lavata.

Il misto di fiume e la sabbia lavata da impiegare nella formazione dei drenaggi dovranno essere puliti ed esenti da materiali organici e coesivi, granulometricamente assortiti con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

La formazione e la configurazione finale dei drenaggi a tergo dei piedritti delle gallerie artificiali, saranno conformi a quanto previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori.

21.1.2 - Drenaggi a tergo di murature

Il drenaggio verticale a tergo di murature sarà realizzato con una stuoia drenante dello spessore non inferiore a 22 mm, avente anche funzione di cassero a perdere; sarà costituita da una struttura centrale tridimensionale drenante, in monofilamento di nylon resistente ai raggi U.V. ed allo schiacciamento, intrecciato e termosaldato nei punti di contatto; sarà accoppiata solidamente sulle facce ad un telo filtrante in geotessile dello spessore di 0,7 mm e ad un telo impermeabile in PVC dello spessore di 1 mm.

La stuoia di peso complessivo non inferiore a 2,4 kg/m^2 dovrà avere una capacità drenante alla pressione di 0,05 MPa non inferiore a 1,4 l/s per metro di larghezza. Il dreno sarà posto in opera in aderenza alla superficie della muratura, dovrà essere ben curata la giunzione dei teli con sormonti aventi una sovrapposizione non inferiore a 10 cm; al piede del drenaggio dovrà essere posto in opera un tubo corrugato e fessurato in PVC del diametro non inferiore a 80 mm per consentire l'allontanamento e lo scarico delle acque drenate.

21.2 - Drenaggi con filtro in geotessile non tessuto

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali della pavimentazione, gli stessi potranno essere realizzati con filtro laterale in geotessile non tessuto in polipropilene del peso non inferiore a 300 g/m^2, avente le caratteristiche indicate nelle presenti Norme.

I teli dovranno essere congiunti fra loro per sovrapposizione di almeno 30 cm e successiva graffatura.

La parte inferiore del geotessile, a contatto con il fondo del drenaggio e per una altezza di almeno 5 cm sui fianchi, dovrà essere impregnata con legante bituminoso tipo 180÷200 dato a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul geotessile) in ragione di almeno 2,0 Kg/m^2.

Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera del geotessile o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di geotessile necessaria ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità di drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Il cavo così rivestito sarà riempito con materiale lapideo pulito e vagliato, trattenuto al crivello 10 mm UNI, avente pezzatura massima di 70 mm.

Il materiale dovrà riempire tutta la cavità così da fare aderire il geotessile alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento si sovrapporrà il geotessile fuoriuscente in sommità e su di esso sarà eseguita una copertura in terra pressata.

Quando previsto in progetto, sul fondo del drenaggio dovrà essere fornita e posta in opera una tubazione in PVC od in acciaio zincato, microfessurata, per lo smaltimento delle acque.

21.3 - Drenaggi longitudinali con riempimento in conglomerato cementizio poroso (per pavimentazioni esistenti)

I drenaggi laterali delle pavimentazioni, ubicati secondo progetto, dovranno essere realizzati mediante uno scavo di larghezza non inferiore a 30 cm, eseguito con idonea fresatrice automatica.

Lo scavo dovrà raggiungere una profondità di almeno 30 cm, sotto il piano di posa dello strato di fondazione.

La profondità dello scavo dovrà essere variabile in modo da consentire lo scolo delle acque verso gli scarichi nel caso che la pendenza longitudinale della pavimentazione non sia sufficiente a garantire un rapido smaltimento delle acque (< 1,0%).

Sarà impiegato un filtro in geotessile non tessuto in polipropilene, del peso non inferiore a 300 g/m^2, aventi le stesse caratteristiche indicate nelle presenti Norme.

I teli dovranno essere congiunti fra loro per sovrapposizione di almeno 30 cm e successiva graffatura.

Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di geotessile necessaria ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità del drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

La parte inferiore del geotessile, a contatto con il fondo del drenaggio e per una altezza di almeno 5 cm sui fianchi, dovrà essere impregnata con legante

bituminoso tipo 180÷200 dato a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul geotessile) in ragione di almeno 2,0 Kg/m^2.

Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera del geotessile o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di geotessile necessaria ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità di drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Dopo la posa in opera e l'impermeabilizzazione del geotessile si porrà in opera il dispositivo drenante costituito da materassini in materiale sintetico non putrescibile rivestiti da geotessile non tessuto o da tubo corrugato microfessurato in PVC del diametro di 100 mm.

Sopra il dispositivo drenante sarà gettato conglomerato cementizio poroso, confezionato con cemento di tipo III o IV, avente le seguenti caratteristiche:

- resistenza cubica a compressione a 28 d di maturazione $\geq$ 10 MPa;
- permeabilità $\geq$ 2 cm/s;
- dimensione massima degli aggregati 4 cm.

Il conglomerato cementizio drenante dovrà riempire la cavità ed essere costipato mediante vibratore per fare aderire il geotessile alle pareti dello scavo.

Sul conglomerato cementizio si sovrapporranno i lembi del geotessile e su quest'ultimo sarà steso uno strato di conglomerato bituminoso di tipo chiuso (2% dei vuoti nella prova Marshall) dello spessore di 7 cm.

21.4 - Drenaggi delle cunette in trincea

I drenaggi sottostanti le cunette laterali nei tratti in trincea dovranno essere realizzati secondo le previsioni di progetto.

Lo scavo sarà rivestito con un filtro in geotessile non tessuto, per il quale si richiamano le prescrizioni di cui al precedente punto 21.2, per quanto attiene a caratteristiche, impermeabilizzazione del fondo e metodo di posa in opera.

La parte inferiore del geotessile, a contatto con il fondo del drenaggio e per una altezza di almeno 5 cm sui fianchi, dovrà essere impregnata con legante bituminoso tipo 180÷200 dato a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul geotessile) in ragione di almeno 2,0 Kg/m^2.

Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera del geotessile o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di geotessile necessaria ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità di drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Sul fondo, dopo la posa del filtro in geotessile, dovrà essere fornito e posto in opera uno strato di sabbia lavata dello spessore di 5 cm per l'allettamento del tubo di drenaggio. Quest'ultimo, in relazione alle previsioni di progetto, dovrà essere in acciaio zincato ondulato elicoidalmente e forato, o in PVC nervato e forato.

La tipologia e il diametro del tubo saranno quelli indicati in progetto; nella posa in opera le aperture saranno rivolte verso il basso in modo simmetrico rispetto alla generatrice inferiore del tubo.

Il riempimento finale del cavo sarà in misto di fiume o frantumato di cava. Tale materiale dovrà essere pulito ed esente da componenti organici e coesivi, granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

Il riempimento potrà essere realizzato con calcestruzzo poroso vibrato, confezionato con cemento di tipo III o IV, avente le seguenti caratteristiche:

- resistenza cubica a compressione a 28 d di maturazione $\geq$ 10 MPa;
- permeabilità $\geq$ 2 cm/s;
- dimensione massima degli aggregati 4 cm.

Il conglomerato cementizio drenante dovrà riempire la cavità ed essere costipato mediante vibratore per fare aderire il geotessile alle pareti dello scavo.

Effettuata la chiusura del cavo mediante il risvolto e la sovrapposizione dei due lembi del geotessile, il lembo superiore dovrà essere impregnato con legante bituminoso 180÷200 dato a caldo.

Sopra il drenaggio sarà realizzata la cunetta avente profilo e finitura conforme ai disegni di progetto.

21.5 - Schermi drenanti discontinui modulari

21.5.1 - Definizione

Si definisce schermo drenante discontinuo modulare una cortina di pozzi drenanti realizzati con la tecnica dei pali trivellati e collegati tra loro da una condotta di fondo per lo scarico a gravità delle acque drenate.

21.5.2 - Modalità esecutive dei pozzi

La perforazione dei pozzi sarà realizzata con attrezzature a percussione, a rotazione od a benna mordente, con impiego di speciali attrezzature anche fresanti per l'attraversamento di trovanti in roccia.

Dovrà essere eseguita a secco, o con impiego di tuboforma per il rivestimento del foro quando ciò sia reso necessario dalla particolare natura dei terreni, essendo assolutamente vietato l'impiego nella perforazione, dei fanghi bentonitici.

La condotta di fondo sarà realizzata calando sul fondo dei pozzi una speciale attrezzatura in grado di eseguire la perforazione dall'interno di un rivestimento metallico ø=1.200 mm, che potrà essere provvisorio o definitivo in relazione alla sottoelencata tipologia dei pozzi:

a - Pozzo drenante non ispezionabile, del diametro minimo di 1500 mm

b - Pozzo drenante ispezionabile, del diametro minimo di 1500 mm

c - Pozzo drenante ispezionabile con funzione strutturale, del diametro minimo di 2000 mm.

Di tutte le perforazioni eseguite dovrà essere fornito un rapportino indicante la data di inizio e di termine, la quota di testa e di fondo unitamente ad una descrizione stratigrafica dei terreni attraversati.

21.5.2.1 - Pozzo drenante non ispezionabile

Il pozzo dovrà avere diametro minimo di 1.500 mm.

Al termine della perforazione si dovrà provvedere alla impermeabilizzazione del fondo fino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo; si dovrà introdurre quindi una colonna metallica del diametro di 1200 mm con funzione di rivestimento provvisorio di sicurezza.

All'interno della colonna sarà calata sul fondo del pozzo l'attrezzatura per la perforazione della condotta di fondo, costituita da una sonda oleodinamica di ridotte dimensioni, montata all'interno di uno scudo metallico cilindrico, azionata da una centrale idraulica posta all'esterno del pozzo.

La perforazione della condotta di fondo dovrà essere eseguita adottando gli opportuni provvedimenti per garantire agli operatori condizioni di massima sicurezza.

A tale riguardo si precisa che dovranno essere installati, a cura e spese dell'Impresa:

- un ascensore di servizio;
- un impianto citofonico tra l'operatore sul fondo e quelli di superficie;
- un impianto per l'aggottamento continuo dell'acqua;
- un impianto di aerazione e ventilazione all'interno del pozzo.

Ad avvenuto completamento della perforazione sarà introdotto nel foro un tubo in PVC ondulato o grecato, ad elevato allungamento e flessibilità, avente diametro di 85/75 mm.

Detta tubazione deve essere continua ed attraversare anche il pozzo immersa nel materiale drenante; in questo tratto il tubo dovrà essere forato e rivestito con geotessile per la captazione delle acque drenate.

Sarà immesso quindi il materiale drenante provvedendo alla contemporanea estrazione della colonna provvisoria Ø=1200 mm ed eventualmente del tuboforma Ø=1500 mm.

Nelle operazioni di estrazione delle colonne si dovrà avere cura che le stesse rimangano sempre immerse nel materiale drenante così da evitare la contaminazione di quest'ultimo.

L'impermeabilizzazione di testa sarà costituita da un telo separatore in geotessile ed uno strato di conglomerato cementizio dello spessore di 50 cm ricoperto di terra vegetale.

21.5.2.2 - Pozzo drenante ispezionabile

Il pozzo avrà diametro minimo di 1.500 mm.

Al termine della perforazione si dovrà provvedere alla impermeabilizzazione del fondo fino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo; si porrà quindi in opera all'interno del foro un rivestimento definitivo costituito da una tubazione in lamiera zincata ondulata del diametro di 1.200 mm.

La corona anulare risultante tra le pareti del foro e la tubazione di rivestimento definitivo sarà riempita con materiale drenante.

In presenza di tuboforma, questo sarà estratto contemporaneamente alla immissione del materiale drenante, curando che rimanga sempre immerso nello stesso per impedirne la contaminazione.

Si procederà quindi alla perforazione, posa e collegamento della condotta di fondo in tubo PVC del diametro di 85/75 mm, in analogia a quanto riportato nel precedente punto 21.5.2.1.

Il pozzo sarà completato con l'impermeabilizzazione di testa mediante intasamento della corona anulare con conglomerato cementizio per l'altezza di 80 cm.

Si procederà infine alla copertura mediante chiusino carrabile costituito da una soletta in c.a. con inglobata una botola di accesso in ghisa, conforme a quanto indicato nelle presenti Norme Tecniche.

Quando previsto in progetto, il pozzo sarà dotato di scala in acciaio zincato a caldo, munita di gabbia di protezione e ancorata alla tubazione definitiva.

21.5.2.3 - Pozzo drenante ispezionabile con funzione strutturale

Il pozzo avrà diametro minimo di ø=2.000 mm; al termine della perforazione si dovrà provvedere alla impermeabilizzazione di fondo fino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo; si porrà quindi in opera all'interno del foro un rivestimento definitivo costituito da una tubazione in lamiera zincata ondulata del diametro di ø=1.800 mm.

La corona anulare risultante fra le pareti del foro e la tubazione di rivestimento definitivo ø=1.800 mm sarà riempito con materiale drenante.

In presenza di eventuale tuboforma, questo sarà estratto contemporaneamente alla immissione del materiale drenante, curando che rimanga sempre immerso nello stesso per impedirne la contaminazione.

All'interno della colonna ø=1.800 mm sarà fornita e posta in opera una seconda colonna in lamiera zincata ondulata del diametro di ø=1.200 mm.

La corona anulare risultante tra le due colonne metalliche sarà riempita per l'intera altezza con calcestruzzo di tipo III avente classe di resistenza $\geq$ 20/25 MPa, armato secondo le indicazioni di progetto.

Si procederà quindi alla perforazione, posa e collegamento della condotta di fondo in tubo PVC del diametro di 85/75 mm, in analogia a quanto già riportato nelle presenti Norme.

La captazione delle acque drenate dal pozzo sarà ottenuta mediante apertura nella corona anulare lamiera-calcestruzzo-lamiera, al di sopra della condotta di fondo, di almeno quattro fori disposti a croce e passanti anche la corona drenante, attrezzati con tubi PVC della lunghezza di almeno 50 cm e diametro 55 mm, forati e rivestiti con calza in geotessile.

Il pozzo sarà completato con l'impermeabilizzazione di testa mediante intasamento della corona anulare con conglomerato cementizio per l'altezza di 80 cm.

Si procederà infine alla copertura mediante chiusino carrabile costituito da una soletta in c.a. con inglobata una botola di accesso in ghisa, conforme a quanto indicato nelle presenti Norme Tecniche.

Il pozzo sarà dotato di scala in acciaio zincato a caldo, munita di gabbia di protezione e ancorata alla tubazione definitiva.

21.5.3 - Modalità esecutive della condotta di fondo

Relativamente alle modalità esecutive della condotta di fondo, oltre a quanto già descritto nel precedente punto 21.5.2.1, si puntualizza quanto segue:

- le cautele per conseguire condizioni di massima sicurezza per gli operatori in fase di perforazione e posa del tubo sono automaticamente connesse alla particolare natura del lavoro;
- la perforazione dovrà avere diametro minimo di 120 mm e dovrà essere eseguita in terreni di qualsiasi natura e consistenza, compresi trovanti, strati lapidei ecc., anche in presenza di acqua in pressione, utilizzando carotieri, tricono od altri utensili adeguati alle necessità;
- la perforazione guidata di precisione, orizzontale o suborizzontale, del diametro di 150 mm eseguita in terreni di qualsiasi natura e consistenza anche in presenza di acqua in pressione; avrà punto di arrivo obbligato, di lunghezza come indicata in progetto e sarà eseguita con sonda operante dall'esterno del pozzo.

  In caso di mancato intercettamento del punto di arrivo obbligato, l'Impresa è tenuta alla riperforazione.
- la tubazione in PVC dovrà avere diametro esterno di 85/75 mm ed essere ondulata o grecata ad elevato allungamento e flessibilità; dovrà essere forata e rivestita con geotessile nel tratto corrente all'interno dei pozzi drenanti; con giunzioni ad anello asimmetrico in gomma, compreso il bloccaggio mediante cementazione in corrispondenza dei punti di sbocco nei pozzi.

21.5.4 - Caratteristiche del materiale drenante

Il materiale drenante dovrà avere fuso granulometrico compreso fra 3÷25 mm con passante al vaglio 200 ASTM non superiore al 5%; dovrà essere lavato ed esente da materiali organici e coesivi.

Il controllo della granulometria sarà effettuato mediante analisi granulometriche predisposte a cura e spese dell'Impresa con frequenza di almeno una analisi ogni 100 m^3.

Art. 22 - Tubazioni, pozzetti, canalette, mantellate, cunette e fossi di guardia, cordonature, manufatti

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione Lavori.

(Ogni partita composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature; di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi).

Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Qualora la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

22.1 - Tubazioni

22.1.1 - Generalità

Le tubazioni per esalazioni, scariche e fognature saranno poste in opera:

a - per scarichi verticali:

incassate nelle murature o in vista ancorate alle strutture portanti mediante collari e/o staffe murate, saldate o imbullonate, compreso le opere murarie per l'apertura e chiusura di tracce, la realizzazione di eventuali fori per l'attraversamento di solai, l'inghisaggio di staffe, ecc.;

b - per scarichi sub-orizzontali:

sottopavimento: compreso le eventuali opere murarie per l'attraversamento di pareti o per incasso parziale nel solaio e per il raccordo allo scarico verticale;

interrate: la profondità di posa dei tubi dovrà essere almeno 0,80 m riferita alla generatrice superiore, se non diversamente indicata in progetto, ed in ogni caso sarà stabilita in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e sarà poi rinfiancato e ricoperto con lo stesso materiale per uno spessore non inferiore a 15 cm o rivestito in calcestruzzo, come da indicazioni di progetto.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dallo scavo stesso costipato per strati.

Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima della chiusura delle tracce o del rinterro.

22.1.2 - Tubi di P.V.C. rigido

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato, con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, del tipo 303 serie pesante secondo norme UNI 7447/87. Sarà interrata in un cavo delle dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto sarà rinfiancata con conglomerato cementizio, del tipo di fondazione con classe di resistenza $\geq$ 20/25 MPa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La Direzione Lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli, a cura e spese dell'Impresa, ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali inidonei.

I tubi in PVC, per scarichi verticali o esalazioni sono: rigido di tipo 302, secondo norme UNI 7443/85, con giunzioni a bicchiere sigillate a collante.

22.1.3 - Tubi di polietilene

Ad alta densità P.E.a.d., per pressione massima di esercizio di 0,4 MPa (PN 4), opportunamente stabilizzati per resistere all'invecchiamento, aventi caratteristiche conformi alle Norme UNI 7054, UNI 7613, UNI 7615, UNI 7616, per scarichi e fognature, compresi raccordi e pezzi speciali e gli oneri della formazione dei giunti che potranno essere saldati, incollati, a serraggio meccanico o flangiati. Tubi, raccordi e pezzi speciali dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. (Istituto Italiano Plastici) che ne garantisce la rispondenza alle norme UNI.

L'accatastamento dei tubi in P.E.a.d. deve essere effettuato in luogo riparato dai raggi solari su superfici che non presentino irregolarità tali da provocare

deformazioni dei tubi nel tempo; l'accatastamento non deve superare l'altezza di 2 m.

La profondità di posa dei tubi in P.E.a.d. dovrà essere almeno di 0,80 m riferita alla generatrice superiore ed in ogni caso sarà stabilita dalla Direzione Lavori, in funzione dei carichi dovuti alla circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e sarà poi rinfiancato e ricoperto con lo stesso materiale, per uno spessore non inferiore a 15 cm.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dello stesso scavo, costipato per strati.

Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima del rinterro.

Le giunzioni delle tubazioni in P.E.a.d. saranno eseguite secondo le modalità che seguono.

22.1.3.1 - Giunzioni per saldatura

Dovranno essere sempre eseguite da personale qualificato, con apparecchiature idonee ed in ambiente atmosferico tranquillo.

22.1.3.2 - Saldature testa a testa

Usate nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo quando quest'ultimo è predisposto in tal senso.

Prima di effettuare le operazioni inerenti alla saldatura, occorrerà fare in modo che tutte le generatrici del tubo siano alla medesima temperatura.

Per una perfetta saldatura il P.E.a.d. richiede:

- temperatura superficiale del termoelemento 473 K ± 10 K;
- tempo di riscaldamento variabile in relazione allo spessore;
- pressione in fase di riscaldamento, riferita alla superficie da saldare tale da assicurare il continuo contatto delle testate sulla piastra.

22.1.3.3 - Giunzioni elettrosaldabili

Eseguite riscaldando elettricamente il bicchiere in P.E.a.d. nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene; tali giunzioni sono consigliabili quando si devono unire due estremità di tubo che non possano essere rimosse dalla loro posizione.

22.1.3.4 - Giunzioni mediante serraggio meccanico

Possono essere utilizzate mediante i seguenti sistemi:

- **Giunti metallici.**

Esistono diversi tipi di giunti metallici a compressione i quali non effettuano il graffaggio del tubo sull'esterno (es. giunti GIBAULT) e quindi necessitano di una boccola interna.

Nel caso che il graffaggio sia effettuato sull'esterno del tubo non è indispensabile tale boccola.

- **Raccordi di materia plastica.**

Sono usati vari tipi di raccordi a compressione di materia plastica, nei quali la giunzione è effettuata con l'uso di un sistema di graffaggio sull'esterno del tubo.

22.1.3.5 - Giunzioni per flangiatura

Per la flangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali si usano flange scorrevoli infilate su collari saldabili in P.E.a.d..

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati dal fornitore dei tubi e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa.

Le flange saranno quindi collegate con bulloni o tiranti in acciaio inox di lunghezza appropriata.

A collegamento avvenuto flange e bulloni saranno convenientemente protetti contro la corrosione.

22.1.3.6 - Collegamento fra tubi in P.E.a.d. e tubazioni di altro materiale

Il collegamento fra tubi in P.E.a.d. in pressione e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale (grès, acciaio zincato, cemento, ecc.) avviene generalmente o con una giunzione mediante serraggio meccanico a mezzo flange o con collari a saldare predisposti su tubo.

In questi casi, data la diversità di caratteristiche fra le tubazioni, il collegamento avverrà entro pozzetto di ispezione.

Nella realizzazione delle giunzioni dovrà essere garantita la perfetta tenuta non solo al momento della posa, ma anche con le massime sollecitazioni ipotizzabili (assestamenti, variazioni termiche, passaggio d'automezzi pesanti ecc.).

22.1.3.7 - Tubi in polietilene flessibili, in rotoli od in barre per il passaggio di cavi in genere

Dovranno essere corrugati all'esterno e lisci all'interno, provvisti di sondino tirafilo metallico; i diametri saranno quelli previsti in progetto.

Le caratteristiche tecniche degli elementi in rotolo, dovranno essere le seguenti:

- resistenza all'urto con temperatura fino a 248 K: NFC 68-171;

- resistenza alla foratura con temperatura fino a 258 K: NFC 68-171;
- resistenza allo schiacciamento inferiore al 10% del diametro per 750 N di carico esercitato per dieci minuti: NFC 68-171;
- la flessibilità dovrà consentire l'esecuzione di curve con raggio pari a 15 volte il diametro del tubo.

I tubi saranno provvisti di manicotti di giunzione di appropriato diametro.

Gli elementi in barre, oltre ad avere le caratteristiche della tubazione in rotoli, dovranno rispettare le seguenti ulteriori caratteristiche:

- in assenza di giunto:
  . resistenza alla sconnessione superiore a 50 N: NFC 68-171;
- in presenza di giunto a tenuta stagna:
  . resistenza alla pressione interna $\geq$ 5 MPa: NFC 68-171;
  . resistenza alla sconnessione $\geq$ 100 N: NFC 68-171.

Gli elementi di giunzione saranno a bicchiere, suriniettati, traslucidi ed al fine di garantire la tenuta stagna del giunto, saranno dotati di guarnizione.

Le tubazioni, sia in barre che in rotoli, prima del ripristino del materiale scavato, saranno coperte da uno strato di protezione in conglomerato cementizio di tipo III avente classe di resistenza $\geq$ 25 MPa per uno spessore minimo di 10 cm.

Per il passaggio dei cavi dell'energia elettrica e/o telefonia, il tubo dovrà inoltre rispondere alle normative CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4, di colore blu (RAL 5002).

22.1.4 - Tubi in c.a.v.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- Classe di resistenza $\geq$ 20/25 MPa;
- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiancati; il conglomerato per la platea ed i rinfianchi sarà del tipo di fondazione avente classe di resistenza $\geq$ 20/25 MPa.

Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 Kg/m³ di cemento.

22.2 - Pozzetti, chiusini, griglie

22.2.1 - Pozzetti prefabbricati in c.a.v.

Il pozzetto prefabbricato in cemento armato vibrato ben stagionato, avente classe di resistenza ≥ 20/30 MPa, armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati, spessore delle pareti non inferiore a 6,5 cm, sarà posto in opera previa esecuzione di scavo in materia di qualsiasi natura e consistenza, su di una platea dello spessore di 15 cm in conglomerato cementizio avente classe di resistenza ≥ 15/20 MPa, completo di collegamento con le tubazioni in entrata ed uscita, della sifonatura con setto trasversale, degli anelli aggiuntivi per raggiungere le quote indicate in progetto e del chiusino battentato con caratteristiche come riportate successivamente.

22.2.2 - Pozzetti in muratura

Il pozzetto sarà eseguito con pareti in muratura di mattoni pieni a due teste previa esecuzione dello scavo in materie di qualsiasi natura e consistenza, della platea di fondo dello spessore di 15 cm in conglomerato cementizio avente classe di resistenza ≥ 15/20 MPa, completo di cordolo di coronamento dell'altezza di 12 cm in cemento armato avente classe di resistenza ≥ 25/30 MPa e dell'intonacatura interna con malta di cemento lisciata

22.2.3 - Chiusini e griglie

Completi di telaio, a chiusura battentata, saranno posti in opera su pozzetti e/o canalette o ancorati agli stessi.

Possono essere in:

- calcestruzzo avente classe di resistenza ≥ 25/30 MPa, armato con rete elettrosaldata di diametro e maglia adeguati; il telaio, nello stesso materiale, sarà allettato con malta cementizia;
- ghisa, di tipo carrabile; il telaio, nello stesso materiale, sarà ancorato al cordolo di sommità;
- manufatti in ferro profilato e/o lamiera in ferro striata, zincati a caldo o sabbiati e verniciati a tre mani con ciclo "D".

Saranno conformi alle norme UNI - EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono indicate negli elaborati di progetto.

22.3 - Canalette

- ad embrici

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente classe di resistenza ≥ 20/25 MPa, in elementi di 50/40x50x20 cm e spessore 5 cm, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro 24 mm e lunghezza non inferiore a 80 cm, infissi nel terreno per almeno 60 cm, in modo che sporgano almeno 20 cm. Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato. La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

- **per scambi di carreggiata**

Canaletta carrabile per la raccolta delle acque superficiali in corrispondenza degli scambi di carreggiata in curva, di sezione interna 20x35 cm, realizzata in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato avente classe di resistenza ≥ 25/30 MPa, con fondo, pareti e copertura dello spessore di 10 cm; la copertura munita di feritoie longitudinali di larghezza 5 cm; il tutto come da disegno di progetto.

Si procederà preliminarmente alla demolizione della sovrastruttura, allo scavo, alla realizzazione della platea di fondazione in conglomerato cementizio di tipo III avente classe di resistenza ≥ 20/25 MPa e spessore di 10 cm, alla sigillatura dei giunti con malta reoplastica premiscelata antiritiro.

La copertura dovrà essere conforme a quanto riportato precedentemente.

22.4 - Mantellate in lastre

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente classe di resistenza ≥ 20/25 MPa, in elementi di dimensioni di 50x25x5 cm.

La superficie in vista delle lastre dovrà risultare perfettamente piana e liscia; i bordi dovranno essere sagomati in modo da formare un giunto aperto su tutto il perimetro.

Si procederà preliminarmente alla regolarizzazione del piano di posa che dovrà essere accuratamente costipato e livellato, anche con apporto di sabbia; la posa in opera delle lastre dovrà procedere dal basso verso l'alto avendo cura di

ottenere fughe longitudinali e trasversali ben allineate, con giunti aperti verso l'alto, all'interno dei quali sarà posta l'armatura metallica costituita da barre del diametro di 6 mm in acciaio del tipo Fe B 32K, annegate nella malta di sigillatura dosata a 500 Kg/m³ di cemento.

La sigillatura dei giunti dovrà essere preceduta da abbondante bagnatura; la malta dovrà essere lisciata a cazzuola così da dare continuità alla superficie; durante i primi giorni la mantellata dovrà essere bagnata e se necessario ricoperta con stuoie.

I giunti di dilatazione dovranno essere realizzati ogni 4÷5 m, trasversalmente all'asse della mantellata; dovranno essere intasati con materiale bituminoso di appropriate caratteristiche, tale da aderire alle lastre e di non colare. In corrispondenza dei giunti di dilatazione dovrà essere interrotta la continuità dell'armatura metallica.

22.5 - Mantellate a grigliato articolato

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato avente classe di resistenza $\geq$ 25/30 MPa, armato con tondini di acciaio Fe B 32K del diametro non inferiore a 6 mm.

Gli elementi avranno superficie di circa 0,25 m² e dovranno essere muniti di naselli ad incastro a coda di rondine per ottenere una mantellata continua ma articolata, in grado di seguire eventuali assestamenti della superficie di posa.

Ciascun elemento avrà spessore di 9÷10 cm e peso di 30÷35 kg; dovrà presentare cavità a tutto spessore per circa il 35÷40% della sua superficie. Potranno essere richiesti elementi speciali provvisti di armatura rinforzata in corrispondenza degli incastri, da utilizzare dove siano prevedibili sforzi di trazione più accentuati.

In corrispondenza di superfici coniche dovranno essere forniti elementi di speciale sagomatura.

La posa in opera dovrà comprendere la regolarizzazione e costipamento del piano di posa, il riempimento della cavità con terra vegetale, la semina con idoneo miscuglio di erbe da prato perenni.

22.6 - Rivestimento per cunette e fossi di guardia

- **in elementi prefabbricati in c.a.v.**

  Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente classe di resistenza $\geq$ 25/30 MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo Fe B 38k, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a 3,00 Kg/m².

  Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale od a L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza pialla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m³ di cemento.

Posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

- **in conglomerato cementizio, gettato in opera**

  Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio di tipo II con classe di resistenza $\geq$ 25/30 MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

- **in muratura di pietrame**

  Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m^3 di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

  Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

22.7 - Cordonature

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente classe di resistenza $\geq$ 25/30 MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.

Saranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente classe di resistenza $\geq$ 20/25 MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 Kg/m^3 di cemento che sarà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

22.8 - Varo di manufatto scatolare

Il varo a spinta del manufatto, da realizzare nel corpo del rilevato dell'autostrada, sarà eseguito come indicato nei disegni delle fasi esecutive.

Il posizionamento del manufatto in c.a., delle dimensioni ed una lunghezza di traslazione come da progetto, comprende:

- carico, scarico e trasporto da e per il cantiere di tutti i macchinari ed attrezzature di spinta;
- tracciamenti, installazione dei capisaldi e punti di livello, controllo altimetrico d'origine e controllo elettromeccanico della piattaforma autocentrante;
- utilizzo dell'attrezzatura e dei macchinari di spinta comprendente noli, mano d'opera, forza motrice, lubrificanti dei macchinari e materiali di consumo;

- sorveglianza continua durante tutte le fasi di varo da parte di tecnici specializzati;
- utilizzo di puntoni e travi in ferro per lo spostamento dei punti d'appoggio dei martinetti;
- fornitura, posa ed ancoraggio dinamico di lamiera antitrascinamento;
- sospensioni, soste e tempi morti di macchinario, attrezzatura e personale;
- opere provvisionali di qualsiasi tipo compreso la formazione e rimozione della platea di varo e dei muri reggispinta;
- qualsiasi altro onere afferente la traslazione del manufatto nella posizione definitiva indicata in progetto;
- impermeabilizzazione a completo avvolgimento di manufatto in calcestruzzo prefabbricato, costituita da manto impermeabile formato da un doppio strato di cartone Kraft biodegradabile, di spessore 4,7 mm, riempito con circa 5 kg/m² di bentonite di sodio naturale additivata con polimeri resistenti agli agenti contaminanti.

  La protezione del manto impermeabile dovrà essere assicurata mediante lamierino d'acciaio di spessore non inferiore a 3/10 mm, fissato con chiodi in acciaio posti ad interasse non maggiore di 100 cm.

22.9 - Vasche settiche tipo IMHOFF

Dovranno essere del tipo ritenuto idoneo ed approvato preventivamente dalla Direzione Lavori, atte alla chiarificazione delle acque trattate, nonché alla trasformazione biologica del fango depositato, nel pieno rispetto della Legge 10.5.1976 n. 319 e successive modifiche e/o integrazioni.

Ogni vasca dovrà essere suddivisa in due distinti comparti destinati, rispettivamente, il primo alla sedimentazione dei fanghi ed il secondo alla loro fermentazione e digestione.

Saranno costituite da elementi cilindrici componibili prefabbricati in cemento armato vibrocompresso, impermeabilizzato, avente Rck non inferiore a 25 MPa con pareti e fondo dello spessore minimo da 5÷10 cm, spessore che dovrà essere rapportato alla capacità della vasca, la quale dovrà essere completa di:

- setti separatori ubicati in modo tale da permettere la separazione ed ossidazione dei fanghi;
- copertura carrabile in cemento armato, avente classe di resistenza $\geq$ 25/30 MPa, di adeguato spessore con chiusini battentati per ispezione ed aspirazione dei fanghi.

Dovranno essere poste in opera su fondazione in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento per metro cubo, dello spessore minimo di 30 cm, con i giunti sigillati con malta di cemento; raccordate in entrata e in uscita e riempite di acqua, prima della loro entrata in funzione, con aggiunta di calce spenta secondo le

indicazioni della Direzione Lavori. La capacità e le dimensioni saranno conformi a quanto previsto negli elaborati di progetto.

Il cloratore delle acque nere, realizzato in materiale plastico non soggetto alla corrosione, dovrà essere di dimensioni tali da garantire il funzionamento dell'impianto in relazione alla capacità della fossa e sarà composto da bilanciere cilindrico munito di contenitore di cloro, galleggiante, tubazioni di collegamento, serbatoio di alimentazione in plastica della capacità di almeno 40 l, dato in opera interrato in apposito vano.

22.10 - Sifone di cacciata tipo contarino

In ghisa del diametro nominale di 100 mm, installato entro apposito pozzetto, atto all'adescamento automatico per lo stramazzo dell'acqua nella fognatura quando il livello nel pozzetto raggiunge l'altezza del tubetto piezometrico di innesco.

Dato in opera completo di campana, di tubetto piezometrico, di flange, bulloni, guarnizioni e raccordi.

22.11 - Impianti di depurazione ad ossidazione totale

Trattasi di impianti per il trattamento e la depurazione biologica delle acque di scarico civili, con il metodo a fanghi attivi ad ossidazione totale atti ad assicurare in uscita i limiti fissati dalla Tab. A della Legge 10.5.76 n. 319.

Gli impianti dovranno essere costituiti essenzialmente da:

- vasca prefabbricata monolitica con copertura carrabile in cemento armato vibrato avente classe di resistenza non inferiore a 20/25 MPa ed impermeabilizzato mediante aggiunta nell'impasto di additivo idrorepellente, suddivisa con setti separatori nei tre comparti di predecantazione, ossidazione biologica, decantazione fanghi attivi; compresi allacciamenti in entrata e in uscita;
- cabina di manovra prefabbricata in cemento armato vibrato avente classe di resistenza non inferiore a 25 MPa, della dimensione in pianta di circa 2,25 m^2 ed altezza di almeno 2,00 m;
- tre pozzetti di ispezione ai comparti della vasca, prefabbricati in cemento armato vibrato aventi classe di resistenza non inferiore a 20/25 MPa, completi di relativi chiusini carrabili in ghisa;
- un pozzetto filtro prefabbricato in cemento armato vibrato avente classe di resistenza non inferiore a 20/25 MPa, completo di chiusino carrabile in ghisa contenente griglia a cestello del tipo estraibile, in acciaio inossidabile, completo di catena e staffe di supporto sempre in acciaio inossidabile; ubicato a monte del vano di decantazione.

All'interno della vasca dovranno essere fornite e poste in opera le seguenti apparecchiature:

a) nel comparto di ossidazione:

- blocchi di insufflazione composti da diffusori, micronizzatori d'aria in poliestere espanso ad alta densità, completi di supporto, collegati alla apparecchiatura elettrosoffiante mediante condotta in PVC completa di curve, raccordi e pezzi speciali;
- estrattore idropneumatico dei fanghi di ricircolo, in tubo di PVC allacciato alla mandata dell'aria compressa con tubazioni di polietilene, compresa saracinesca di regolazione del flusso;

b) nel vano di sedimentazione:

- skimmer delle materie galleggianti, in tubo PVC, compreso raccordo all'aria compressa in tubo di polietilene, giunto di collegamento alla tubazione di mandata e saracinesca di regolazione del flusso;
- stramazzo dentato di sfioro completo di paraschiuma e canaletta in PVC rigido compresi accessori di posa.

All'interno della cabina di manovra dovranno essere forniti e posti in opera:

- una apparecchiatura elettrosoffiante centrifuga di potenzialità adeguata alla capacità dell'impianto a canali laterali, particolarmente silenziosa, per la produzione dell'aria compressa;
- quadro elettrico di comando, realizzato a norma CEI, con sportello munito di chiusura a chiave, allacciato alla linea di alimentazione e contenente interruttore generale, teleruttore, relais termico, timer programmatore del funzionamento dell'elettrosoffiante, spie di segnalazione, funzionamento e blocco, cablaggi e materiali di consumo.

Capacità e potenzialità secondo le indicazioni di progetto.

22.12 - Disoleatore

(Per ricovero automezzi, stazione di lavaggio, officine ecc.)

Trattasi di impianto atto alle separazione e al recupero degli oli e dei grassi contenuti nelle acque di scarico industriali.

Costituito da una vasca monolitica prefabbricata in cemento armato vibrato e impermeabilizzato, con setti separatori, avente classe di resistenza non inferiore a 20/25 MPa con copertura carrabile munita di due chiusini in ghisa battentati per ispezione ed aspirazione fanghi, di capacità adeguata a contenere l'accumulo per almeno 180 d e non inferiore a 1.500 l.

Inoltre sarà eseguito un pozzetto in cemento armato vibrato con le caratteristiche di cui sopra per la raccolta di oli e grassi.

Vasca e pozzetto sono dimensionati in funzione della portata degli scarichi da trattare; nel dimensionamento del pozzetto, in particolare, è considerato anche il prelievo dei materiali raccolti a cadenza semestrale.

All'interno della vasca sarà posto un setto separatore per il deposito di morchie e fanghi; un'apposito apparato di sfioro ubicato sempre all'interno della vasca provvederà alla separazione di oli e grassi per convogliarli nel pozzetto di raccolta.

Il disoleatore sarà munito dei necessari filtri, delle tubazioni di collegamento e raccordo, nonché dei collegamenti in entrata e in uscita.

(Per trattamento acque meteoriche di piazzale)

Trattasi di impianto atto a garantire la separazione di liquidi leggeri non emulsionati (oli minerali, idrocarburi, ecc.) nel rispetto della tabella "A" di cui alla legge n. 319 del 10.05.76.

L'impianto sarà realizzato secondo i disegni di progetto e costituito essenzialmente da:

- bacino prefabbricato monoblocco in c.a.v. (scolmatore), per la raccolta e decantazione delle acque di prima pioggia provenienti dal piazzale;
- bacino/i prefabbricato/i monoblocco in c.a.v. per la separazione degli oli, contenente: scomparto per la decantazione delle acque di adeguata capacità; n. 3 carter di calma in acciaio inox AISI 304; dispositivo dotato di speciale otturatore a galleggiante per la separazione oli; scomparto di accumulo oli; filtro oleo-assorbente a coalescenza di adeguate dimensioni;
- coperchi dei bacini del tipo carrabile in c.a.v. muniti di botole per ispezione, saranno conformi alle norme UNI - EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

  Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

  Tutti i coperchi e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

Dato in opera completo di sigillature delle giunzioni e dei coperchi con malta reoplastica; tubazioni di collegamento tra i bacini in PVC; l'allacciamento alle tubazioni di arrivo e di scarico; certificazione di conformità degli enti preposti; la platea di fondazione in calcestruzzo ed eventuali prolunghe per botole di ispezione.

22.13 - Canne fumarie

Saranno del tipo a doppia parete:

- in cotto con innesti sigillati a cemento;
- ad intercapedine in calcestruzzo ad alta resistenza confezionato con argilla espansa;

- in elementi prefabbricati modulari a sezione circolare, del diametro interno di 25 cm, realizzati con lamiere in acciaio inox AISI 316, dello spessore di 0,4 mm, con intercapedine di 25 mm riempita con lana minerale della densità di 165 kg/m³;

di dimensioni secondo le indicazioni di progetto, nel rispetto del regolamento emanato in esecuzione della legge 13.7.1966 n. 615 (D.P.R. 24.10.1967 n. 1.288 e successivi aggiornamenti).

Al piede della canna fumaria dev'essere costituita una camera per la raccolta e lo scarico dei materiali solidi, nella cui parte inferiore dev'essere praticata un'apertura munita di sportello metallico a doppia parete di chiusura, a tenuta d'aria, per l'estrazione dei depositi e l'ispezione della canna.

La superficie utile in pianta della camera dev'essere pari ad 1,5 volte quella interna della canna; l'altezza della camera non dev'essere inferiore ad 1/30 dell'altezza della canna fumaria sovrastante, con un minimo di 0,50 m.

In sommità della canna fumaria dovrà essere fornito e posto in opera un diffusore ad aspirazione statica.

Sulla canna dovrà inoltre essere predisposta una placca metallica con due fori muniti di sportelli per il prelievo di campioni e il rilevamento della temperatura dei fumi.

La lavorazione sarà completata dalla fornitura e posa in opera dei ferri di ancoraggio alle strutture, dei pezzi speciali, nonché le opere murarie.

22.14 - Canalette prefabbricate con griglie in ghisa

Canaletta prefabbricata in calcestruzzo di poliestere, di dimensioni interne non inferiore a 20 cm di larghezza e 10 cm di altezza, con superficie interna liscia, resistente agli oli ed ai grassi, completa di griglia a fessure in ghisa, con classe C 250, fissata alla canaletta mediante viti e barrette.

Data in opera completa di:

- platea in conglomerato cementizio avente classe di resistenza $\geq$ 15/20 MPa, di spessore non inferiore a 10 cm;
- rinfianco di almeno 20 cm di spessore, opportunamente vibrato, in conglomerato cementizio avente Rck $\geq$ 20 MPa;
- testate di chiusura;
- raccordo alla rete di smaltimento acque.

22.15 - Impianto di sollevamento acque nere

Costituito essenzialmente da:

- n. 2 elettropompe sommergibili trifasi, con corpo pompa in ghisa, motore e albero in acciaio inox, di potenza, portata e prevalenza come da indicazioni progettuali;

- n. 2 dispositivi di sollevamento pompe composto da piede di appoggio con gomito di mandata, coppia di tubi guida in acciaio zincato, completo di catena in acciaio;
- n. 1 quadro elettrico stagno, adatto per comando manuale ed automatico, di n. 2 pompe trifasi di drenaggio, potenza come da indicazioni progettuali;
- n. 4 interruttori a galleggiante, del tipo ad ampolla di mercurio, adatto per acque cariche;
- n. 1 gruppo allarme con sirena.

Dato in opera comprese opere murarie, collegamenti elettrici ed idraulici, ogni altra prestazione fornitura ed onere per dare l'impianto completo e funzionante.

Art. 23 - Controsoffitti

23.1 - In pannelli ad impasto gessoso

Costituiti da pannelli modulari piani accostati e realizzati con impasto gessoso opportunamente fibrato, delle dimensioni di 60x60 cm e spessore minimo 3 cm, dotati sui bordi di speciale incastro atto a consentire una rapida movimentazione, aventi resistenza al fuoco di 45 min.

Il pannello sarà dotato d'armatura portante non in vista, costituita da profilati d'acciaio zincato a T e relativi distanziatori, fissati alle strutture portanti mediante tiranti rigidi regolabili in tondino d'acciaio zincato del diametro di 4 mm con molla e sarà rifinito con speciale coprifilo perimetrale in profilato d'alluminio d'adeguata sezione anodizzato o verniciato.

Come da prescrizione di progetto, sono richiesti pannelli a superficie in vista liscia; o pannelli fonoassorbenti con superfici in vista forata, con foratura regolare o irregolare, muniti di materassino in lana di vetro incorporato e protetto da una lamina in alluminio.

23.2 - In pannelli di fibre minerali

Costituiti da pannelli piani del tipo acustico decorativo con resistenza al fuoco di 120 min, idonei per essere installati in ambienti ad alto tasso d'umidità, realizzati con fibre minerali selezionate disposte a strati incrociati e trattate in forno ad alta temperatura; avranno dimensioni modulari 60x60 cm e spessore minimo di 15 mm; la superficie in vista finita con tre mani di tinta bianca lavabile.

Montati su orditura di sostegno costituita da profilati a T d'acciaio zincato verniciati a forno di colore bianco, posti in vista e formanti un reticolo delle dimensioni dei pannelli, ancorati alle strutture portanti mediante tiranti rigidi regolabili in tondini d'acciaio zincato del diametro di 4 mm con molla; forniti di speciale coprifilo perimetrale in profilato d'alluminio d'adeguata sezione anodizzato o verniciato.

23.3 - In pannelli di lamierino d'alluminio

Costituiti da pannelli modulari fonoassorbenti in lamierino d'alluminio di dimensioni 60x60 cm, dello spessore minimo di 0,5 mm a superficie forata, verniciati con smalto vinilico polimerizzato a forno di colore previsto in progetto.

Ogni pannello sarà scatolato con i bordi sagomati per il montaggio accostato, compreso un materassino dello spessore di 3 cm di lana di vetro a fibra lunga imbustato in sacchetto di polietilene sigillato a caldo, posto nella parte superiore.

I pannelli saranno posti in opera, sospesi mediante clips a scatto d'acciaio zincato, su orditura di sostegno in tubi d'acciaio trattati con vernice anticorrosiva, ancorati alle strutture portanti mediante tiranti rigidi regolabili in tondino d'acciaio zincato del diametro di 4 mm con molla.

Il controsoffitto così realizzato sarà rifinito perimetralmente da speciale coprifilo in profilato d'alluminio, d'adeguata sezione, anodizzato o verniciato.

23.4 - In elementi modulari a cielo aperto

Costituiti da elementi modulari in fibre minerali selezionate e compresse, d'altezza minima 16 cm e spessore minimo 1,5 cm, rifiniti con una mano d'imprimitura e due mani di pittura acrilica bianca, aventi resistenza al fuoco di 90 min.

Gli elementi saranno posti in opera in posizione verticale accoppiati dorso contro dorso, formanti una struttura alveolare a cielo aperto a maglia quadra di 60x60 cm, su orditura a maglia costituita da speciali profilati d'acciaio zincato sagomati ad omega e verniciati a forno in colore bianco.

Il fissaggio dell'orditura alle strutture portanti sarà realizzato mediante tiranti rigidi regolabili in tondino d'acciaio zincato ø=4 mm con molla, da staffe a più vie d'ancoraggi e da artigli ferma pannelli. La lavorazione sarà completata dalla messa in opera di un pannello corrente sull'intero perimetro del controsoffitto.

23.5 - In doghe d'alluminio

Saranno del tipo modulare piano, realizzati con doghe in profilato d'alluminio dello spessore minimo di 0,5 mm, preverniciate a forno nel colore previsto in progetto, con bordi sagomati.

In progetto può essere previsto l'utilizzo di doghe normali e/o forate fonoassorbenti, queste ultime con sovrastante materassino in lana di vetro a strisce della larghezza delle doghe e dello spessore di 3 cm.

Saranno poste in opera a scuretto aperto di 15 mm, montate con aggancio rapido su orditura portante costituita da traverse d'acciaio zincato verniciate in colore nero, fissata alle strutture portanti mediante pendinatura in barrette regolabili d'acciaio zincato e stabilizzata alle pareti perimetrali.

Sarà rifinito perimetralmente con uno speciale coprifilo in alluminio, d'adeguata sezione, anodizzato o verniciato.

23.6 - In lastre di gesso cartonato su intelaiatura portante

Le lastre avranno uno spessore minimo di 13 mm; saranno applicate a vite, su un'intelaiatura portante realizzata con profilati d'acciaio zincato rullati a freddo; l'intradosso del soffitto dovrà essere rifinito con rasatura e stuccatura dei giunti.

23.7 - In tavolato d'abete

Sarà realizzato in tavolato d'abete, piallato e maschiettato, dello spessore di 22 mm, lavorato e posto in opera su apposita struttura di sostegno d'acciaio zincato, per la realizzazione di pannellature preassemblate come da progetto; comprese le viti di fissaggio, le guarnizioni perimetrali in dutral, il trattamento con due mani d'impregnante trasparente ed una mano di vernice poliuretanica trasparente e quant'altro occorre.

Il ciclo di trattamento sarà preceduto dalla preparazione del supporto mediante stuccatura, rasatura e carteggiatura.

23.8 - Controsoffitto tagliafuoco

Costituito da pannelli in calcio silicato del tipo isolante termico e acustico, avente reazione al fuoco di classe 0 e reazione al fuoco 180 min, delle dimensioni modulari di 60x60 cm e spessore minimo 25 mm con bordi sagomati per l'incastro dell'orditura, idonei per essere installati anche in ambienti ad alto tasso d'umidità; la superficie in vista finita con tre mani di tinta lavabile.

L'orditura di sostegno reticolare a vista, dovrà essere realizzata in profilati a T d'acciaio zincato e verniciato, ancorata alle strutture portanti con tiranti rigidi regolabili.

Art. 24 - Coperture

24.1 - Norme generali

Le coperture saranno eseguite con lastre e pannelli aventi misure commerciali idonee per ottenere il miglior risultato estetico e funzionale nonché lunghezza corrispondente a quella delle rispettive falde.

Quando, per esigenze di trasporto od altro, non fosse possibile avere lastre di tale lunghezza la sovrapposizione dovrà essere di almeno 15 cm.

Le sovrapposizioni laterali saranno di almeno due onde; in zone particolarmente ventose il senso di posa dovrà essere contrario a quello del vento dominante.

Lastre e pannelli dovranno essere fissati alle strutture portanti con sistemi atti a garantire l'aderenza ed impedire deformazioni, pur consentendo i movimenti di dilatazione.

Le coperture dovranno essere complete di converse, scossaline frontali e laterali, colmi, raccordi; ancorate su un'orditura di listelli di legno fissati alle strutture portanti mediante bulloneria e accessori vari di fissaggio, ecc..

I pezzi speciali (comignoli, esalatori, ecc.) dovranno possibilmente essere forniti dagli stessi produttori delle lastre o pannelli; in mancanza saranno preparati in lamiera zincata o in rame, secondo le previsioni progettuali.

24.2 - In lastre ondulate di fibrocemento

Saranno realizzate con lastre ondulate conformi alle vigenti norme UNI, dello spessore minimo di 6 mm ed altezza d'onda non superiore a 5 cm poste in opera su orditura di listelli di legno abete di sezione minima 6x3 cm, posti ad interasse non superiore a 1,00 m, bitumati e fissati con opportuna tecnica (malta cementizia, bullonatura, ecc.) alla struttura portante.

Le lastre saranno fissate con viti di ferro zincato e rondelle in materiale plastico, passanti in fori eseguiti col trapano ed il cui diametro sarà maggiore di quello della vite per consentire eventuali piccoli spostamenti dovuti alla dilatazione.

24.3 - In lastre nervate d’alluminio

Le lastre saranno del tipo a sezione trapezoidale o semiesagonale d’alluminio primario ALP 99,5 (UNI 4507) di qualità cruda, con spessore minimo di 0,7 mm e peso non inferiore a 1,850 kg/m².

L'altezza delle nervature sarà di 38 mm con una tolleranza massima di ±2 mm.

La posa in opera su orditura di listelli di legno abete, posti ad interasse non superiore a 1,00 m, bitumati e fissati alla struttura portante con malta cementizia.

Il fissaggio delle lastre sarà eseguito di norma mediante viti di ferro zincato o cadmiato o in lega leggera non contenente rame con interposta rondella d’alluminio ricotto oltre ad una rondella o feltro bitumato per la tenuta del foro all'acqua.

Le viti debbono essere applicate nella sommità delle nervature e serrate fino a comprimere le rondelle senza deformare le nervature stesse.

Di norma il numero delle viti non dovrà essere inferiore ad una ogni metro quadrato di copertura e di una ogni onda ai bordi di colmo e di gronda.

Nelle sovrapposizioni dovranno essere eseguite cuciture con viti autofilettanti, in lega leggera, serrate fino al perfetto combaciamento delle due lastre.

Potranno essere usate anche modalità diverse d’ancoraggio, che evitino il perforamento della lamiera, con sistemi a gancio sottolastra o con profilati speciali in alluminio crudo.

Per ciascuno di questi dovrà essere chiesta preventiva approvazione alla Direzione Lavori.

Resta comunque inteso che qualunque sia il sistema adottato, questo dovrà garantire la totale sicurezza dell'ancoraggio in relazione ai carichi applicati ed in rapporto all'azione del vento.

Una opportuna tecnica di montaggio, inoltre, dovrà sempre evitare le saldature, ma se queste non potranno essere sostituite, sarà opportuno eseguirle con sistemi elettrici od autogeni adeguati, escludendo assolutamente saldature dolci a bassa temperatura con uso di leghe a base di piombo, stagno od ottone.

Dovrà essere evitato nel modo più scrupoloso il contatto dell'alluminio con la malta o con metalli pesanti (piombo, rame, bronzo, ecc.), anche in tracce lasciate da inadeguati attrezzi di lavoro, poiché potrebbero dar luogo a rapido deterioramento in presenza d'umidità.

I listelli dell'orditura saranno rivestiti con liste di cartonfeltro bitumato, esente da catrame, fenoli e non sabbiato.

In alternativa il progetto può prevedere la posa in opera su orditura d'acciaio zincato, fissata con cavallotti e bulloneria rispettando i passi e norme del fissaggio su listelli di legno.

L'orditura d'acciaio non zincata dovrà, prima della posa in opera delle lastre, essere spalmata con vernice a base bituminosa o ricoperta con strisce di plastica autoadesive.

Le lastre dovranno essere immagazzinate isolandole dal suolo con tavole di legno e proteggendole da spolveri di cemento, calce e da altri composti chimici.

Si dovrà inoltre proibire durante la posa in opera l'uso di scarpe chiodate, sostituendole con calzari di gomma e disporre tavole trasversali sulla copertura di modo che gli operai possano muoversi senza causare ammaccature alle ondulazioni.

Sarà diritto della Direzione Lavori il non accettare e pretendere dall'Impresa la sostituzione, con tutti gli oneri da questa derivanti, di quelle lastre che per qualsiasi motivo risultassero danneggiate o non idonee.

24.4 - In pannelli Sandwich autoportanti

I pannelli avranno dimensioni trasversali modulari secondo le esigenze di progetto e saranno costituiti da due lamiere d'acciaio zincato sistema Sendzimir, preverniciate, dello spessore di 0,6 mm.

La lastra superiore può essere prevista in progetto in rame, dello stesso spessore.

Le due lamiere racchiudono uno strato di materiale isolante in schiuma poliuretanica autoestinguente della densità minima di 40 kg/m³.

La lamiera superiore avrà una grecatura conformata in modo da garantire la resistenza alle sollecitazioni previste; le nervature dovranno avere altezza non

inferiore a 35 mm, con un rapporto, nel senso trasversale, tra sviluppo effettivo e larghezza di lastra, pari a circa 1,3.

La giunzione tra i pannelli sarà realizzata in modo da garantire la perfetta impermeabilità all'acqua e sarà dotata di guarnizione continua di tenuta inserita in opera o in fase di produzione.

Il fissaggio dei pannelli alle strutture sarà effettuato per mezzo di viti zincate autofilettanti o automaschianti dotate di rondella in P.V.C. e sarà completato con l'inserimento di un cappellotto munito di relativa guarnizione.

24.5 - In lastre di lamiera grecata

Le lastre saranno in acciaio zincato a caldo col sistema Sendzimir; avranno spessore minimo di 1,2 mm ed un rapporto tra sviluppo effettivo e larghezza di lastra, misurato in senso trasversale, pari a 1,6÷1,7.

Saranno fissate alla struttura portante metallica mediante cavallotti e viti, compresi pezzi speciali, lattonerie per colmi, converse e scossaline, guarnizioni e quanto altro necessario.

Il fissaggio delle lastre sarà eseguito di norma mediante viti di ferro zincato o cadmiato o in lega leggera non contenente rame con interposta rondella d'alluminio ricotto oltre ad una rondella o feltro bitumato per la tenuta del foro all'acqua.

Le viti debbono essere applicate nella sommità delle nervature e serrate fino a comprimere le rondelle senza deformare le nervature stesse.

Di norma il numero delle viti non dovrà essere inferiore ad una ogni metro quadrato di copertura e di una ogni onda ai bordi di colmo e di gronda.

24.6 - In lastre di metacrilato

Le lastre piane avranno uno spessore di 6 mm e potranno essere curvate per manti anche a superficie curva aventi raggi di curvature superiore a 1,00 m; saranno realizzate in metacrilato traslucido o colorato in pasta, come da indicazioni di progetto e saranno fissate su orditura metallica; i giunti saranno sigillati con idonei collanti e rifiniti con coprigiunti metallici.

24.7 - In pannelli d'acciaio inox

I pannelli forniti in opera per la copertura delle scale delle isole di stazione, saranno realizzati come da progetto.

I manufatti dovranno essere costruiti con struttura portante in profilati d'acciaio zincato, le pannellature di copertura e delle pareti laterali in scatolato d'acciaio inox, con iniettato all'interno poliuretano espanso, le due finestrature laterali realizzate in metacrilato trasparente, completi di un corrimano d'acciaio inox posizionato sul lato interno delle scale.

I profilati, le piastre e i bulloni, in acciaio Fe 430 saranno zincati a caldo per uno spessore non inferiore a 60 µm; i profilati in vista, oltre la

zincatura, dovranno essere verniciati in nero opaco, con vernici epossidiche e poliuretaniche applicate con ciclo "D".

La copertura, in acciaio inox AISI 304/L satinato e protetto di spessore 10/10, sarà realizzata mediante unica piegatura, la lastra interna sarà in alluminio preverniciato di colore bianco e il riempimento fonoassorbente ottenuto mediante iniettamento di poliuretano espanso a bassa pressione.

I pannelli di tamponamento laterali saranno realizzati con doppio guscio, con gli stessi materiali esterni e riempimenti utilizzati nella copertura.

Le lastre in polimetilmetacrilato colato, sagomate e lucidate, saranno dello spessore di mm 5.

Il mancorrente realizzato con tubolare d'acciaio inox AISI 304/L.

24.8 - In lamiera di rame

Manto di copertura costituito da lamiera in rame, conforme alla Norma UNI 10372, dello spessore previsto in progetto, di larghezza modulare e lunghezza pari a quella di falda.

Le giunzioni dovranno essere realizzate a doppia aggraffatura e la posa in opera, sulla struttura portante prevista in progetto, sarà completa d'accessori di fissaggio, raccordi, chiodature, ripiegature e quant'altro occorre.

24.9 - Strato di ghiaia

Dove previsto sarà steso sulle coperture uno strato di ghiaia lavata di cava o di fiume, di granulometria e spessore, come indicato negli elaborati progettuali.

La stesa potrà essere realizzata a mano o con mezzi idonei, che non sollecitino eccessivamente il sottostante solaio di copertura.

Art. 25 - Mantovane

La mantovana per pensilina di stazione a struttura metallica, sarà realizzata secondo le previsioni progettuali:

- in stecche estruse in lega leggera d'alluminio anodizzato e satinato di speciale profilo come da disegno, dello spessore minimo di 1,6 mm, montate su armatura di ferro profilato;
- in elementi scanalati o nervati in senso orizzontale, in alluminio anodizzato di colore nero opaco, dello spessore di almeno 1,5 mm, conformi ai disegni;
- in elementi sagomati in lamiera d'alluminio dello spessore di almeno 1,5 mm comprendenti essenzialmente una scossalina inferiore, una superiore ed una fascia frontale. La mantovana avrà altezza di 80 cm e profondità di 40 cm: quest'ultima misurata sui risvolti delle scossaline inferiore e superiore. La fascia frontale, rientrante di 28 cm rispetto alle due scossaline si raccorda

al loro filo esterno in corrispondenza dei portali e delle estremità mediante speciali elementi trapezoidali.

Gli elementi in lamiera d'alluminio, fissati alla struttura portante mediante bullonerie e accessori di posa saranno tra loro collegati mediante piastre di giunzione; saranno provvisti d'attacchi portasemafori ed elettrocolorati in tutte le superfici in vista nei colori a scelta dalla Società.

Art. 26 - Rivestimenti

26.1 - Plastico al quarzo

Il rivestimento plastico al quarzo nei tipi effetto graffiato, rustico, cortina e nel colore previsto in progetto, sarà costituito da resine acriliche, additivo autolavante, inerti di quarzo sferoidale nelle varie granulometrie, pigmenti a base di biossido di titanio ed ossidi di ferro ad alta resistenza, da sostanze battericide, batteriostatiche, fungicide e da agenti siliconici idrorepellenti.

Sarà applicato su superfici interne e/o esterne, su intonaci bene stagionati, previa apposizione d'appretto sigillante e cementante colorato; potrà essere prevista l'eventuale formazione di pannellature mediante esecuzione di fughe.

Sulle superfici esterne è prevista l'applicazione di protettivo ai siliconi dato in copertura.

Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da rivestire che dovranno essere ripulite da polvere od altri materiali inquinanti per assicurare una buona aderenza del rivestimento sul sottostante intonaco.

L'applicazione del rivestimento plastico dovrà essere preceduta dalla protezione delle parti contigue da non rivestire, con carta adesiva, che dovrà essere asportata prima dell'indurimento del materiale.

26.2 - Piastrelle smaltate

Le piastrelle smaltate (monocottura o maiolica) per rivestimenti interni dovranno corrispondere, per quanto riguarda dimensioni e caratteristiche alle norme UNI 6776-70.

Dovranno essere di prima scelta, avere lo spessore indicato come normale della richiamata norma UNI ed essere di superficie lisce e di colore uniforme.

Dovranno essere fornite nella forma, colore e dimensione indicate negli elaborati di progetto; non sono ammesse variazioni nelle dimensioni e nel colore delle piastrelle nell'ambito di ciascun locale.

L'Impresa dovrà sostituire, a sua cura e spese, i materiali comunque non corrispondenti alle norme di cui sopra restando a suo carico i necessari ripristini.

Le piastrelle saranno poste in opera, su superfici verticali intonacate, con idoneo adesivo a base di cemento, sabbia, resine sintetiche ed additivi speciali.

I giunti dovranno essere perfettamente allineati ed inoltre saranno sigillati con speciali stucchi colorati.

Ove necessario saranno messi in opera: becchi di civetta, elementi di spigolo, ecc..

26.3 - Mattoncini in litoceramica (clinker)

Rivestimento esterno in elementi di litoceramica (clinker) trafilati ad alto punto di cottura comprendenti listelli normali da 26x6 cm o 23x4,5 cm e pezzi speciali quali angolari, teste lisce, architravi ecc., in colore come da indicazioni progettuali.

Applicati con malta di cemento additivata su superfici intonacate cementizie idrorepellenti verticali e/o orizzontali.

I giunti dovranno essere perfettamente allineati ed inoltre saranno sigillati con speciali riempitivi cementizi colorati.

26.4 - Zoccolino battiscopa

Lo zoccolino battiscopa e i relativi pezzi speciali saranno messi in opera con idonei collanti o accessori di fissaggio su intonaci bene stagionati.

Materiali (lastre di marmo, elementi di grès rosso liscio, grès ceramico, grès fine porcellanato, alluminio anodizzato, gomma, PVC, lastre di agglomerato in scapoli di marmo o in granuli di marmo, legno) e dimensioni sono quelli indicati in progetto.

26.5 - Lastre in pietra naturale

Dovranno corrispondere alla natura, alle forme e dimensioni previste in progetto.

I materiali dovranno avere le caratteristiche proprie della specie prescelta (marmo bianco di Carrara, Botticino classico, travertino, serizzo, ecc.) per quanto attiene a grana, colore e venatura.

Nell'accostamento delle lastre dovranno essere evitati contrasti di colore o di venatura.

Rispetto agli spessori teorici: 2 cm per rivestimenti, alzate di gradini, zoccoletti, soglie di porte, controsoglie di finestre, 3 cm per pedate di gradini, è ammessa una tolleranza di ±1,5 mm.

Durante le operazioni di scarico, movimentazione nell'ambito del cantiere, magazzinaggio e posa in opera, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese,

alla conservazione dei materiali proteggendoli da rotture, scheggiature, graffi ecc., avendo cura particolare per spigoli e cornici.

Le lastre dovranno presentare le facce e le coste in vista ben levigate; dove previsto in progetto devono essere lucidate a piombo.

Le lastre saranno poste in opera in posizione verticale e/o orizzontale con malta cementizia, eventualmente addolcita con calce idraulica colata tra le lastre e le strutture retrostanti.

Ogni lastra dovrà inoltre essere ancorata alla struttura portante mediante quattro o più zanche in acciaio inossidabile aventi una estremità alloggiata in fori ciechi predisposti sul bordo delle lastre stesse.

Particolare cura dovrà essere posta nella lavorazione e nella posa in opera delle lastre di rivestimento dei gradini, delle soglie per porte e finestre, degli zoccolini, nonché dei battenti e gocciolatoi ricavati con listelli della stessa pietra di sezione 2x3 cm, incassati sulla soglia per 1 cm e sigillati con collanti a base di resine.

I giunti tra le lastre dovranno essere sigillati con prodotti idonei.

26.6 - Cordonate in pietra

Dovranno avere la sezione prevista in progetto e saranno posti in opera su getto in conglomerato cementizio di tipo III con Rck $\geq$ 20 MPa, dello spessore di 10 cm allettati con malta di cemento; i giunti saranno stuccati con malta di cemento.

Gli elementi in pietra naturale, (granito, travertino, Trani), retti o curvi, anche di speciale sagomatura, di sezione 300÷400 cm² o 700÷800 cm², di lunghezza non inferiore a 1,25 m se rettilinei ed a 0,75 m se curvilinei, dovranno essere lavorati nelle facce in vista a punta media, con spigolo esterno arrotondato, raffilati nelle teste a perfetta squadra per l'intera altezza e nel bordo interno a filo usuale e, ove previsto, dotati di vani a «bocca di lupo».

26.7 - Gradini prefabbricati

Il gradino prefabbricato, realizzato in conglomerato cementizio avente Rck $\geq$ 30 MPa e armato con acciaio Fe B 44K, sagomato secondo disegno esecutivo e formante pedata e alzata, sarà allettato con malta di cemento o incastrato agli estremi nella struttura portante; le superfici in vista saranno o perfettamente piane e lisce atte ad essere rivestite, o con pedata ed alzata finite con ghiaietto di fiume lavato, della granulometria indicata, incorporato nel getto secondo le indicazioni progettuali.

26.8 - Gradini rivestiti con profilati di gomma

I rivestimenti di gradini con profilato di gomma, dello spessore di 4 mm, saranno composti da un unico pezzo comprendente alzata, parabordo e pedata, con superficie in vista a rilievo e rovescio, idonea per l'applicazione sul supporto preventivamente preparato della gomma con speciali adesivi a base poliuretanica a due componenti.

26.9 - Soglie e davanzali in c.a.

La lastra prefabbricata per soglie e davanzali sarà realizzata in conglomerato cementizio avente Rck $\geq$ 35 MPa, armata con ferro tondo. Avrà lo strato superficiale in graniglia o scaglie di marmo e cemento bianco o colorato, di spessore non inferiore a 5 mm e con spigoli profilati; le superfici in vista saranno rifinite mediante lisciatura o martellinatura.

La posa in opera delle soglie e davanzali sarà effettuata con allettamento di malta di cemento.

La sagomatura e le dimensioni saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di progetto.

26.10 - Rivestimento con pannelli di acciaio porcellanato

Il rivestimento modulare per pareti esterne sarà realizzato con pannelli preformati in acciaio porcellanato, fissato ad una struttura in profilati di acciaio zincato rullato a freddo.

La struttura portante sarà ancorata alle murature con tasselli ad espansione, con disposizione dei montanti e dei traversi atti a creare la modularità richiesta dal progetto; il fissaggio dei pannelli alla struttura avverrà mediante mollette di appensione di acciaio inox tipo 302, collegate agli stessi con rivetti, anche questi in acciaio inox.

I pannelli di tamponamento, in acciaio speciale decarburato, delle dimensioni e colori previsti in progetto, bordati e risbordati mediante pressopiega sui quattro lati, saranno porcellanati con smalti acidoresistenti di classe "A", in conformità alle norme UNI 9757 e P.E.I. S100/65.

La smaltatura dovrà avvenire su entrambe le facce del supporto metallico, previo decapaggio, applicando uno strato vetroso di fondo, con deposito di "ground" di almeno 200 µm, cotto in forno alla temperatura di almeno 820 °C.

Successivamente dovrà essere applicato, sul lato in vista, un secondo strato vetroso che ne determini il colore e la lucentezza, inalterabili nel tempo, con un deposito di almeno 120 µm.

I pannelli dovranno essere muniti di controbilanciatura interna, eseguita con lastre di anidride sinterizzata dello spessore di 10 mm; sul risbordo dei pannelli, nel punto di sovrapposizione degli stessi, dovrà essere applicata una guarnizione continua autoadesiva in Dutral.

Particolare cura dovrà essere posta nella formazione di pannelli d'angolo; i coprifili perimetrali e lo zoccolino al piede dovranno essere in alluminio preverniciato, di adeguata sezione.

La casa produttrice dovrà garantire la inalterabilità del rivestimento, per un periodo di almeno dieci anni e lo stesso dovrà possedere i seguenti requisiti: processo di porcellanatura in conformità alla norma UNI 9757; resistenza all'urto; resistenza agli acidi; resistenza allo shock termico; durezza della

superficie e resistenza alle abrasioni; resistenza ai raggi U.V.A., al fuoco ed alle escursioni termiche; di facile pulizia delle superfici ed antibatterico.

La Direzione Lavori farà sottoporre campioni del rivestimento, a cura e spese dell'Impresa, a prove presso un laboratorio ufficiale che certifichi la corrispondenza del prodotto, alle caratteristiche richieste.

26.11 - Rivestimento in blocchi prefabbricati

Il rivestimento di strutture metalliche e/o murarie a faccia vista sarà realizzato con blocchi prefabbricati di cemento impermeabilizzati, dello spessore di 6-8 cm a superficie splittata normale o scanalata, legati con malta bastarda additivata con idrorepellente, compresa la stuccatura e stilatura dei giunti.

Può essere prevista in progetto la colorazione dei blocchetti, nel colore indicato, con pigmenti inorganici addizionati nell'impasto.

Art. 27 - Pavimenti

27.1 - Norme generali

L'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori una campionatura dei materiali da pavimento perché la stessa possa valutarne la conformità e la qualità.

La posa in opera dei pavimenti dovrà essere curata in modo che nessun elemento sporga rispetto ad altri e tutti risultino tra loro ben serrati; le commessure dovranno essere invisibili e ben allineate; elementi anche minimamente imperfetti dovranno essere scartati.

Le superfici dovranno risultare perfettamente in piano salvo nei casi in cui il progetto le preveda in pendenza, nel qual caso dovrà essere comunque assicurata la perfetta planarità delle falde.

I pavimenti dovranno addentrarsi per almeno 15 mm entro l'intonaco fino al rustico delle murature.

Su pavimenti molto estesi dovranno essere previsti giunti di dilatazione, sia longitudinali sia trasversali, da riempire con idonei materiali secondo le indicazioni di progetto.

A pavimentazione ultimata, l'Impresa dovrà pulire accuratamente la superficie perché non vi restino tracce di malta e curare la protezione e la conservazione dei pavimenti fino alla consegna, restando inteso che sarà addebitato ogni onere occorrente alla demolizione, al ripristino e, se necessario, anche al totale rifacimento di quei pavimenti o di quelle parti di essi, che, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, risultassero per qualità di materiale, per cattiva esecuzione o per mancata conservazione, non idonei.

I pavimenti saranno posati su un massetto di sottofondo formato da:

- conglomerato cementizio avente Rck $\geq$ 20 MPa, dello spessore finito di 10 cm;

oppure:

- in malta dosata con 400 kg di cemento normale per metro cubo di sabbia, armato con rete elettrosaldata in fili di acciaio zincato del peso di 2 Kg/m², spessore non inferiore a 3 cm.

Tipologia e spessori secondo quanto previsto dagli elaborati di progetto.

Il massetto dovrà essere configurato e regolarizzato in superficie, pronto per la posa della prevista pavimentazione.

Se previsto in progetto, sotto il massetto, sarà realizzato l'isolamento termico mediante posa di pannelli in polistirene espanso, della densità non inferiore a 30 kg/m², spessore non inferiore a 2 cm.

27.2 - In cubetti di porfido

Saranno eseguiti con cubetti di porfido del tipo delle cave Alto Adige e saranno posti in opera con disegno ad archi contrastanti, su letto dello spessore di 10 cm, di sabbia scevra da materie eterogenee e dovranno risultare a contatto prima di qualsiasi battitura.

I cubetti non dovranno presentare piani secondari di sfaldamento e avranno il lato, come da prescrizioni progettuali.

La battitura sarà eseguita con abbondante spargimento di acqua in modo da facilitare l'assestamento definitivo della pavimentazione.

I giunti non dovranno superare la dimensione di 10 mm e la loro sigillatura sarà eseguita con emulsione bituminosa al titolo minimo 50% previa scarnitura degli stessi con acqua a pressione e successivo spandimento di materiale siliceo per saturazione.

Nell'esecuzione delle fasce costituite da due file di binderi di 10x20 cm posti di testa, il sottofondo sarà in calcestruzzo di tipo III con Rck $\geq$ 25 MPa, di spessore 15 cm, e la sigillatura dei giunti sarà eseguita con malta di cemento.

27.3 - In conglomerato cementizio

27.3.1 - In conglomerato cementizio per nuove pavimentazioni

Sul sottofondo sarà eseguita una spianata di calcestruzzo a 200 kg/m³ di consistenza appena umida, ben battuta, livellata e di spessore medio di 5 cm, sufficiente a costituire il piano di posa.

Su detto piano sarà steso uno strato di spessore 2 cm composto da sabbia granita che sarà rullata a perfetta consistenza.

Quindi, sarà eseguita la gettata in conglomerato di cemento, di Rck $\geq$ 30 MPa, opportunamente vibrata dello spessore minimo di 15 cm, sistemata secondo le pendenze prescritte e divisa, mediante giunti di dilatazione, in lastroni di superficie non superiore a 10 m².

Durante il getto, a 5 cm dal filo superiore finito, sarà annegata una rete metallica elettrosaldata in fili di acciaio del tipo Fe B 44K.

Le superfici saranno trattate, secondo le previsioni progettuali, nel seguente modo:

- trattamento antiusura della pavimentazione mediante spolvero della superficie del calcestruzzo fresco con idoneo prodotto indurente a base di inerte metallico, o di miscela di inerti silicei selezionati di elevata durezza, applicati ambedue in ragione di 8,00 kg/m² ed incorporati nel calcestruzzo che sarà lisciato con fratazzatrice meccanica;
- trattamento superficiale con manto speciale tipo "Duromit", ad alta resistenza alla compressione (100 MPa), all'urto ed all'usura (coefficiente 2,38), idoneo al transito di veicoli gommati montanti catene o anche cingolati, impermeabile ed inattaccabile agli oli minerali, detersivi, carburanti, ecc., impermeabile all'acqua ad alta pressione, agli agenti chimici di normale uso industriale; a superficie ruvida del tipo:
  - «a massetto di riporto» dello spessore totale di 4 cm, di cui 3 cm costituito da calcestruzzo dosato a 300 kg/m³ di cemento di altoforno, con inerti silicei lavati delle dimensioni max 6÷7 mm, e 1 cm costituito da impasto speciale additivato, gettato fresco su fresco, di formulazione idonea a garantire la resistenza di cui sopra, realizzato nei colori previsti;
  - «a pastina» dello spessore di 1 cm, costituito da impasto confezionato con prodotto speciale gettato fresco su fresco, in ragione di 22 Kg di prodotto secco per metro quadrato di superficie trattata, realizzato nei colori previsti.

La superficie sarà trattata con una finitura superficiale mediante idonea fratazzatrice meccanica.

La lavorazione sarà completata dalla formazione dei giunti, con riquadri di superfici non superiore a 6,00÷7,00 m² mediante taglio con sega a dischi e successiva applicazione di profilati elastici in PVC.

27.3.2 - In conglomerato cementizio su pavimentazioni esistenti

Il pavimento sarà realizzato mediante getto sulla pavimentazione esistente, di conglomerato cementizio avente Rck $\geq$ 35 MPa, dello spessore di 4 cm; sarà armato con rete elettrosaldata in fili di acciaio del tipo Fe B 44k del diametro di 4 mm e maglie di 15x15 cm; la rete sarà ancorata al sottofondo con n. 4 staffe per metro quadrato, previa esecuzione di fori nella sottostante pavimentazione.

Il pavimento sarà trattato superficialmente mediante spolvero con idoneo prodotto indurente a base di inerte metallico.

La lavorazione sarà completata con la formazione dei giunti e loro sigillatura.

27.3.3 - In conglomerato cementizio ad alta resistenza

La pavimentazione ad elevata resistenza meccanica ed all'usura, idonea al transito di mezzi pesanti gommati, con catene o cingolati, impermeabile agli oli minerali e carburanti, sarà realizzata con malta spatolabile a base di resine epossidiche ed inerti a curva granulometrica chiusa di origine minerale, a tre componenti da miscelare al momento dell'uso, da applicare su superfici in conglomerato cementizio previo trattamento con idoneo primer a base di resine epossidiche e con successivo intasamento superficiale a base di resine epossidiche bicomponenti. Lo spessore della pavimentazione finita sarà maggiore di 4 mm, con un consumo di almeno 10 kg/m² di malta e 0,40 kg/m² di primer.

Caratteristiche della malta:

- peso specifico : 2,1 kg/dm³
- tempo di indurimento : $\geq$ 24 h
- tempo di pedonabilità : $\geq$ 48 h
- tempo di carrabilità : $\geq$ 96 h

La pavimentazione dovrà essere data ultimata in opera nei colori previsti e con la formazione dei giunti da eseguirsi come descritto all'art. 27.3.1.

27.3.4 - In conglomerato cementizio per corsie di stazione

Sarà costituita da uno strato di conglomerato cementizio di tipo II con Rck $\geq$ 35 MPa, dello spessore di 35 cm, steso in unico strato ed armato con rete elettrosaldata posta a 5 cm dal piano di posa del conglomerato; in corrispondenza delle pedane e pedanine la rete dovrà essere interrotta come indicato nei disegni esecutivi; tra la pavimentazione ed il sottofondo dovrà essere steso uno strato di sconnessione in cartonfeltro bitumato del peso di 0,70 kg/m².

Il conglomerato dovrà avere l'aggregato fino costituito da sabbie di natura calcarea e silicea, con una percentuale di quest'ultima non inferiore al 20% in peso delle sabbie; questo per avere una buona e durevole rugosità superficiale.

L'aggregato grosso potrà anche essere di natura calcarea, ma dovrà avere i seguenti requisiti:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM - 131 - AASHTO T 96 - inferiore al 30%;
- coefficiente di frantumazione secondo le norme C.N.R. - fasc. IV/1953, inferiore a 130.

Dovrà essere valutata anche l'attitudine del calcestruzzo, confezionato con tali inerti, ad essere segato per la formazione dei giunti.

Per ottenere un calcestruzzo avente caratteristiche ottimali di lavorabilità, plasticità e durabilità, sarà necessario l'impiego di additivi aeranti e fluidificanti nelle quantità occorrenti.

Il calcestruzzo dovrà essere distribuito, vibrato, compattato e livellato a perfetta regola d'arte, curando che durante il getto e la vibratura il materiale non si segreghi.

Opportune tecniche dovranno essere seguite per la posa in opera delle spire magnetiche contatraffico da inserire nel getto in modo che quest'ultime rimangano nella posizione prevista durante le operazioni di stesa e sistemazione del calcestruzzo.

Da parte della Direzione Lavori potrà essere richiesto qualsiasi accorgimento adatto a tal fine.

In ogni caso sarà cura dell'Impresa evitare che alcun oggetto metallico resti racchiuso nel getto in prossimità delle spire.

Dovrà essere curata in modo particolare la finitura superficiale del getto, da effettuare preferibilmente con impiego di fratazzatrici meccaniche o stagge vibranti, del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

Eventuali irregolarità dovranno essere colmate fresco su fresco con lo stesso calcestruzzo usato per il getto evitando tassativamente riprese a base di malta.

La regolarità della pavimentazione sarà controllata impiegando un regolo della lunghezza minima di 3,00 m, disposto secondo due direzioni ortogonali; non dovranno aversi scostamenti superiori a 5 mm rispetto alla sagoma di progetto.

In presenza di scostamenti superiori a 5 mm la pavimentazione dovrà essere demolita e ricostruita a cura e spese dell'Impresa.

La finitura superficiale sarà completata usando scope di saggina per conferire alla pavimentazione la necessaria rugosità in senso trasversale a quello di marcia.

La pavimentazione, subito dopo la finitura, dovrà essere mantenuta continuamente bagnata per almeno dieci giorni, ricoprendola dapprima con teli o sacchi bagnati e, dopo il primo indurimento, con una coltre di sabbia tenuta continuamente imbevuta di acqua.

Potranno essere adottati anche altri sistemi protettivi quali prodotti antievaporanti (curing), ecc., purché tempestivamente sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

La pavimentazione potrà essere aperta al traffico dopo un periodo di almeno venti giorni dall'esecuzione dei getti, previo accertamento da parte della Direzione Lavori delle resistenze raggiunte dal calcestruzzo.

I giunti trasversali di contrazione, mediante i quali si ha la suddivisione in lastre della pavimentazione, saranno del tipo senza barre di trasferimento e saranno realizzati come giunti segati e tagliati ad interasse di 4÷5 m, in posizione tale da non nuocere alle spire magnetiche e comunque secondo le disposizioni della Direzione Lavori.

Per ricavare questi giunti dovranno essere impiegate mole diamantate.

L'operazione di taglio sarà iniziata da 6 a 24 h dopo il getto, secondo le condizioni climatiche (temperatura, ventilazione, stato igrometrico dell'aria): non si dovrà iniziare il taglio se non quando l'indurimento del calcestruzzo sia sufficiente ad evitare ogni possibile deterioramento e, nello stesso tempo, quanto prima onde evitare la formazione di fessure di ritiro.

I giunti avranno una apertura di circa 3÷4 mm ed una profondità max di 10 cm.

Appena segati essi dovranno essere completamente puliti mediante aria compressa.

La sigillatura definitiva può essere rimandata a più tardi, ma in tal caso è necessaria una sigillatura provvisoria mediante l'introduzione nella fessura di una corda o di un nastro di carta o d'altro materiale, onde evitare che si introducano sassi o corpi estranei.

Questo materiale sarà successivamente rimosso per procedere alla sigillatura definitiva, per la quale dovranno essere impiegati prodotti approvati dalla Direzione Lavori (in particolare mastici elastomerici).

Quando previsto in progetto, il trattamento superficiale antiusura del calcestruzzo fresco costituente la pavimentazione, sarà realizzato con una miscela formata da quarzo sferoidale della granulometria prescritta dalla Direzione Lavori in ragione di 5,00 kg/m² e cemento in ragione di 3,00 kg/m² applicata in tre strati.

Ogni strato sarà densificato meccanicamente con fratazzatrice a pale multiple e successivamente regolarizzato manualmente; l'ultimo strato sarà irruvidito con mezzi idonei.

L'Impresa dovrà fornire assistenza muraria, comprensiva di mano d'opera, materiali, ganci, tubazioni, ecc. per l'installazione delle sottoelencate apparecchiature:

a) telaio di base delle cabine esazione pedaggi;

b) pedane contassali e pedanine discriminanti nelle corsie di stazione, sia manuali sia automatiche;

c) telaio di base sul pozzetto della barriera microonde.

27.4 - In lastre di marmo

Saranno poste in opera su letto di malta dosata a 600 kg di cemento tipo 32,5 per metro cubo di sabbia distesa sopra il massetto di fondazione.

Le lastre consisteranno in elementi di tipo e forma previste in progetto e di spessore non inferiore a 2 cm; saranno premute finché la malta rifluisca dalle commessure e stuccate con cemento naturale o colorato; la loro larghezza non dovrà superare 1 mm. A posa ultimata, sarà eseguita la levigatura e la lucidatura a piombo.

27.5 - In piastrelle di grès

Le piastrelle di grès di prima scelta, saranno poste in opera, previa bagnatura del piano di posa, su uno strato di malta cementizia dello spessore non

inferiore a 2 cm, ben battuto e costipato, con sovrastante spolvero di cemento di circa 3 mm.

Le piastrelle saranno disposte secondo il disegno previsto, avendo cura di adattarle e contrapporle per compensare le differenze di calibro e di squadro, scartando quelle comunque difettose.

Gli interstizi tra le piastrelle non dovranno risultare maggiori di 1 mm.

Successivamente la superficie sarà cosparsa di acqua e si procederà alla battitura delle piastrelle per farle aderire perfettamente al letto di posa.

In alternativa le piastrelle potranno essere poste in opera con idonei adesivi in pasta (a base di leganti idraulici, resine sintetiche e additivi speciali), previa lisciatura del piano di posa con idonei prodotti autolivellanti ad indurimento rapido (a base di cementi speciali, sabbia silicea, resine ed additivi).

Si procederà quindi alla sigillatura degli interstizi mediante colaggio di boiacca di cemento (normale, bianco o colorato a secondo del colore delle piastrelle), al lavaggio ed alla pulizia finale con spugne.

27.6 - In gomma e vinilico

Gli elementi saranno applicati su massetto di calcestruzzo di tipo III Rck $\geq$ 30 MPa, di spessore 4 cm, con speciale adesivo che sarà steso uniformemente e in quantità strettamente necessaria impiegando apposite spatole dentellate.

Il collocamento degli elementi avrà inizio solo quando l'adesivo sarà asciutto e facendo attenzione che non fuoriesca dai giunti.

Particolare cura dovrà aversi nella posa di elementi che presentano disegni o marmorizzazioni e in corrispondenza di sporgenze, o rientranze, o di forme comunque irregolari, dove gli elementi stessi dovranno essere perfettamente adattati mediante tagli, avendo cura di non incidere il sottofondo.

Per i pavimenti in gomma è previsto in più l'onere della fornitura e posa in opera di un coprifilo perimetrale in anticorodal.

Si procederà alla pulizia del pavimento finito con panno asciutto o leggermente umido solo dopo che l'adesivo sarà completamente essiccato.

27.7 - In lastre di calcestruzzo

Sarà eseguita con lastre prefabbricate in calcestruzzo di tipo II con Rck $\geq$ 30 MPa di dimensioni da 40x40 cm o 50x50 cm e spessore di almeno 5 cm del tipo:

- con ghiaietto lavato.

  Le lastre avranno la superficie in vista rivestita con ghiaietto lavato ed incorporato nel getto; saranno poste in opera: con malta di cemento ed i giunti saranno stilati e sigillati a cemento, oppure potranno essere utilizzate, poste a secco su piedini in PVC, a protezione di manti di copertura in alternativa a pavimentazioni tradizionali;

- a scanalature oblique.

  Le lastre avranno la superficie in vista finita a rilievo con scanalature oblique; saranno poste in opera con malta di cemento ed i giunti saranno stilati e sigillati a cemento.

Tipologia e dimensioni delle lastre secondo le indicazioni di progetto.

27.8 - In elementi modulari autobloccanti in cls vibrato

Sarà eseguita con elementi modulari autobloccanti in calcestruzzo vibrato avente Rck $\geq$ 30 MPa di spessore 6 cm, posti in opera su letto di sabbia vagliata ed assestata mediante vibrazione dello spessore finito di 5 cm.

Particolare cura dovrà usarsi per ottenere la superficie della pavimentazione perfettamente piana ed i giunti dovranno essere intasati con sabbia.

Le lastre saranno del colore indicato negli elaborati progettuali, ottenute addizionando all'impasto pigmenti inorganici.

27.9 - In mattonelle

Saranno delle dimensioni previste in progetto, ricavate dal taglio di blocchi di agglomerati vibrocompressi confezionati con scapoli di marmo naturale pregiato e speciali resine sintetiche.

Le mattonelle saranno fornite grezze, poste in opera su letto di malta cementizia additivata da collante a base di lattice di gomma e stuccate con materiali idonei.

Saranno finite in opera mediante levigatura e lucidatura.

27.10 - In lastre di agglomerato vibrocompresso

Saranno ricavate dal taglio di blocchi di agglomerato vibrocompresso confezionato con granuli di marmi naturali selezionati e speciali resine sintetiche aventi l'aspetto di granito con durezza grado 3÷4 Scala Mohs.

Saranno di dimensioni secondo le prescrizioni di progetto e di spessore 1,5 cm.

Dovranno avere superficie lucida ed essere calibrate e bisellate sugli spigoli.

Saranno poste in opera incollate con adesivo, a base di lattice di gomma sintetica, cemento e sabbia silicea, su massetto di sottofondo in conglomerato cementizio di tipo II con Rck $\geq$ 30 MPa, dello spessore 4 cm; ad avvenuta stagionatura il massetto dovrà essere rifinito con idonei prodotti autolivellanti a presa rapida costituiti da resina, sabbia e cemento.

Si procederà quindi alla sigillatura delle fughe con boiacca di cemento (normale, bianco o colorato a secondo del colore delle lastre), al lavaggio ed alla pulizia finale a posa ultimata.

27.11 - In moquette

Sul massetto in conglomerato cementizio si creerà un sottofondo di spessore 4 cm costituito da calcestruzzo di tipo II con Rck $\geq$ 30 MPa che sarà convenientemente battuto e fratazzato stretto, fino a perfetto livellamento e rasato sino ad ottenere una superficie perfettamente regolare, priva di asperità, ondulazioni, fori o bolle che pregiudicherebbero il lavoro.

La moquette, del colore previsto, sarà in tessuto bouclé moulinè di fibra poliammidica, con sottofondo sintetico in doppio strato, di cui quello inferiore in poliestere a stabilità dimensionale.

Dovrà avere caratteristiche di antistaticità permanente, essere antisporco e avere reazione al fuoco di classe 1.

Lo spessore complessivo sarà di 7 mm, di cui 4 mm di felpa, ed il peso dovrà risultare di 1,9÷2,0 kg/m².

Nella eventualità che si dovesse procedere alla esecuzione di giunti fra i teli, questi dovranno essere cuciti tra di loro in modo tale che i giunti stessi dovranno risultare perfettamente invisibili.

In corrispondenza di vani di porte la moquette terminerà sotto la soglia che sarà realizzata con profilati speciali di ottone fissati con viti di ottone.

27.12 - In modulare sopraelevato

Sono costituiti da:

- pannelli amovibili ed ininfiammabili aventi dimensioni non inferiori a 60x60 cm, ricoperti con rivestimento antistatico in plastica laminata del colore previsto, completi di guarnizione perimetrali a tenuta ermetica e, per ogni locale, di una ventosa per la rimozione dei pannelli, provvista di valvola di sfiato.
- pannelli modulari ininfiammabili aventi dimensioni non inferiori a 60x60 cm, in legno duro di densità non inferiore a 730 kg/mc rivestiti con laminato plastico antistatico, ricoperti in superficie con mattonelle di grès porcellanato monostrato delle dimensioni 30x30 cm, incollate con speciale adesivo neoprenico, del colore e disegno come da progetto.
- pannelli grigliati pressofusi in acciaio zincato a caldo di adeguato spessore, compreso i collegamenti equipotenziali.

Posti in opera su intelaiatura continua reticolare realizzata in tubi di acciaio cadmiato di adeguata sezione, appoggiata, in corrispondenza di ciascun nodo, su supporti costituiti da colonnine metalliche ad altezza regolabile da un minimo di 10 cm ad un massimo di 50 cm.

Il pavimento dovrà essere strutturato in modo tale da sopportare in qualsiasi punto un carico massimo concentrato di 500 kg, un carico massimo ripartito di 1.700 kg/m² ed un carico su ogni supporto di 2.000 kg.

È prevista inoltre la fornitura in opera di uno zoccoletto perimetrale in gomma dell'altezza di 8 cm.

Art. 28 - Canali di gronda, pluviali, scossaline, ecc.

28.0 - Norme generali

La sezione, lo sviluppo e la sagoma dei canali di gronda, nonché il numero, la posizione e la sezione dei pluviali, delle scossaline e delle converse, le modalità di fissaggio, saranno quelle definite nel progetto relativo a ciascun fabbricato.

Le sezioni dei pluviali, sono previste in rapporto ai dati pluviometrici e secondo prescrizioni regolamentari particolari.

La pendenza dei canali di gronda verso gli scarichi non dovrà, di norma, risultare minore dello 0,5%.

Saranno a totale carico dell'Impresa le riparazioni per qualsiasi perdita ed ogni altro difetto che si manifestasse, dalla consegna fino a collaudo eseguito, compreso ogni onere di ripristino.

28.1 - Bocchettoni

I bocchettoni, in materiale plastico (PVC, Neoprene) o in tubi di piombo finiti con verniciatura isolante o spalmatura di catrame, saranno posti in opera sulle coperture piane per raccogliere e convogliare le acque piovane nei tubi pluviali; saranno provvisti di griglia al fine di trattenere materiali che possano ostruire i pluviali; saranno incassati e sigillati all'estradosso del solaio di copertura.

28.2 - Canali di Gronda, Foderature, Converse, Scossaline

Possono essere nelle seguenti tipologie:

- in lamiera di ferro nero, dello spessore come da progetto, finiti con verniciatura a due mani, ciclo "E", previa sabbiatura di grado SA 2½;
- in lamiera di ferro zincato, dello spessore come da progetto, finiti con una mano di primer epossidico antiruggine ad alto spessore, ciclo "C";
- in lamiera di rame crudo dello spessore come da progetto.

Le sovrapposizioni dovranno interessare la lamiera per almeno 8 cm e saranno rivolte verso lo scarico.

Dovranno inoltre essere predisposti opportuni giunti di dilatazione con interasse mediamente di circa 15 m.

Lo sviluppo delle converse sotto il manto di copertura dovrà essere sufficiente a contenere l'acqua di stravento.

Le lamiere saranno fissate al supporto, previa impermeabilizzazione di quest'ultimo con prodotti bituminosi, mediante staffe, accessori di fissaggi, con chiodi sparati ricoperti da saldatura.

I punti di fissaggio dovranno essere in numero sufficiente e posizione opportuna, tenendo conto soprattutto dell'azione del vento.

28.3 - Pluviali

I tubi di discesa delle acque meteoriche, pluviali, sono in lamiera di ferro zincato o in tubi elettrosaldati di acciaio dolce di tipo commerciale, come da scelta progettuale; posti in opera in vista o incassati nelle murature e raccordati mediante bocchettoni ai canali di gronda.

I pluviali scatolati saranno piegati a freddo e saldati elettricamente in pezzi della lunghezza di almeno 2 m.

Le giunzioni a libera dilatazione tra i vari pezzi dovranno avere sovrapposizione non inferiore a 5 cm.

I pluviali dovranno essere ancorati alle strutture portanti mediante grappe di sezione adeguata in ragione di una grappa ogni 2 m di tubo, comprese le necessarie opere murarie, e dovranno essere raccordati al piede ai pozzetti di raccolta; particolare cura dovrà essere posta nella posa in opera dei pluviali incassati nelle murature allo scopo di evitare infiltrazioni di acqua.

Internamente saranno catramati ed esternamente finiti con verniciatura a due mani con ciclo "E" nei colori previsti, previa sabbiatura di grado SA 2½.

Art. 29 - Tinteggiature e verniciature

29.0 - Norme generali

Prima dell'esecuzione di qualsiasi opera di tinteggiatura e verniciatura, le superfici da trattare dovranno essere oggetto, adeguatamente a ciascun tipo, di una idonea ed accurata preparazione.

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire campioni per i vari tipi di finiture per la verifica della rispondenza dei colori a quelli di progetto.

Tinteggiature e verniciature, quando specificatamente previsto, saranno completate con filettature, fascette e zoccolini.

Le mani dovranno essere date a passate incrociate; per le verniciature, le varie mani saranno eseguite in colore o tonalità diverse in modo tale che sia possibile il controllo del numero di mani applicate.

Non saranno assolutamente accettate vernici non rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, addebitando all'Impresa, in qualsiasi stadio dei lavori, l'asportazione e la sostituzione delle verniciature eseguite che non risultassero idonee.

Le tinteggiature e verniciature, con particolare riferimento a quelle su legno e su metallo, dovranno essere eseguite in condizioni di tempo asciutto, evitando eccessi di caldo o di gelo e non si dovrà mai procedere alla stesura di uno strato fino a che il precedente non sia perfettamente essiccato.

Si riterranno inoltre a totale carico dell'Impresa la pulitura, la riparazione o il risarcimento di eventuali danni arrecati da spruzzi o macchie su qualsiasi superficie finita, poiché rientra nei suoi obblighi l'adozione preliminare di ogni precauzione atta ad evitarli.

29.1 - Tinteggiatura

29.1.1 - Tinteggiatura a tempera

La tinteggiatura di pareti e soffitti sarà eseguita con pittura a tempera data in tre mani, previa adeguata preparazione del sottofondo che dovrà essere regolarizzato e lisciato mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro necessario.

29.1.2 - Tinteggiatura con idropittura

- **tinteggiatura di pareti (per interni):**

  con pittura emulsionata opaca lavabile a base di resine vinilacriliche disperse in acqua, con 50÷60% di veicolo avente residuo secco non inferiore al 30% e 40÷50 di pigmento costituito da biossido di titanio per almeno il 50%.

  Lo spessore della pellicola per ciascuna mano non dovrà risultare inferiore a 0,025 mm.

  Data in due mani previa preparazione del sottofondo che dovrà essere regolarizzato e lisciato mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro necessario compresa l'applicazione di uno strato di isolante inibente.

- **tinteggiatura per esterni:**

  si dovrà impiegare idropittura a base di resine vinilacriliche disperse in acqua con 55÷60% di veicolo avente residuo secco non inferiore al 50% e 40÷45% di pigmento costituito da biossido di titanio rutilo per almeno il 65%.

  Lo spessore di ogni mano non dovrà risultare inferiore a 0,035 mm.

  Data in due mani previa preparazione del sottofondo mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro necessario compresa l'applicazione di uno strato di isolante inibente.

  Se previsto in progetto, sopra la tinteggiatura esterna, sarà applicata una mano di vernice trasparente idrorepellente siliconica a solvente, data a pennello o a spruzzo.

29.2 - Verniciatura di pareti in muratura

Le pareti interne in muratura saranno finite con due mani di smalto poliuretanico, previa preparazione del sottofondo e spolveratura delle superfici, di colore e modalità indicate in progetto; le pareti esterne saranno

finite con una mano di vernice trasparente idrorepellente siliconica a solvente su faccia vista o intonacata e tinteggiate.

29.3 - Verniciature di strutture in acciaio

Tutte le strutture in acciaio (inclusi gli infissi) dovranno essere finite con uno dei cicli di verniciatura di seguito descritti, secondo le indicazioni progettuali.

I cicli di verniciatura saranno preceduti dalla preparazione del supporto mediante spazzolatura meccanica, o sabbiatura, o sgrassaggio.

29.3.1 - Ciclo "A"

Per strutture non in vista o come preparazione a successivi trattamenti di protezione al fuoco.

Da applicare in superfici preparate mediante sabbiatura di grado Sa 2½ della SVENSK STANDARD SIS con l'avvertenza che i ritocchi da effettuare con primer epossidico allo zinco, dopo la posa in opera delle strutture e prima dell'applicazione della seconda mano, dovranno interessare tutte le superfici dalle quali sia stata asportata la prima mano data in officina, in corrispondenza di saldature e comunque in tutti i punti che si presentassero scoperti.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti, oltre alla mano di ritocchi; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

CICLO "A"

	I MANO	RITOCCHI SULLA I MANO	II MANO

TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PITTURA EPOSSIDICA
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥2600	≥ 2600	≥ 1400
COMPONENTI n.	2	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,07	≥ 0,07	≥ 0,08
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

29.3.2 - Ciclo "B"

Per strutture in vista, preparate mediante sabbiatura di grado Sa 2½ della SVENSK STANDARD SIS, con la prima mano di antiruggine ed i ritocchi come al precedente Ciclo "A"; la seconda mano di pittura epossidica e la terza mano di smalto poliuretanico date in opera; complessivamente il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti oltre alla mano di ritocchi; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

CICLO "B"

	I MANO DATA IN OFFICINA	RITOCCHI SULLA I MANO DATA IN OPERA	II MANO DATA IN OPERA	III MANO DATA IN OPERA
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PITTURA EPOSSIDICA	SMALTO POLIURETANICO
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 2600	≥ 2600	≥ 1400	≥ 1100
COMPONENTI n.	2	2	2	1 o 2
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,07	≥ 0,07	≥ 0,08	≥ 0,035
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

29.3.3 - Ciclo "C"

Da applicare su superfici non in vista o come preparazione a successivi trattamenti di: protezione al fuoco; strutture portanti in acciaio zincato a caldo; lattoneria in lamiera di ferro zincato per converse, canali di gronda, tubazioni, foderature ecc.

Il ciclo comprende una sola mano di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche della mano:

CICLO "C"

	I MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO
PESO SPECIFICO grammi/litro	$\geq$ 1500
COMPONENTI n.	2
SPESSORE DEL FILM mm	$\geq$ 0,08
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

29.3.4 - Ciclo "D"

Da applicare su superfici in vista zincate a caldo o su superfici metalliche esistenti preparate mediante spazzolatura meccanica o sabbiatura.

Il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

CICLO "D"

	I MANO	II MANO	III MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO	PITTURA EPOSSIDICA	SMALTO POLIURETANICO
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 1500	≥ 1400	≥ 1100
COMPONENTI n.	2	2	1 o 2
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,08	≥ 0,08	≥ 0,035
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

29.3.5 - Ciclo "E"

Da applicare su lattoneria in lamiera di ferro nero per foderature, tubazioni, canali, ecc. e su pluviali in tubi di acciaio elettrosaldati, previa preparazione mediante sabbiatura.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

CICLO "E"

	I MANO	II MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO	PITTURA EPOSSIDICA
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 1500	≥ 1400
COMPONENTI n.	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,08	≥ 0,08
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

29.3.6 - Ciclo "F"

Ciclo F/1

Da applicare su superfici non in vista preparate mediante sabbiatura di grado Sa 2½.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

Ciclo F/1

	I MANO	II MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PITTURA EPOSSICATRAME
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 2600	≥ 1400
COMPONENTI n.	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,07	≥ 0,15
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

Ciclo F/2

Da applicare su superfici non in vista zincate a caldo.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

Ciclo F/2

	I MANO	II MANO
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO	PITTURA EPOSSICATRAME
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 1500	≥ 1400
COMPONENTI n.	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,08	≥ 0,15
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

29.4 - Verniciature di opere in legno

Tutte le opere in legno dovranno essere finite con i cicli di verniciatura di seguito descritti.

I cicli di verniciatura saranno preceduti dalla preparazione del supporto; tra la prima mano e quelle successive si dovrà procedere alla stuccatura, alla rasatura e alla carteggiatura.

29.4.1 - Ciclo "A" (ciclo opaco)

Il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti aventi le caratteristiche indicate nello specchio che segue:

	I MANO	II MANO	III MANO
TIPO DI VERNICE	FONDO SINTETICO DI IMPRIMITURA A BASE DI RESINA ALCHIDICA	SMALTO SINTETICO SATINATO A BASE DI RESINA ALCHIDICA	SMALTO SINTETICO SATINATO A BASE DI RESINA ALCHIDICA
PESO SPECIFICO grammi/litro	$\geq$ 1500	$\geq$ 1200	$\geq$ 1200
COMPONENTI n.	1	1	1
SPESSORE DEL FILM mm	$\geq$ 0,04	$\geq$ 0,04	$\geq$ 0,04
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO	PENNELLO SPRUZZO	PENNELLO SPRUZZO

29.4.2 - Ciclo "B" (ciclo trasparente)

Il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti aventi le caratteristiche indicate nello specchio che segue:

	I MANO	II MANO	III MANO
TIPO DI VERNICE	FONDO TRASP. A BASE DI RESINE SINTETICHE, OLI ESSICCATIVI E FUNGHICIDI	FINITURA TRASP. SATINATA A BASE DI RESINE ALCHIDICHE	FINITURA TRASP. SATINATA A BASE DI RESINE ALCHIDICHE
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 850	≥ 880	≥ 880
COMPONENTI n.	1	1	1
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,04	≥ 0,04	≥ 0,04
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO O IMMERSIONE	PENNELLO	PENNELLO

29.5 - Protezione al fuoco

Con pittura ignifuga intumescente

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente a base acquosa (esente da solventi) atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno.

Applicata a più mani, a pennello o a spruzzo, nelle quantità e con gli spessori sottoindicati, secondo le classi di protezione richieste, come da prescrizioni specificate nella circolare del Ministero dell'Interno n. 91 del 4/9/1961 e successivi aggiornamenti, gli spessori e le classi di protezione saranno le seguenti:

- per ottenere una resistenza al fuoco di classe 60 min, sarà applicato un quantitativo di pittura pari a 1,7÷1,8 kg/m² dato in 3÷4 mani, pari ad uno spessore finito di 0,8 mm;
- per ottenere una resistenza al fuoco di classe 120 min, sarà applicato un quantitativo di pittura pari a 2,9÷3,0 kg/m² dato in 4÷5 mani, pari ad uno spessore finito di 1,35 mm.

La pittura sarà applicata su superfici preventivamente preparate come ai cicli A e C; o su superfici di strutture in acciaio esistenti, sabbiate a metallo bianco di grado SVENSK STANDARD 2½ e trattate con una mano di antiruggine sintetico magro al cromato di zinco dello spessore di 0,04 mm.

Con strato di fibre minerali miscelate con cemento e collante

Copertura di strutture in acciaio, in calcestruzzo o in muratura mediante spruzzatura di uno strato costituito da fibre minerali di lana di roccia sfibrate, esenti da amianto e silice libera miscelate con cemento e collante vinilico negli spessori sottoindicati, atti a garantire:

- resistenza al fuoco di classe 90 min: spessore di 10 mm;
- resistenza al fuoco di classe 120 min: spessore di 15 mm;
- resistenza al fuoco di classe 180 min: spessore di 20 mm.

La copertura dovrà eseguirsi con impiego di idonea attrezzatura comprendente: tramoggia rotativa, sfibratore a pettine, booster a secco ecc. e applicata su superfici preventivamente preparate come ai cicli A e C; su superfici di strutture in acciaio esistenti, sabbiate a metallo bianco di grado SVENSK STANDARD 2½ e trattate con una mano di antiruggine sintetico magro al cromato di zinco dello spessore di 0,04 mm; su strutture in calcestruzzo o in muratura adeguatamente preparate mediante bagnatura con acqua e collante in pressione.

29.6 - Tappezzeria in plastica

L'applicazione della tappezzeria in plastica su pareti interne dovrà essere preceduta da un accurata preparazione dell'intonaco opportunamente regolarizzato e lisciato mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro occorrente.

La tappezzeria dovrà essere in plastica con supporto di tela, «di tipo ignifugo di classe I»; costituita da cloruro di polivinile spalmato a caldo su tela di puro cotone, avente un peso non inferiore a 0,680 kg/m²; dovrà essere di grana e del tipo e colore, secondo le scelte progettuali.

L'applicazione alle pareti, preceduta da una spalmatura di colla dello stesso tipo di quella impiegata per l'incollaggio dei teli, diluita in acqua nel rapporto 1/1, dovrà essere fatta mediante collanti a freddo a base di carbossimetilcellulosa od a base vinilica, miscelati con antifermentativi nella misura dello 0,5% circa.

La colla dovrà essere spalmata sulla tappezzeria e lasciata maturare prima dell'applicazione dei teli.

È vietata la sovrapposizione dei bordi dei teli; le giunzioni dovranno presentarsi perfettamente verticali e combacianti per l'intera altezza del telo.

I teli dovranno essere in un sol pezzo: sono pertanto vietate giunzioni intermedie.

La tappezzeria, dopo l'applicazione e il prosciugamento dovrà risultare perfettamente distesa ed aderente su tutte le superfici e non presentare bolle d'aria, distacchi o ad altre imperfezioni.

29.7 - Rivestimenti plastici

Il rivestimento plastico per superfici intonacate di pareti interne e/o esterne e di soffitti, sarà composto da: resine sintetiche, pigmenti coloranti selezionati, cariche minerali inerti di varia granulometria e solventi di adeguata tensione superficiale.

Le superfici da rivestire dovranno essere perfettamente stagionate, accuratamente preparate e depolverizzate, trattate preliminarmente con una mano di impregnante isolante inibente a solvente.

- Il rivestimento liscio avrà le seguenti caratteristiche:

  peso specifico del prodotto: > 1350 g/l;

  applicazione: due strati dati a pennello o con rullo in lana;

  rilievo massimo: fino a 0,5 mm.

- Il rivestimento bucciato avrà le seguenti caratteristiche:

  peso specifico del prodotto: > 1600 g/l;

  applicazione: pennello o rullo in lana;

  rilievo massimo: fino a 1,2 mm.

29.8 - Ossidazione anodica

Le parti in vista di manufatti in alluminio e sue leghe (compresi gli infissi) dovranno essere trattate, con ossidazione anodica secondo la Norma UNI 4522-66, nei colori previsti in progetto.

Classi e caratteristiche degli strati di ossidazione anodica da adottare sono quelle sottoelencate:

- ARP 15 - Architettonico lucido;
- ARS 15 - Architettonico spazzolato;
- ARC 15 - Architettonico satinato chimicamente;

dove lo spessore dello strato dovrà essere non inferiore a 15 µm.

Le superfici da trattare dovranno essere preliminarmente preparate, in funzione delle classi sopraelencate, rispettivamente mediante lucidatura meccanica o spazzolatura meccanica o trattamento chimico.

Le superfici dovranno presentarsi regolari, prive di porosità e di colore uniforme.

I manufatti dovranno essere protetti, in via provvisionale, da speciali pellicole trasparenti e facilmente asportabili, in modo particolare quelli da

fissare alle strutture murarie, affinché agenti chimici eterogenei non ne corrodano o macchino le superfici durante l'esecuzione dei lavori.

Art. 30 - Impianti

30.1 - Norme generali

Si considerano gli impianti interni a fabbricati:

- idrico, sanitario, aria compressa;
- riscaldamento e condizionamento;
- elettrico, telefonico, antenna TV;

nonché impianti esterni per riserve idriche, gruppi di pressurizzazione e di pompaggio, dissoluzione e stoccaggio cloruro di calcio.

L'Impresa è tenuta ad accertare la rispondenza del progetto a quanto prescritto dalla legislazione tecnica vigente ed a segnalare per iscritto alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, eventuali difformità del progetto.

L'Impresa installatrice è tenuta ad eseguire gli impianti a regola d'arte utilizzando allo scopo materiali e componenti realizzati secondo le norme tecniche di sicurezza dell'Ente italiano di unificazione (UNI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata e subordinata alle esigenze e soggezioni di qualsiasi genere che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere.

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte ed in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni di progetto.

I materiali e le forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di legge, a quelle delle presenti Norme Tecniche e degli altri atti contrattuali, qualora fossero più restrittive; dovranno essere delle migliori qualità, risultare di perfetta lavorazione ed essere adeguati alle condizioni ambientali e d'uso; quando prescritto dalle vigenti norme di legge dovranno essere assoggettati ad omologazione.

In particolare tutti i materiali e le apparecchiature di produzione italiana dovranno essere nuovi e conformi alle norme C.N.R.-UNI, CEI-UNEL ed altre emanate ed emanande.

I materiali appartenenti a categorie ammesse al regime del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) o Istituto Italiano Plastici (IIP) dovranno portare il contrassegno di detti Istituti o di altri equivalenti Istituti Europei.

I materiali di produzione estera per i quali non fossero applicabili le norme suddette dovranno essere conformi alle norme IEC, UTE, VDE, DIN, ISO o comunque a norme armonizzate CEE.

Il diametro nominale (DN) degli elementi di tubazione è quello definito in norma UNI-ISO 6708-82.

Marche, nomi commerciali e sigle di materiali o prodotti eventualmente riportate nei documenti contrattuali si intendono indicativi di uno standard di qualità; pertanto non saranno accettati materiali e apparecchiature con caratteristiche qualitative e funzionali che non siano uguali o superiori a tali standard.

Campioni di materiali e apparecchiature dovranno essere sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori almeno quindici giorni prima dell'impiego; l'Impresa resta comunque responsabile della costanza delle caratteristiche accettate per tutto il materiale impiegato.

Le principali apparecchiature dovranno essere, prima della fornitura, sottoposte a collaudo e prove di accettazione presso le officine del costruttore e con le modalità prescritte dalle norme vigenti.

La Direzione Lavori presenzia ai collaudi ed inoltre si riserva il diritto di richiedere eventuali prove particolari, presso laboratori autorizzati, qualora ritenesse poco soddisfacenti le prove di accettazione.

Sono a carico dell'Impresa gli oneri per l'espletamento di tutte le pratiche relative all'ottenimento di qualsiasi genere di autorizzazione, licenze, permessi e certificazioni relative all'esecuzione degli impianti.

Alla ultimazione dei lavori l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori tutti i Nulla-Osta degli enti preposti (ISPESL., VV.FF., Comuni, ecc.).

Sono altresì a carico dell'Impresa:

- la protezione mediante fasciature, coperture, ecc. di altre parti di impianti eseguite o no dall'Impresa per proteggerle da danneggiamenti durante l'esecuzione dei lavori in modo che ad opere ultimate il materiale sia consegnato come nuovo;
- lo smontaggio e rimontaggio delle apparecchiature che possano compromettere, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, la buona esecuzione di altri lavori in corso;
- l'adeguamento o la redazione della monografia degli impianti eseguiti con dati tecnici, tarature, ecc.;
- l'adeguamento o la redazione del manuale d'uso e manutenzione, in triplice copia corredato di disegni planimetrici degli impianti eseguiti, completi di particolari costruttivi, schemi funzionali ed istruzioni relative alla conduzione in tutte le varie possibili condizioni di esercizio completo di istruzioni per la messa in funzione e norme per la manutenzione.

  La consegna del manuale vincolerà la possibilità di accedere al verbale di ultimazione dei lavori;
- la raccolta di tutta la documentazione (certificati di omologazione, certificati di laboratorio, caratteristiche, depliants illustrativi, ecc.)

relativi a materiali ed apparecchiature impiegati nella costruzione degli impianti;

- tutti gli adempimenti nei confronti delle Autorità competenti che per legge possono in qualsiasi modo avere ingerenza e controllo nella installazione di apparecchiature e degli impianti; pertanto l'Impresa dovrà informare la Direzione Lavori che potrà assistere alle prove;
- l'emissione della dichiarazione di conformità dell'impianto ai sensi della Legge 46/90;
- tutti gli oneri e spese necessarie per l'esecuzione di prove tecniche di laboratorio, visite in fabbrica in corso d'opera, collaudi parziali e finali.

30.2 - Osservanza di Leggi, Regolamenti, Disposizioni e Norme Tecniche

Nella esecuzione degli impianti l'Impresa, per quanto di sua competenza, dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni o raccomandazioni di Leggi, Regolamenti, Disposizioni e Norme Tecniche vigenti e precisamente:

- Il regolamento e le prescrizioni comunali relative alla zona di realizzazione dell'opera;
- le disposizioni delle Società erogatrici;
- tutte le Leggi dello Stato e le norme relative agli impianti emanate dai VV.F., (A.N.C.C.), ISPESL., (ENPI), C.E.I., C.N.R. - UNI, ecc. di cui nel seguito sono citate le principali, a titolo esemplificativo e non limitativo;
- R.D. 27 luglio 1934 n. 1265 - Approvazione del testo unico delle Leggi sanitarie;
- circolare n. 13 del 1/6/1962 del Ministero della Sanità "Erogazione acqua potabile negli edifici". Vigilanza sugli impianti interni di distribuzione idrica;
- circolare n. 190 del 2/11/1970 del Ministero della Sanità "Erogazione acqua potabile negli edifici". Vigilanza e prescrizioni tecniche ai fini dell'inquinamento dell'acqua potabile;
- Legge 30/4/1962 n. 283 e successive modificazioni e regolamenti di esecuzione (D.P.R. 1980 n. 327) "Disciplina igienica della produzione e vendita delle sostanze alimentari e delle bevande";
- circolare n. 11633 del 7/1/1974 del Ministero LL.PP.: "Istruzione per la progettazione di fognature e impianti di depurazione";
- Legge 10/5/1976 n. 319 "Tutela delle acque dall'inquinamento";
- Disp. LL.PP. del 4/2/1977 "Norme tecniche di cui all'art. 2 della Legge n. 319 (G.U. 48 del 21/2/1977)";
- D.M. 21/11/1972 "Norme per la costruzione di apparecchi a pressione";

- D.M. 21/5/1974 "Norme integrative per il regolamento approvato con R.D. 12/5/1927 n. 824 (Relativa raccolta "E/74");
- D.M. 1/2/1986 "Norme di sicurezza antincendi per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili";
- D.M. 27/9/1965 "Determinazione delle attività soggette alle visite periodiche di prevenzione incendi";
- D.M. 16/2/1982 "Modificazioni del D.M. 27/9/1965";
- Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici:
  . D.P.R. n. 1.052 del 28/6/1977 «Regolamento di esecuzione della Legge n. 373 del 30/4/76 relativa al consumo energetico per uso termici negli edifici»;
  . D.M. 10/3/1977 (determinazione zone climatiche) ecc.
  . Legge n. 178 del 16/5/1980 «Disposizioni sui consumi energetici»;
  . Legge n. 103 del 1/4/1981 «Disposizioni per il contenimento dei consumi energetici»;
  . D.M. 30/7/1986 (aggiornamento coefficienti dispersione termica);
  . Legge n. 10 del 9/1/1991 - Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
  . D.P.R. n. 412 del 26/8/1993 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge n. 10;
- Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico Legge 13/7/1966 n. 615 e relativi regolamenti di esecuzione e chiarimenti:
  . D.P.R. n. 1.288 del 24/10/1967 «Regolamento di esecuzione della Legge 615/66 recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico»;
  . D.M. Min. Sanità n. 12.801 del 23/11/1967 «Ripartizione dei comuni interessati alla prevenzione dell'inquinamento nelle zone A e B previste dalla L. 615/66»;
  . D.P.R. n. 1.391 del 22/12/1970 «Regolamento per l'esecuzione della L. 615/66 recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore impianti termici»;
  . D.P.R. 15/4/1971 n. 322
  . Circolare Min. Interni 16/6/1971 n. 110
  . Circolare Min. Interni 29/6/1971 n. 73
  . Circolare Min. Sanità 5/8/1971 n. 145;
- D.P.R. n. 547 del 27/4/1955 art. 37: relativo all'obbligo, da parte del Progettista, del preventivo esame per l'approvazione del progetto di nuovi

impianti da parte del Corpo dei Vigili del Fuoco ed all'obbligo, da parte dell'Impresa, di richiedere la visita di collaudo ad impianto ultimato, prima dell'inizio dell'impiego;

- D.M. 27 settembre 1965: determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi, modificato con D.M. 16 febbraio 1982;
- Circolare n. 8578 del 26 febbraio 1976 dell'ISPELS: firma dei progetti di apparecchi ed impianti di cui al D.M. 1 dicembre 1975;
- Raccolta M, S, USR, VSG, E, R delle specificazioni tecniche emanate dall'ISPELS in applicazione dei DD.MM. 21 novembre 1972, 21 maggio 1974, 1 dicembre 1974, 1 dicembre 1975 e relativi addenda;
- Legge 7 dicembre 1984 n. 818 «Nulla Osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi»;
- Circolare n. 28 del 19 aprile 1972 del Ministero dell'Interno - Direzione Generale della Protezione Civile e dei Servizi Antincendio Servizio Tecnico Centrale "Chiarimenti circa l'applicazione delle norme vigenti riguardanti gli impianti termici";
- D.M. 1 dicembre 1975 "Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione";
- Circolare n. 32875 del 20/8/1976 ANCC "D.M. 1/12/1975 Impianti di riscaldamento ad acqua calda con vaso di espansione chiuso di potenzialità fino a W 348.683;
- Norme UNI 5364/76 e successive modifiche (UNI F.A. - 38) Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo;
- Norme UNI 5104/63 - Impianti di condizionamento dell'aria, norme per l'ordinazione, l'offerta, il collaudo;
- Norme UNI 7357/74 - Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento degli edifici;
- Norme UNI 6514/69 - Emissione termica dei radiatori - Sistema di circolazione;
- Norme UNI 5649/1a/71 e 5649/2a/73 - Rame: qualità, prescrizioni e prove;
- Norme di sicurezza per la costruzione di impianti elettrici Legge 1/3/1968, n. 186;
- D.P.R. 21/6/1968 n. 1062;
- Norme C.E.I. - UNEL come da ultimi aggiornamenti (o comunque norme IEC, VDE, UTE); in particolare, a titolo esemplificativo ma non limitativo:

  . C.E.I. 11/1 "Norme generali per gli impianti elettrici;

  . C.E.I. 11/8 "Norme per gli impianti di messa a terra";

  . C.E.I. 6/6 "Norme generali per gli impianti elettrici utilizzatori";

. C.E.I. 64.8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";

- Legge n. 46 del 5/3/1990 - Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.P.R. n. 447 del 6/12/1991 - Regolamento d'attuazione della legge n. 46 del 5/3/1990;
- D.P.R. 27/4/1955 n. 547 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro";
- UNI. - C.T.I. 1307/1309 "Processi di saldatura, giunti saldati, forme delle saldature";
- UNI. - C.T.I. 5634-65P "Colori distintivi delle tubazioni convoglianti fluidi liquidi o gassosi";
- UNI. - C.T.I. 6871/71P "Pompe";
- UNI. - C.T.I. 6899-71 "Alloggiamenti per tenute meccaniche per pompe intercambiabili con guarnizioni a treccia";
- UNI. - C.T.I. 7125-72 "Saracinesche flangiate per condotte d'acqua";
- UNI. - UNSIDER 6363-84 "Tubi in acciaio senza saldatura e saldati per condotte di acqua";
- UNI. - UNSIDER 663-68 "Tubi senza saldatura di acciaio non legato tubi lisci per usi generici";
- UNI - UNSIDER 8863-87 "Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettati secondo UNI-ISO 7/1";
- ASSISTAL "Norme idrico-sanitarie";
- UNI. 9182 "Impianti di alimentazione e distribuzione dell'acqua";
- UNI. 9183 "Sistemi di scarico delle acque usate";
- UNI. 9184 "Sistemi di scarico delle acque meteoriche";
- UNI. 8199 "Misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli ambienti dagli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione";
- I.I.P. (Istituto Italiano dei Plastici) "Raccomandazioni di installazione":

  . installazione delle fognature di P.V.C. - Novembre 1984 (III ediz.) Raccomandazioni per il calcolo e l'installazione di condotte di P.V.C. rigido nella costruzione di fognature e di scarichi interrati;

  . installazione di acquedotti di P.V.C. - Settembre 1977 (II ediz.) Raccomandazioni sull'installazione delle tubazioni di policloruro di vinile rigido (non plastificato) nella costruzione di acquedotti;

  . installazione di scarichi in P.V.C. nei fabbricati - Gennaio 1978 (II ediz.) Raccomandazioni sull'installazione delle tubazioni di P.V.C. rigido (non plastificato) nelle condotte di scarico nei fabbricati;

. impianti di irrigazione realizzati con tubazioni di materia plastica - Dicembre 1976 Raccomandazioni sull'installazione delle tubazioni di materia plastica nella costruzione di impianti di irrigazione;

. installazione di acquedotti di P.E.a.d. - Giugno 1981 Raccomandazioni sull'installazione delle tubazioni di polietilene alta densità (P.E.a.d.) nella costruzione di acquedotti;

. installazione delle fognature di P.E.a.d. - Ottobre 1978 Raccomandazioni sull'installazione delle tubazioni di polietilene alta densità (P.E.a.d.) nella costruzione di fognature interrate e subacquee e di scarichi industriali;

. Norme locali e richieste particolari da parte degli Enti preposti (VV.F. - Ufficio di Igiene - Ispettorato del Lavoro, ecc.);

. altre normative UNI vigenti e non citate;

. Legge 10/5/1976 n. 319 integrata e modificata dalla Legge 24/12/1979 n. 650: "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento";

. delibera 4/2/1977 del Comitato Interministeriale per la tutela delle acque dall'inquinamento: criteri, metodologie e norme tecniche di cui all'art. 2 lettere b-d-e della Legge 10.5.1976 n. 319 recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento;

- Racc. ISO/R 531 "Tuyaux et raccords salubres en fonte pour canalisation d'eaux uses et de ventilation";
- Norme DIN 4040/4041 per separatori di oli e grassi;
- Tutte le altre norme non espressamente elencate ma da applicare per rendere gli impianti perfettamente funzionanti, come da ultimi aggiornamenti, varianti, supplementi;
- Tutte le modifiche ed integrazioni emanate ed emanande delle Leggi, Regolamenti, Decreti e Circolari sopra richiamati.

30.3.1 - Impianto idrico - sanitario - Aria compressa

(si richiama la norma CEI 64.8 per i collegamenti equipotenziali delle masse metalliche e in particolare modo nei locali contenenti vasche da bagno o docce)

30.3.1.1 - Tubazioni

- **Tubi di acciaio zincato:**

  senza saldatura a Norma UNI 8863, zincati a caldo secondo UNI 5745, con raccorderia in ghisa malleabile zincata a caldo, da porre in opera:

  - incassati nelle murature o sotto i pavimenti secondo le indicazioni di progetto, compresa la verniciatura con ciclo "C" e protette, ulteriormente, con adeguato rivestimento in cartone ondulato;

- a vista, ancorati alle strutture portanti, mediante staffe e collari di sostegno, compresa la verniciatura con ciclo "D", nei colori previsti in progetto.

Le giunzioni di norma saranno a vite per diametri fino a DN 50; a flange per diametri superiori.

Le tubazioni dovranno essere atte a sopportare una pressione nominale di esercizio non inferiore a 5 MPa.

Le prove di pressione e di tenuta debbono essere effettuate al termine della fase di montaggio e, nel caso di tubazioni incassate o sottopavimento, prima della loro ricopertura, in accordo e sotto il diretto controllo della Direzione Lavori.

I passaggi delle tubazioni attraverso pareti e solai dovranno essere sempre eseguiti con impiego di manicotti di diametro adeguato per permettere l'eventuale rivestimento con materiale isolante.

- **Tubi di acciaio nero:**

saldati a norma UNI 8863, serie leggera per acquedotto con rivestimento bituminoso esterno di tipo pesante, da porre in opera interrati su letto di materiale fino.

Le giunzioni di norma saranno a vite per diametri fino a DN 50; a flange per diametri superiori.

Le tubazioni dovranno essere atte a sopportare una pressione nominale di esercizio non inferiore a 5 MPa.

Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima del rinterro.

- **Tubi di polietilene ad alta densità P.E.a.d.:**

per pressione massima di esercizio di 1 MPa (PN 10), opportunamente stabilizzati per resistere all'invecchiamento, aventi caratteristiche conformi alle Norme UNI 7054, UNI 7611, UNI 7612, UNI 7615, UNI 7616 e rispondenti alle prescrizioni igienico-sanitarie del Ministero della Sanità relative a manufatti per liquidi alimentari.

Posti in opera, secondo le indicazioni di progetto, interrati su letto di sabbia, o incassati entro le murature o sottopavimento, protetti da rivestimento in cartone ondulato. La lavorazione comprende: raccordi, pezzi speciali, nonché gli oneri per la formazione dei giunti, di tagli, l'apertura e la chiusura di tracce.

Tubi, raccordi e pezzi speciali in P.E.a.d. dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. (Istituto Italiano Plastici), che ne garantisce la rispondenza alle Norme UNI.

Le giunzioni saranno effettuate di norma: a vite, o flangiate, o mediante saldatura a specchio (testa a testa), o con manicotto per elettrosaldatura o con pezzi speciali di spessore maggiorato.

Le derivazioni saranno realizzate mediante: collari di presa (presa a staffe) completi di guarnizioni elastomeriche e bulloni in acciaio inox AISI 304; collari del tipo a fusione; pezzi speciali per derivazioni a «T» o a «Y», con attacchi a vite o a flange.

I collegamenti fra tubazioni in polietilene e tubazioni in acciaio dovranno essere realizzati utilizzando appositi pezzi speciali (cartelle in polietilene e flange in acciaio zincato o raccordi filettati metallo/plastica).

Relativamente ai tubi in P.E.a.d. si richiamano integralmente le prescrizioni delle presenti Norme Tecniche.

Le tubazioni dovranno essere atte a sopportare una pressione nominale di esercizio, alla temperatura di 293 K, non inferiore a 1 MPa.

Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima della chiusura delle tracce e/o del rinterro.

30.3.1.2 - Saracinesche-Valvole-Rubinetteria

Saracinesche:

- in bronzo di tipo pesante con attacchi filettati gas; pressione nominale di esercizio non inferiore a 1,6 MPa;
- in ghisa a corpo piatto (PN 10) con volantino ed attacchi flangiati; pressione nominale di esercizio non inferiore a 1,6 MPa; compreso controflange e accessori di posa.

Date in opera: incassate entro le murature, a vista o poste all'interno di pozzetti.

I diametri nominali (DN) e le tipologie delle saracinesche saranno conformi a quelle previste negli elaborati di progetto.

Valvole:

- a sfera, in ottone stampato o bronzo con sede in teflon (PTFE) o in PVC, del tipo «a passaggio totale», con attacchi filettati gas o flangiati; per pressione nominale di esercizio non inferiore a 1,6 MPa; compreso raccorderia e/o controflange e accessori di posa;
- a sfera da incasso, in ottone stampato con cappuccio cromato e attacchi filettati gas, compreso: la raccorderia e gli accessori di posa;
- di ritegno, in bronzo con attacchi filettati gas o flangiati; dotate di otturatore ricoperto in gomma e molla in acciaio inox; per pressione nominale di esercizio non inferiore a 1,6 MPa; compreso raccorderia e/o controflange e accessori di posa;
- di fondo con succheruola in ottone con attacco filettato gas;
- automatica con chiusura a galleggiante (PN10), con attacchi filettati, completa di raccorderia e accessori di fissaggio;

- con riduttore e regolatore di pressione (PN 25) a molla, con attacchi a manicotto filettati gas, corredato di manometro con scala 0÷10 bar, compreso raccorderia e accessori di posa.

Date in opera: incassate nelle murature, a vista o poste all'interno di pozzetti.

I diametri nominali (DN) e le tipologie delle valvole saranno conformi a quelle previste negli elaborati di progetto.

Rubinetti:

- in ottone per idrante, con manicotto portagomma;
- per sanitari comprendente a titolo esemplificativo: rubinetti singoli, gruppi di erogazione miscelatori (rubinetti e bocca di erogazione), doccia flessibile e braccio con soffione.

  Dovranno essere in ottone di tipo pesante, cromato a forte spessore e rispondere alle Norme di unificazione da UNI 7014-72 a UNI 7026-72.

Relativamente alle caratteristiche specifiche si fa riferimento alle descrizioni riportate nel progetto.

30.3.1.2.1 - Contatore per acqua DN 25

Contatore per acqua fredda, DN 25, del tipo a turbina, a getto multiplo, a quadrante bagnato, con lettura diretta su rulli numerati, omologato CEE 75/33 classe B, con attacchi filettati, completo di raccordi.

30.3.1.2.2 - Impianto trattamento acqua potabile

L'impianto dovrà essere del tipo adatto all'abbattimento della durezza presente nell'acqua potabile, dovuta alla presenza di sali di calcio e magnesio in essa contenuti e conforme a quanto previsto dal D.M. Sanità n. 443 del 21/12/1990 «Regolamento recante disposizioni tecniche concernenti apparecchiature per il trattamento domestico di acque potabili».

L'impianto, realizzato come indicato negli elaborati di progetto, dovrà essere adatto al funzionamento con pressione e portata presenti al punto di consegna dell'acquedotto e sarà costituito essenzialmente da:

1) filtro dissabbiatore completo di cartuccia filtrante in nylon lavabile e rigenerabile, grado di filtrazione non superiore a 50 µm, valvola di sfiato aria, attacchi filettati, adatto per pressioni di esercizio fino a 0,7 MPa; diametro e portata come riportato in progetto;
2) addolcitore automatico a comando misto tempo-volume, completo di bombola in vetroresina capacità 25 l, resine a scambio ionico idonee per uso alimentare, valvola per il comando automatico per la rigenerazione con programmatore elettronico a microprocessori;
3) gruppo di by-pass da installare direttamente sull'addolcitore completo di valvola di by-pass, di valvola di non ritorno, valvola di miscela per la regolazione della durezza residua, valvola di sovralimentazione con apertura

automatica del by-pass in caso di eccessiva perdita di carico, con successiva chiusura automatica;

4) dispositivo automatico per la disinfezione delle resine durante la rigenerazione, attivato dal passaggio della salamoia nell'apparecchio, in grado di produrre cloro per mezzo di una cella elettrolitica, senza richiedere alcun prodotto chimico, completo di spia luminosa per il controllo dell'avvenuta rigenerazione e di spia di segnalazione della fase di produzione di cloro;

5) linea elettrica di alimentazione, scatole di derivazione, cablaggi, ecc. realizzati in esecuzione stagna IP 55.

L'impianto comprende, inoltre:

- la testata di comando automatica per le fasi di rigenerazione delle due colonne;
- il comando computerizzato per l'elaborazione statistica dei dati programmati dal contatore e la gestione delle fasi rigenerativa della colonna a resina scambiatrici di ioni;
- il sistema di prelievo della salamoia per l'alimentazione del rigenerante nella quantità esattamente necessaria ad una rigenerazione;
- il sistema automatico di disinfezione dell'addolcitore ad ogni rigenerazione tramite la produzione a comando elettronico della quantità corrispondente di cloro;
- la bombola contenente le resine cationiche forti ad alta capacità di scambio con sistema di rigenerazione a ribaltamento totale del letto;
- la valvola di miscelazione per l'erogazione di acqua avente la durezza residua desiderata con valvola di ritegno incorporata;
- il contenitore per la salamoia, in materiale plastico antiurto, del tipo «per alimenti», munito di coperchio, di capacità come indicata in progetto;
- l'unità di comando e controllo;
- il by-pass per l'esclusione dell'addolcitore, completo di saracinesche di intercettazione.

I valori residui, ottenuti dalle analisi dell'acqua, dopo il trattamento, dovranno essere conformi a quanto previsto dal D.P.R. n. 236 del 24/05/1988 «Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16/04/1987, n. 183».

30.3.1.3 - Aria compressa

La condotta di aria compressa dovrà essere dotata di tutti i necessari accessori le cui caratteristiche sono dettagliatamente specificate nel progetto dell'impianto di aria compressa, tra i quali:

- attacco rapido in acciaio inox, compreso il collarino di serraggio; per pressione nominale di esercizio non inferiore a 2,5 MPa;
- filtro riduttore di pressione a doppio effetto DN 15: nel primo stadio vengono eliminate le particelle più grosse e la condensa mediante separazione centrifuga, nel secondo elemento filtrante in bronzo sinterizzato si rimuovono le particelle più piccole.

  Il riduttore regolatore di pressione sarà del tipo servocontrollato;
- lubrificatore a nebbia d'olio con atomizzazione, causata dallo stesso flusso di aria passante, avente la coppa d'olio in policarbonato trasparente o metallica;
- filtro separatore DN 15 per l'eliminazione dell'olio in emulsione, nebbia o aerosol con residuo massimo di 0,4 ppm, di acqua e di impurità solide, da installare nella rete di aria compressa, completo di scarico manuale; capacità di filtraggio secondo quanto previsto in progetto;
- valvola in acciaio inox PN 25 del tipo a sfera a passaggio totale, incassata entro murature o a vista.

30.3.1.4 - Impianto antincendio

- **Cassette:**

  Le cassette dovranno essere realizzate in robusta lamiera di acciaio verniciata con una mano di vernice antiruggine e due mani a finire di vernice a smalto, con sportello a vetri incernierato e munito di serratura; poste in opera a parete o su colonnina ancorata a basamento in calcestruzzo.

  La cassetta dovrà essere completa di tubo di canapa della lunghezza di 20 m, di raccordo di ottone e lancia di rame con attacchi UNI 45.

- **Idranti tipo «MILANO»:**

  autosvuotante, da sottosuolo con attacchi UNI 45 o soprassuolo con attacchi UNI 70, con corpo scatola inferiore e baionetta in ghisa catramata a caldo; albero in ottone trafilato e attacco filettato con coperchietto a catenella.

  L'idrante sarà completato dal gomito a piede a doppia flangia, dal collegamento all'alimentazione, dal chiusino ovale in ghisa, dalla chiave di manovra per il tipo sottosuolo, dalla valvola di sezionamento incorporata per il tipo soprassuolo.

- **Idranti UNI 45:**

  in bronzo, con inclinazione 45°, con bocca di erogazione filettata UNI 45 (PN 16), attacco filettato DN 32 o DN 40.

  Caratteristiche ed ubicazioni secondo le indicazioni di progetto.

- **Gruppo regolamentare attacco motopompa:**

  di tipo orizzontale o verticale composto essenzialmente di idrante, saracinesca, valvola di ritegno, valvola di sicurezza, rubinetto di scarico,

con attacchi laterali a manicotto filettati per pressioni di esercizio sino a 1,6 MPa.

Caratteristiche e ubicazione secondo le indicazioni di progetto.

30.3.1.5 - Idranti per aiuole

Con corpo in bronzo, volantino in ghisa e bocchettone con attacco a vite completa di pozzetto ovale in ghisa con coperchio e basamento in calcestruzzo.

30.3.1.6 - Bocchettone ad attacco rapido

Del tipo agricolo per il carico delle autobotti, montato in derivazione sulla tubazione del carico di acqua o di soluzione di $CaCl_2$ all'altezza di circa 1,00 m da terra e sostenuto da colonnina in acciaio zincato di adeguata sezione, fissata a parete o su basamento, compreso la fornitura e posa di filtro di linea (solo per la soluzione di $CaCl_2$).

30.3.1.7 - Riserve idriche

- **Serbatoio di accumulo acqua potabile**

  I serbatoi di accumulo per acqua potabile saranno realizzati secondo le indicazioni di progetto e avranno le seguenti caratteristiche:

  - in lamiera di acciaio inox AISI 304, finitura 2b, corredato di: chiusino superiore del diametro 600 mm; portella di ispezione; attacchi con filettatura conica a vite (UNI 339) per: ingresso acqua dall'acquedotto o da pozzo, uscita per l'impianto di distribuzione, il troppo pieno, lo scarico di fondo e lo sfiato; attacchi flangiati per tubo rigido trasparente avente funzione di indicatore di livello; selle o piedi di sostegno;
  - in vetroresina completo di: coperchio corredato di chiusino di ispezione; fori occorrenti per l'attacco delle tubazioni di alimentazione, distribuzione, troppo pieno, e per l'indicatore di livello; piedi di appoggio.

  I serbatoi saranno completi di: raccordo alle tubazioni di carico; valvola con chiusura a galleggiante; bacino di raccolta per le acque provenienti dallo scarico di fondo e dal troppo pieno, con raccordo all'impianto di smaltimento delle acque chiare.

- **Serbatoio di accumulo acqua per uso antincendio e industriale**

  I serbatoi di accumulo per acqua per uso antincendio e industriale avranno la capacità prevista dalle indicazioni progettuali e le seguenti caratteristiche: prefabbricati in blocco unico o costruito in opera in conglomerato cementizio avente Rck $\geq$ 35 MPa, armato con rete di acciaio elettrosaldata Fe B 44k, completo di passo d'uomo munito di botola metallica a tenuta ermetica.

La soletta superiore dovrà essere carrabile e predisposta con attacchi per tubazione di carico, per tubazione di troppo pieno, di utilizzazioni, d'indicatori di livello.

Il serbatoio verrà interrato su letto di sabbia dello spessore di 20 cm e predisposto per gli allacciamenti alla rete idrica di alimentazione, allo scarico per il troppo pieno e di fondo e rinterrato.

- **Gruppi di pressurizzazione per acqua potabile per acqua industriale ed antincendio**

I gruppi di pressurizzazione saranno realizzati secondo le indicazioni di progetto e dovranno avere le seguenti caratteristiche:

saranno automatici del tipo a controllo di flusso (tipo LOWARA), funzionante senza serbatoio autoclave, costituiti essenzialmente da due pompe in parallelo in acciaio inox, per gruppi per acqua potabile e da tre pompe in parallelo per gruppi per acque industriali ed antincendio.

Dovranno essere corredati da due serbatoi a membrana da 24 l (idrosfere), quelli per acqua ad uso potabile; gli altri da tre serbatoi delle stesse caratteristiche. I serbatoi saranno muniti di valvola d'intercettazione a sfera, di regolatore di flusso, di rilevatore di pressione, di collettori di mandata e aspirazione, di valvole a sfera in mandata e in aspirazione, di valvole di ritegno in aspirazione, di sonda contro la marcia a secco, di manometro, di basamento con antivibranti, di quadro elettrico di protezione e comando, di linea elettrica di alimentazione con relativa canalizzazione.

I gruppi per acqua di uso non potabile saranno completati da un serbatoio a membrana aggiuntivo da 100 l, da valvole di ritegno anti colpo d'ariete e da valvola di fondo.

Potenza, prevalenza e portate saranno conformi alle indicazioni progettuali.

- **Impianto sollevamento acque**

L'impianto di sollevamento acque, sarà realizzato secondo le indicazioni di progetto e dovrà avere le seguenti caratteristiche.

A) Per sollevamento acque del cunicolo di stazione:

- coppia di elettropompe autoadescanti complete di salvamotore e disposte in by-pass per il funzionamento alternato;
- tubazioni per pescaggio, by-pass, adduzione e scarico fino al relativo pozzetto;
- valvole e saracinesche in bronzo, dispositivo a galleggiante per l'innesco automatico delle pompe, selettore manuale per l'uso alternato delle pompe, mensole e grappe di fissaggio;

L'impianto sarà completato da: quadro di comando e controllo, linea di alimentazione con relativa canalizzazione, collegamenti elettrici ed idrici, accessori di fissaggio.

B) Per accumulo e pressurizzazione acque potabili:

- autoclave in lamiera di acciaio zincata a caldo internamente ed esternamente, di spessore adeguato secondo gli standard commerciali, a corpo cilindrico e fondi bombati, con selle e piedi di appoggio, completo di attacchi, apertura flangiata per ispezione e pulizia, del tipo a portina per capacità fino a 1000 l, organi di controllo e sicurezza, indicatore di livello, pressostato, livellostato, manometro, valvola di sicurezza tarata e valvola di scarico.

  L'autoclave dovrà risultare rispondente alle Norme vigenti ed emanande ed essere collaudato ISPESL per pressione di esercizio non inferiore a 8 bar. Dato in opera completo di alimentatore automatico, di potenzialità adeguata alla capacità dell'autoclave, per la formazione del cuscino d'aria, rubinetti di intercettazione montati sull'autoclave e saracinesche di intercettazione di rete, collegamenti flessibili alla rete di distribuzione.

- Gruppo per la pressurizzazione di condotte d'acqua, a corredo di autoclave, costituito da coppia di elettropompe con motori aventi ciascuno potenza nominale non inferiore a 1 kW, portata di 60 l/min e prevalenza 30 m.

  Dato in opera completo di quadro elettrico con automatismi di avviamento, controllo di funzionamento e protezione dei due motori, modulo di inversione automatica delle pompe, modulo di controllo livello in autoclave, collegamenti idrici ed elettrici e quant'altro occorre.

30.3.1.7.1 - Apparecchi sanitari

Dovranno essere di primaria casa costruttrice, di prima scelta ed esenti da bolle, falli, screpolature o comunque imperfezioni.

L'Impresa dovrà avere cura di proteggere adeguamente gli apparecchi durante le fasi di magazzinaggio e posa in opera.

Eventuali sostituzioni che si rendessero necessarie per danneggiamenti conseguenti a protezione inadeguata saranno a totale carico dell'Impresa.

30.3.1.7.2 - Sanitari in porcellana dura (vetrochina)

I sanitari in porcellana dura, così come risulta classificata e definita dalla Norma UNI 4542 «Apparecchi sanitari di materiali ceramici - classificazione e definizioni dei materiali», non dovranno presentare imperfezioni d'aspetto né, sia pure in misura minima, il fenomeno della cavillatura dello smalto; dovranno rispondere perfettamente alle prove previste dalle norme UNI 4543 «Apparecchi sanitari di materiali ceramici - Collaudo ed accettazione» ed in particolare:

- resistenza dello smalto all'abrasione: la media delle perdite di massa, espresse in grammi, di cinque provette non dovrà essere superiore a 0,20;

- assorbimento d'acqua nella massa: la media degli assorbimenti percentuali di cinque provette non dovrà superare lo 0,2%;
- resistenza alla flessione: la media delle resistenze a flessione di cinque provette non dovrà essere inferiore a 86 MPa;
- resistenza a flessione per urto: la media delle resistenze a flessione per urto di cinque provette non dovrà essere inferiore a 0,32 MPa;
- lo spessore della massa non dovrà risultare in alcun modo inferiore a 7 mm;
- la frattura dovrà risultare concoide, la massa bianca e di aspetto compatto.

- **Vasi igienici:**

  I vasi igienici da realizzarsi secondo la tipologia prevista in progetto sono:

  - a sedile, a cacciata, con scarico a pavimento o a parete;
  - alla turca, con brida grondante, sifonato.

  I vasi saranno completi di: cassetta di scarico in porcellana dura (vetrochina) della capacità di 15 l, munita di apparecchiatura di scarico con comando pneumatico-meccanico a pulsante; tubo di scarico in piombo del diametro 35÷40 mm parzialmente incassato con le parti in vista e le borchie in ottone cromato; alimentazione idrica munita di rubinetto di intercettazione in ottone cromato e valvola a galleggiante; accessori di fissaggio; collegamento alla colonna di scarico; sedile in materia plastica con coperchio (solo per il tipo a sedile).

  Tipologie e dimensioni come indicate in progetto.

- **Lavabi:**

  Saranno di dimensioni previste dal progetto, dotati di troppo pieno collegato con il tubo di scarico, completi di: due rubinetti DN 15 con bocca di erogazione al centro e piletta con scarico a pistone; sifone con tubo di prolungamento a parete e rosone; canne di presa a squadra con rosette; il tutto in ottone cromato.

  Saranno fissati a parete mediante mensole di sostegno, compreso gli accessori di fissaggio; il tubo di scarico, del materiale come da progetto, sarà incassato nella parete e/o a pavimento e collegato alla colonna di scarico.

- **Bidet:**

  Saranno a brida grondante delle dimensioni di circa 60x35 cm, compreso: due rubinetti DN 15; piletta con scarico a pistone e sifone con tubo di prolungamento a parete con rosone e canne di presa a squadra con rosette; il tutto in ottone cromato.

  Il tubo di scarico, del materiale come da progetto, sarà incassato nella parete e/o a pavimento e collegato alla colonna di scarico.

- **Orinatoi a becco:**

  Saranno a brida grondante, sospesi a parete, delle dimensioni di circa 37x46 cm, compreso: apparecchiatura di erogazione costituita da presa a parete a squadra DN 15 con rosetta, rubinetto DN 15, bicchiere di raccordo e relativa canna; bicchiere di scarico e sifone a bottiglia DN 25 con canna di raccordo a parete e rosone; il tutto in ottone cromato.

  Il tubo di scarico, del materiale come da progetto, sarà incassato nella parete e/o a pavimento e collegato alla colonna di scarico.

30.3.1.7.3 - Sanitari in grès porcellanato (fire clay)

I sanitari in grès porcellanato così come risulta classificato e definito dalla citata norma UNI 4542, dovranno essere:

- inattaccabili agli acidi e liscive concentrate;
- impermeabili ai liquidi e ai gas;
- resistenti a repentini sbalzi di temperatura (fino a 373 K);
- non presentare, neppure in misura minima, fenomeni di cavillatura.

Inoltre saranno dotati di troppo pieno collegato con lo scarico.

- **Lavabi a canale:**

  I lavabi a canale, da realizzarsi secondo la tipologia e le dimensioni previste in progetto, saranno completi di: gruppi di erogazione, ciascuno con due rubinetti DN 15 e bocca centrale girevole, con relative canne di presa a squadra e rosette; piletta con tappo a catenella; sifone a bottiglia del DN 32 con tubo di prolungamento a parete e rosone; il tutto in ottone cromato.

  Lo scarico sarà in tubo, del materiale come da progetto, incassato nella muratura e/o a pavimento e collegato alla colonna di scarico.

- **Lavelli:**

  I lavelli, da realizzarsi secondo la tipologia e dimensioni previste in progetto, saranno completi di: gruppi di erogazione, ciascuno con due rubinetti DN 15 e bocca centrale girevole, con relative canne di presa a squadra e rosette; piletta con tappo a catenella; sifone a bottiglia del DN 32 con tubo di prolungamento a parete e rosone; il tutto in ottone cromato.

  Lo scarico sarà in tubo, del materiale come da progetto, incassato nella muratura e/o a pavimento e collegato alla colonna di scarico.

30.3.1.7.4 - Sanitari in acciaio porcellanato

Nei sanitari in acciaio porcellanato il rivestimento protettivo, applicato a caldo, dovrà avere resistenza agli acidi, alla soda caustica ed all'urto secondo le prescrizioni delle Norme di unificazione UNI 5717-71, UNI 6724-70, UNI 6725-70.

Dovranno essere:

- esenti nella porcellanatura da bolle, ribollimenti, crateri e punte di spillo che mettano a nudo il supporto metallico;
- esenti da cavillature, unghiature e scheggiature;
- esenti da grumi, gocce od avvallamenti dello smalto sulla superficie e macchie di colore o tonalità diverse;
- la finitura del bordo deve essere tale da non compromettere l'allineamento della piastrellatura di rivestimento;
- esenti da ritocchi di vernici od altri prodotti.

- **Vasche da bagno:**

  Saranno rettangolari, delle dimensioni di 170x70 cm, complete di: gruppo di erogazione esterno con due rubinetti DN 15, bocca centrale DN 20, doccia flessibile, piletta DN 32 con tappo a catenella, troppo pieno; il tutto in ottone cromato.

  Il tubo di scarico, nel materiale come da progetto, per raccordare il troppo pieno e per il collegamento alla colonna di scarico, sarà incassato sottopavimento; le pareti laterali di tamponatura saranno realizzate in laterizi forati posti in foglio, intonacate e predisposte per il rivestimento.

- **Piatti per doccia:**

  Saranno delle dimensioni di 80x80 cm, con apparecchiatura completa costituita da: due rubinetti da incasso DN 15, braccio fisso con soffione DN 15, piletta a griglia DN 32 completa di sifone a barilotto; il tutto in ottone cromato.

  Il tubo di scarico in piombo, PVC, o Pead, secondo le scelte progettuali, sarà incassato a pavimento e collegato alla colonna di scarico.

  Quando previsto in progetto, la coppia di rubinetti verrà sostituita con gruppo miscelatore di tipo monocomando.

30.3.1.7.5 - Arredo per bagno disabili

Il bagno, ad uso di persone con attività motoria limitata, sarà realizzato secondo la normativa vigente e composto essenzialmente da:

- lavabo in vetrochina bianco regolabile in altezza, munito di rubinetteria con comando a leva e corredato di tubo di scarico (30 mm minimo); tubazione di adduzione in acciaio zincato trafilato s.s. da DN 15; sifone a bottiglia e piletta da DN 25; tubi flessibili; rubinetto; portasapone; raccorderie e accessori d'installazione;
- vaso di cacciata in vetrochina per persone con attività motoria limitata completo di: sedile con coperchio in plastica, cassetta in vetrochina completa di rubinetto d'arresto con valvola a galleggiante e cacciata a

pulsante, tubazione di adduzione in acciaio zincato trafilato s.s. da DN 15, tubo flessibile, tubo di scarico (30 mm minimo), raccorderie e accessori d'installazione; portacarta;

- maniglioni e corrimano per persone con attività motoria limitata in tubo di acciaio con rivestimento in nylon ultramide estruso s.s. del diametro 3,5 mm, fissato con tasselli ad espansione in acciaio, corrente lungo il perimetro e sulla porta;
- impianto idrico di alimentazione in acciaio zincato;
- tubazione di scarico in PVC del diametro 110 mm; opere murarie; ogni altra prestazione, fornitura ed onere.

30.3.1.7.6 - Scaldacqua

Saranno composti essenzialmente da un serbatoio in acciaio avente superficie interna vetrificata e superficie esterna rivestita con materiale coibente; il serbatoio sarà carenato con lamiera in acciaio, smaltata sulla superficie esterna:

- termoelettrico, garantito 5 anni, munito di doppia alimentazione costituita da: resistenza elettrica corazzata in tubo di rame e serpentina in rame collegata con l'impianto di termosifone, completa di valvola e detentore, termostato graduabile, valvole di sicurezza, termometro, due saracinesche per il circuito dell'acqua sanitaria, flessibili, borchie cromate, ecc.;
- elettrico, garantito 5 anni, munito di resistenza elettrica corazzata in tubo di rame, corredato di: termostato graduabile, valvola di sicurezza, termometro, due saracinesche.

L'impianto sarà completato da: staffe di fissaggio; allacciamenti alle reti: idrica, elettrica e di riscaldamento (se previsto); linea elettrica e relativa canalizzazione, completa di comando mediante interruttore bipolare; il tutto in esecuzione stagna IP55.

La tipologia e la capacità sono indicate in progetto.

30.3.1.7.7 - Pilette

Pilette di raccordo e/o scarico a pavimento saranno in polietilene ad alta densità del diametro di 100 mm e aventi connessione di scarico del diametro non inferiore a 63 mm; complete di: sifone; coperchio o griglia in acciaio inox; collegamenti alle tubazioni in entrata e alla colonna di scarico, secondo le indicazioni di progetto.

30.3.2 - Impianto di riscaldamento e condizionamento

(si richiama la norma CEI 64.8 per i collegamenti equipotenziali delle parti metalliche)

30.3.2.0 - Centrale termo-frigorifera

La centrale termo-frigorifera, realizzata secondo i disegni di progetto, sarà costituita essenzialmente da:

caldaia:

per la produzione di acqua calda fino a 373 K, di tipo monoblocco a combustione pressurizzata, in acciaio, completa della strumentalizzazione e dispositivi prescritti, adatta per combustione di gasolio, con focolare in acciaio a forte spessore, fascio tubiero costituito da tubi lisci saldati a piastre di notevole spessore con turbolatori elicoidali in acciaio INOX AISI 316, di potenzialità termica utile non inferiore a 58.000 W, aventi le seguenti caratteristiche:

- targa di costruzione inamovibile riportante i seguenti dati:
  1. nome del costruttore
  2. numero di fabbrica
  3. potenzialità al focolare espressa in KW o in Kcal/h
  4. potenzialità utile espressa in KW o in Kcal/h;
  5. combustibile utilizzato
  6. pressione massima di esercizio espressa in Kg/cm² o bar
  7. estremi di approvazione ISPESL del prototipo del gruppo termico;
- temperatura dell'acqua non superiore a quella di ebollizione a pressione atmosferica e pressione massima di esercizio pari a 5 bar, camera di combustione rivestita internamente con materiale di qualità;
- rivestimento della caldaia con mantello in lamiera di acciaio verniciato a fuoco coibentato con uno strato di lana di roccia dello spessore di almeno 5 cm;
- foro spia per il controllo della fiamma;
- rubinetto di scarico a maschio;
- termometro con fondo scala non superiore a 120 °C;
- manometro con scala graduata in Kg/cm² o m c.a. sulla quale deve essere evidenziata la massima pressione di esercizio del generatore di calore, fondo scala adeguato alla massima pressione di esercizio dell'impianto;
- pozzetto con diametro interno minimo ø=10 mm per il controllo termometrico ISPESL;
- pirometro a placca fumi su asola predisposta 20x10 cm sul camino;
- attrezzi per la pulizia e tutte le dotazioni della casa costruttrice.

La caldaia, completa di basamento in profilati di acciaio, dovrà essere ispezionabile anteriormente attraverso la portina porta-bruciatore e la portina di pulizia del fascio tubiero, posteriormente attraverso la portina di ispezione della cassa-fumo; il rendimento globale, valutato secondo le direttive della

Legge 10 del 9/1/1991 e relativo regolamento D.P.R. 412 del 28/8/1993, dev'essere non inferiore al 90%.

Dovrà essere fornita e posta in opera con la camera di combustione rivestita con materiale refrattario di qualità e completa della strumentazione e dispositivi prescritti dalle disposizioni di legge vigenti in materia di sicurezza, antincendio, contenimento consumi ed antinquinamento, indipendentemente dalla potenzialità ed ubicazione dell'impianto.

Di seguito si elencano le strumentazioni ed i dispositivi più significativi: termostato di regolazione; termostato di sicurezza; pressostato di blocco del bruciatore a riarmo manuale; dispositivo per asservimento del funzionamento bruciatore alla circolazione dell'acqua; fusibili ed interruttore di linea; manometro completo di rubinetto presa pressione; tronchetto flangiato misuratore di portata; saracinesche di intercettazione;

Bruciatore:

del tipo elettronico, di potenzialità adeguata a quella della caldaia, con grado di protezione secondo normativa e provvisto di tutte le apparecchiature regolamentari di funzionamento, controllo e sicurezza secondo quanto previsto da normative VV.F, ISPESL e UNI; in particolare:

- targa inamovibile riportante la massima potenzialità del bruciatore (da riprodurre con adesivo anche sul mantello esterno);
- serranda per l'intercettazione automatica dell'aria comburente nei periodi di arresto del bruciatore;
- dispositivo di arresto dell'alimentazione del combustibile al bruciatore nel caso di mancanza della fiamma entro i tempi di sicurezza previsti dalla vigente normativa con blocco finale e reinserimento manuale (eventuali dispositivi automatici devono prevedere non più di tre tentativi di riaccensione nei tempi di sicurezza di cui sopra);
- elettroventilatore centrifugo per l'aria comburente con lavaggio del focolare durante i cicli di accensione per tempi non inferiori a quelli previsti dalla vigente normativa VV.F.;
- pulsante per lo sblocco manuale del bruciatore;
- pressostato a riarmo manuale, avente grado di protezione non inferiore a IP44;
- termostato di regolazione con elemento sensibile immerso nella corrente fluida, indipendente negli organi di comando e controllo dal precedente;
- rubinetto a sfera per intercettazione gasolio;
- contaore di funzionamento del bruciatore.

Elettropompe centrifughe:

Ogni gruppo di spinta sarà composto da: due elettropompe centrifughe di tipo in linea per la circolazione dell'acqua calda, di cui una di riserva, di portata,

prevalenza e potenza come indicate in progetto, grado di protezione non inferiore a IP 44, a funzionamento silenzioso e con controllo visivo del senso di rotazione; saranno previsti collettori di aspirazione e di mandata completi di rubinetti di drenaggio, quattro saracinesche, due valvole di ritegno, giunti antivibranti e quattro manometri con rubinetto di prova.

Flussostato:

È previsto un flussostato di sicurezza sul circuito acqua di riscaldamento.

Elettropompa anticondensa:

L'elettropompa anticondensa, di tipo in linea, portata 1000 l/h, prevalenza 0,05 MPa (5 m c.a.), potenza non inferiore a 125 W, per il ricircolo dell'acqua calda sulla caldaia avrà anche funzione di alimentazione del bollitore per la produzione dell'acqua calda sanitaria; sarà completa di valvole di intercettazione e valvola di ritegno.

Vaso di espansione:

Il vaso di espansione chiuso, del tipo a membrana precaricato, collaudato ISPESL, di capacità come riportata in progetto, avrà le seguenti caratteristiche:

- pressione massima di esercizio non inferiore al valore della pressione di taratura della valvola di sicurezza;
- pressione di precarica 0,17 MPa (1,7 bar);
- libretto matricolare di qualifica nel caso il vaso rientri nella categoria dei recipienti in pressione soggetti al controllo ISPESL;
- targa di costruzione recante il nome del costruttore, numero di fabbrica, anno di costruzione, pressione di progetto;

inoltre dovrà essere munito dei dispositivi di sicurezza previsti dalla norma di legge vigente.

Gruppo di riempimento e di regolazione della pressione:

Sul circuito di acqua calda, sarà previsto:

- il gruppo di riempimento automatico composto da: riduttore e regolatore di pressione, dotato di manometro, gruppo disconnettore di linea, valvole di intercettazione;
- separatore d'aria completo di valvola automatica di sfogo aria;
- valvola a scarico termico.

Raccordo caldaia canna fumaria:

Il raccordo caldaia-canna fumaria sarà realizzato in lamiera di acciaio inox a doppia parete e posato con andamento suborizzontale ascendente con pendenza non inferiore al 5%, avente le seguenti caratteristiche costruttive:

- il diametro interno sarà indicato in progetto, comunque la sezione del raccordo non dovrà essere inferiore e/o superiore al 30% alla sezione del camino e dovrà essere raccordato a quest'ultimo ad una quota tale da garantire una camera di raccolta incombusti di altezza non inferiore a 0,5 m;
- la coibentazione, all'interno dell'intercapedine, sarà realizzata con vermiculite ad alta densità, spessore tale da garantire che in nessun punto della superficie esterna la temperatura sia superiore ai 50 °C, e in ogni caso non inferiore a 50 mm;
- il foro del diametro di 50 mm con chiusura ermetica metallica per il rilevamento delle caratteristiche dei fumi;
- adeguato registro se non esiste un sistema di regolazione del tiraggio.

Bollitore:

Il bollitore, per la produzione di acqua calda sanitaria, sarà di tipo verticale, in acciaio inossidabile con isolamento termico di forte spessore in poliuretano espanso e copertura in PVC, completo di piedi di appoggio; dovrà avere capacità minima 500 l e completo di componenti ed accessori quali: valvole di intercettazione, valvola miscelatrice a 3 vie sul circuito primario per il controllo della temperatura dell'acqua sanitaria, valvola di sicurezza, termometro, resistenza elettrica ausiliaria, trifase, da 10.000 W, valvola per lo scarico.

Elettropompa per il ricircolo dell'acqua calda sanitaria:

L'elettropompa per il ricircolo dell'acqua calda sanitaria sarà di tipo centrifuga, in linea, completa di valvole di intercettazione e valvola di ritegno.

Gruppo frigorifero:

Il gruppo frigorifero, del tipo a pompa di calore, per la produzione di acqua refrigerata ed acqua calda, di potenzialità frigorifera 55 kW, di tipo monoblocco con condensatori raffreddati ad aria, sarà posizionato all'esterno del locale centrale termo-frigorifera, ed avrà le seguenti caratteristiche:

- struttura portante in lamiera zincata o in profilato di alluminio anodizzato e pannellature eseguite in lamiera zincata di forte spessore e con bulloneria inox;
- pannelli interamente isolati con materassino e guarnizioni per la tenuta all'aria;
- due compressori ermetici, protezione sugli avvolgimenti del motore e riscaldatore del carter, montati su supporti antivibranti, e caricati con gas frigogeno HCFC R22.

  Ogni compressore dovrà essere dotato di interruttore magnetotermico automatico, termostato di protezione sui gas di mandata, protezione contro le anomalie della resistenza di riscaldamento dell'olio; dovrà essere, inoltre,

dotato di pompa olio autoadescante reversibile e fornito completo di carica olio incongelabile;

- dispositivo per l'avviamento in sequenza dei compressori;
- due circuiti frigoriferi, indipendenti, dotati di silenziatore sulla mandata del gas, valvola di non ritorno, valvola di sicurezza, filtro disidratatore, vetro spia, valvola di espansione di tipo elettronica comandata da microprocessore tale da ridurre gli assorbimenti elettrici nelle stagioni intermedie e nei periodi di funzionamento a temperatura esterna inferiore a quella di progetto;
- condensatore ad aria con batteria a pacco con tubi di rame ed alettatura in alluminio;
- evaporatore a fascio tubiero mandrinati alle due estremità e testate smontabili, attacchi idraulici con flange piane, completo di resistenza elettrica a contatto, ad inserimento automatico, per la protezione contro il gelo e relativo termostato;
- dispositivo di sbrinamento automatico;
- bacinella di raccolta acqua di sbrinamento;
- ventilatori a profilo alare con anello volvente e velocità di rotazione 750 giri/min, equilibrati staticamente e dinamicamente, protetti con griglia metallica;
- dispositivo per il controllo della condensazione per evitare formazioni di ghiaccio che possono verificarsi a causa delle basse temperature anche medio-stagionali;
- complesso di apparecchiature per la regolazione e il controllo delle varie sezioni dell'impianto frigorifero e particolarmente per le apparecchiature di sicurezza atte a provocare l'arresto dei compressori in seguito ad alta o bassa pressione del fluido frigorifero, nonché quanto stabilito dalle vigenti normative ISPESL;
- pressostati doppi di sicurezza per alta e bassa pressione;
- termostato di sicurezza antigelo sull'acqua refrigerata;
- termostato limite sull'aria esterna con indicazione digitale della temperatura;
- termostati di funzionamento a due stadi per acqua calda e acqua refrigerata con indicazione della temperatura su ingresso e uscita acqua;
- quadro bordo macchina, corredato di una o più targhe marcate in maniera indelebile poste in modo da essere visibili e leggibili. Su dette targhe dovranno essere riportate le informazioni di cui ai punti 5.1 della Norme CEI 17-13/1 come:

  1. nome e marchio di fabbrica del Costruttore;

2. tipo o numero di identificazione che renda possibile ottenere dal Costruttore tutte le informazioni indispensabili;
3. tensione di funzionamento nominale;
4. tenuta del cortocircuito.

Il quadro elettrico sarà completo di:

· interruttori generali blocco-porta;

· interruttori magnetotermici a protezione di ogni carico;

· temporizzatori per il ritardo alla partenza dei compressori;

· contaore di funzionamento dei compressori;

· invertitore sequenza avviamento dei compressori;

· condensatore di rifasamento tale da avere nelle condizioni di esercizio $\cos\Phi > 0,9$ per ciascun compressore;

· fusibili di protezione del tipo indicato dalla Casa.

Elettropompe centrifughe per la circolazione dell'acqua refrigerata:

Saranno installate due elettropompe centrifughe di tipo in linea per la circolazione dell'acqua refrigerata, di cui una di riserva, con girante bilanciata staticamente e dinamicamente, velocità non superiore a 1500 giri/min, del tipo a funzionamento silenzioso e con controllo visivo del senso di rotazione; classe di protezione non inferiore a IP 44.

Saranno corredate di collettori di aspirazione e di mandata completi di rubinetti di drenaggio, quattro saracinesche, due valvole di ritegno, quattro manometri con rubinetto di prova, giunti antivibranti; tutti i materiali e guarnizioni saranno adatte alle temperature dei fluidi.

Vaso di espansione chiuso:

Il vaso di espansione chiuso sarà del tipo a membrana precaricato, collaudato ISPESL, capacità come riportata in progetto, ed avrà le seguenti caratteristiche:

- pressione massima di esercizio non inferiore al valore della pressione di taratura della valvola di sicurezza;
- pressione di precarica 0,17 MPa (1,7 bar);
- libretto matricolare di qualifica nel caso il vaso rientri nella categoria dei recipienti in pressione soggetti al controllo ISPESL;
- targa di costruzione recante il nome del costruttore, numero di fabbrica, anno di costruzione, pressione di progetto;

inoltre dovrà essere munito dei dispositivi di sicurezza previsti dalla norma di legge vigente.

Gruppo di riempimento e di regolazione della pressione:

Sul circuito di acqua refrigerata, sarà previsto:

- il gruppo di riempimento automatico composto da: riduttore e regolatore di pressione, dotato di manometro, gruppo disconnettore di linea, valvole di intercettazione;
- separatore d'aria completo di valvola automatica di sfogo aria.

Flussostato:

È previsto un flussostato di sicurezza sul circuito acqua refrigerata.

Serbatoi inerziali:

Due serbatoi inerziali serviranno per l'accumulo separato dell'acqua refrigerata e di quella calda prodotte dal gruppo frigorifero a pompa di calore, capacità minima 1.000 l, di tipo verticale in acciaio inossidabile, completi di isolamento termico ad elevato spessore in poliuretano espanso, rivestito esternamente in PVC, valvole di intercettazione e by-pass, valvole di sfiato e di drenaggio, termometro e manometro.

Collettori di mandata e di ritorno:

I collettori di mandata e di ritorno saranno realizzati in tubo di acciaio al carbonio del tipo Mannesman senza saldatura, verniciati con due mani di antiruggine, completi di stacchi valvolati per il collegamento con i circuiti produzione acqua calda ed acqua fredda e con i circuiti di alimentazione unità di trattamento aria primaria e fan-coils; saranno inoltre completi di termometri, manometri e valvole di drenaggio.

Tubazioni in acciaio al carbonio del tipo Mannesman:

Le tubazioni di mandata e di ritorno saranno realizzate in tubo di acciaio al carbonio del tipo Mannesman senza saldatura, di diametro come indicato in progetto, verniciate con due mani di antiruggine.

Coibentazione:

La coibentazione di tutte le linee ed i collettori in centrale termica, comprese le linee di collegamento con il gruppo frigorifero, saranno realizzate con guaine tubolari flessibili a cellule chiuse a base di gomma sintetica di densità non inferiore a 45÷55 kg/m³, di tipo autoestinguente, appartenente alla classe I di reazione al fuoco, con spessore conforme alle normative vigenti; la coibentazione delle tubazioni in vista, all'interno del fabbricato, o posate all'interno di cunicoli, sarà realizzata con finitura esterna in lamina di PVC autoavvolgente(isogenopak) mentre per le tubazioni, in vista, in prossimità del gruppo frigorifero sarà finita con lamierino di alluminio.

Valvole motorizzate:

Saranno installate valvole motorizzate, asservite al sistema di controllo, necessarie per la commutazione automatica del circuito pompa di calore da funzionamento estivo a funzionamento invernale, dotate di by-pass. Tutte le

valvole motorizzate asservite al sistema di controllo dovranno avere la possibilità di essere posizionate in manuale in caso di disservizi del sistema.

Quadro elettrico:

Il quadro elettrico di comando e controllo della centrale termo-frigorifera, realizzato secondo i disegni di progetto, comprenderà interruttori, salvamotori e spie, avrà grado di protezione minimo IP55 e sarà predisposto per l'alimentazione di tutti i componenti costituenti la centrale termo-frigorifera, e per il collegamento con il sistema di regolazione e controllo.

30.3.2.0.1 - Quadro di sezionamento a norme VV.F.

All'esterno del locale adibito a centrale termica, in posizione visibile e facilmente accessibile, sarà posto un quadretto di sicurezza a rottura di vetro, grado di isolamento IP 55, per il sezionamento della linea luce e linea F.M. prima dell'ingresso nel locale, come richiesto dalla normativa VV.F., composto essenzialmente da:

- cassetta in lamiera elettrozincata rossa, munita di serratura con chiave;
- interruttore magnetotermico 1+N - 10 A, per il sezionamento linea luce;
- interruttore magnetotermico 3+N - 63 A, per il sezionamento della linea per il quadro di centrale;
- martelletto per rottura vetro;
- n° 2 spie luminose per segnalazione presenza rete.

30.3.2.1 - Centrale termica

Costituita da:

- caldaia per produzione acqua calda fino a 373 K, tipo monoblocco a combustione pressurizzata con focolare in acciaio a forte spessore, fascio tubiero costituito da tubi lisci saldati a piastre di notevole spessore con turbolatori elicoidali in acciaio INOX AISI 316; mantello in pannelli di lamiera di acciaio verniciato a fuoco coibentati con uno strato di lana di roccia dello spessore di almeno 5 cm; basamento in profilati di acciaio.

  Dovrà essere ispezionabile anteriormente attraverso la portina porta-bruciatore e la portina di pulizia del fascio tubiero, posteriormente attraverso la portina di ispezione della cassa-fumo.

  Per potenze termiche medio-basse il corpo caldaia potrà essere in ghisa ad elementi, con mantello in lamiera verniciata a fuoco e coibentato con uno strato di lana di roccia.

  La caldaia adatta per la combustione prevista in progetto, il cui rendimento globale, valutato secondo le direttive della Legge 10 del 9/1/1991 e relativo regolamento D.P.R. 412 del 28/8/1993, dev'essere non inferiore al 90%.

  Dovrà essere fornita e posta in opera con la camera di combustione rivestita con materiale refrattario di qualità e completa della strumentazione e

dispositivi prescritti dalle disposizioni di legge vigenti in materia di sicurezza, antincendio, contenimento consumi ed antinquinamento, indipendentemente dalla potenzialità ed ubicazione dell'impianto.

Di seguito si elencano le strumentazioni ed i dispositivi più significativi: termostato di regolazione; termostato di sicurezza; pressostato di blocco del bruciatore a riarmo manuale; dispositivo per asservimento del funzionamento bruciatore alla circolazione dell'acqua; termometro; fusibili ed interruttore di linea; manometro completo di rubinetto presa pressione; tronchetto flangiato misuratore di portata; saracinesche di intercettazione; rubinetto di scarico;

- bruciatore del tipo elettronico, di potenzialità adeguata a quella della caldaia, fissato alla stessa mediante apposita flangia, completo essenzialmente di: trasformatore di accensione, pannello elettronico di controllo fiamma; fotoresistenza; temporizzatore; relè termico; pulsante di sblocco; rubinetti a sfera di intercettazione;
- due circolatori d'acqua, di portata e prevalenza secondo le previsioni progettuali, installati su by-pass, comprese quattro saracinesche, due valvole di ritegno, giunti antivibranti, manometri; classe di protezione non inferiore a IP 44;
- flussostato;
- elettropompa anticondensa, di portata e prevalenza secondo le prescrizioni progettuali, per il ricircolo dell'acqua calda sulla caldaia, compreso valvole di intercettazione e termostato;
- vaso di espansione chiuso, del tipo a membrana precaricato, collaudato ISPESL, di capacità secondo le prescrizioni progettuali, completo di: separatore di aria; valvola di sfogo aria; valvola a scarico termico; gruppo automatico di riempimento completo di rubinetto a sfera d'intercettazione e disconnettore;
- apparato elettronico per la regolazione del funzionamento dell'impianto, costituito essenzialmente da: valvola miscelatrice a tre vie con servocomando, sonda esterna e sonda interna per la regolazione della temperatura dell'acqua di mandata in funzione delle condizioni climatiche esterne;
- orologio programmatore settimanale, con riserva di carica, per il funzionamento intermittente dell'impianto con accensione e spegnimento del bruciatore e dei circolatori anche in più fasi durante l'arco delle ventiquattro ore;
- raccordo caldaia-canna fumaria, realizzato con tubazione in acciaio di spessore non inferiore a 3 mm, appositamente coibentata;
- tubazioni in acciaio al carbonio del tipo Mannesman senza saldatura, verniciate con due mani di antiruggine e coibentate con coppelle di lana di vetro della densità di 56÷80 kg/m³, dello spessore prescritto dalla legge 10

del 9/1/1991 e D.M. n. 1.052 del 28/6/1977, rivestite esternamente con lamina in P.V.C. rigido saldato ed incollato, per i soli collegamenti all'interno del locale centrale termica, tra caldaia, circolatori, vaso di espansione e rete di distribuzione in andata e ritorno;

- quadretto esterno di sicurezza a rottura di vetro per centrale termica, IP 55, a norme VV.FF., per sezionamento linee luce e F.M., composto da:

. cassetta in lamiera elettrozincata rossa, munita di serratura con chiave;

. interruttore magnetotermico 1+N - 10 A;

. interruttore magnetotermico 3+N - 32 A;

. martelletto per rottura vetro;

. n. 2 spie luminose per segnalazione presenza rete.

- linea elettrica di alimentazione della centrale termica, in derivazione dal quadro elettrico principale del fabbricato ed impianto di terra per la protezione contro le tensioni di contatto;
- quadro elettrico di comando e controllo di centrale termica, comprese linee, interruttori, salvamotori e spie, grado di protezione non inferiore a IP 44;

La messa in opera della centrale comprende anche la posa delle apparecchiature, il fissaggio delle stesse mediante grappe, staffe, ecc., i basamenti di appoggio della caldaia, dei circolatori, della elettropompa e delle altre apparecchiature; il raccordo e gli accessori della canna fumaria.

La potenzialità, la tipologia e le caratteristiche tecniche dei vari componenti l'impianto, dovranno essere corrispondenti alle indicazioni riportate negli elaborati di progetto.

30.3.2.2 - Centrale frigorifera

Costituita da:

- gruppo per la produzione di acqua refrigerata a 280 K composto essenzialmente di uno o più compressori di tipo ermetico o semiermetico alternativo montati su supporti antivibranti e caricati di frigogeno R22; circuito frigorifero con silenziatore sulla mandata del gas, valvola di non ritorno, valvola di sicurezza, filtro disidratatore, vetro spia, valvola di espansione termostatica; evaporatore a tubi coassiali con cavo elettrico di riscaldamento contro il gelo e relativo termostato; condensatore ad aria con batteria a pacco con tubi di rame ed alettatura in alluminio; ventilatori di tipo elicoidale o centrifugo, equilibrati staticamente e dinamicamente, protetti con griglia metallica; pressostato di alta e bassa per l'arresto del compressore in caso di pressioni anomale; termostato di sicurezza all'uscita dell'evaporatore, atto all'arresto del compressore in caso di formazioni di ghiaccio nello scambiatore; dispositivo di parzialializzazione per potenzialità superiori a 23.000 W;

- due elettropompe centrifughe di circolazione dell'acqua refrigerata, di portata e prevalenza secondo le previsioni progettuali, direttamente accoppiate a motore elettrico, con girante bilanciata staticamente e dinamicamente; velocità non superiore a 1500 giri/min; materiali e guarnizioni adatte alle temperature dei fluidi; motori protetti autoventilanti con avviamento in corto circuito, 4 poli; alimentazione 380 V-trifase-50 Hz.

  Le elettropompe devono essere complete di giunti antivibranti, quattro valvole di intercettazione, due valvole di ritegno, controflange, guarnizioni, manometri.

  Classe di protezione non inferiore a IP 44;

- vaso di espansione in lamiera di acciaio zincata, collaudato ISPESL, del tipo chiuso con membrana, precaricato, di capacità secondo le prescrizioni progettuali, completo di gruppo automatico di riempimento e valvola a sfera d'intercettazione, disconnettore;

- complesso di regolazione per il funzionamento dell'impianto costituito da valvola miscelatrice a tre vie con servocomando, completa di sonda ad immersione per la regolazione della temperatura dell'acqua di mandata e regolatore di temperatura;

- flussostato;

- serbatoio inerziale, di capacità secondo le prescrizioni progettuali, completo di isolamento termico in lana di roccia e tre valvole di intercettazione;

- tubazioni in acciaio al carbonio tipo Mannesman senza saldatura, verniciate con due mani di antiruggine e coibentate con coppelle di lana di vetro della densità di 56÷80 kg/m³, dello spessore prescritto dalle vigenti norme di legge per i collegamenti tra gruppo refrigerante, elettropompe, vaso di espansione, serbatoio inerziale e rete di distribuzione in andata e ritorno.

  Per i soli tratti a vista, all'interno del locale centrale, le tubazioni saranno rivestite esternamente con lamina in PVC rigido saldato ed incollato;

- linea elettrica di alimentazione della centrale frigorifera, linee di comando e segnalazioni, in derivazione dal quadro elettrico principale del fabbricato ed impianto di terra per la protezione contro le tensioni di contatto;

- quadro elettrico di comando e controllo di centrale frigorifera, comprese linee, interruttori, salvamotori e spie, grado di protezione IP 44;

La messa in opera della centrale frigorifera comprende anche la posa delle apparecchiature, il fissaggio delle stesse mediante grappe, staffe, ecc., il basamento di appoggio del gruppo refrigerante.

La potenzialità, la tipologia e le caratteristiche tecniche dei vari componenti l'impianto dovranno essere corrispondenti alle indicazioni riportate negli elaborati di progetto.

30.3.2.3 - Unità di trattamento aria

Del tipo a sezioni modulari componibili, realizzata con struttura portante in profilati in lega di alluminio o in acciaio inox e con pannelli di chiusura del tipo sandwich.

I pannelli sandwich saranno realizzati con doppia lamiera esterna ed isolamento interno in poliuretano espanso iniettato a pressione dello spessore minimo di 30 mm.

Le unità di trattamento aria, in funzione del tipo d'impianto di cui andranno a far parte, saranno costituite essenzialmente da:

- sezione di presa dell'aria esterna con una serranda di taratura del tipo con aletta accoppiata a contrasto;
- sezione di miscela dell'aria esterna e dell'aria di ricircolo, completa di due serrande di taratura, del tipo sopra descritto;
- sezione filtrante contenente filtri rigenerabili a celle, con efficienza superiore all'80% misurata con il metodo ASURAE 52-68 colorimetrico;
- sezione di scambio termico contenente una batteria di preriscaldamento del tipo a pacco con tubi di rame ad aletta a piastra continua in alluminio.

  I tubi saranno mandrinati meccanicamente entro le alette.

  Il telaio di contenimento sarà in lamiera zincata di forte spessore.

  I collettori di distribuzione dell'acqua, in tubo di acciaio, saranno ubicati all'interno della sezione di scambio; saranno dotati di attacchi filettati e muniti di tappo di spurgo e scarico;
- sezione di scambio termico contenente una batteria di raffreddamento e deumidificazione del tipo sopra descritto.

  In linea generale la batteria avrà otto ranghi se destinata al trattamento di tutta aria esterna e sei ranghi se destinata al trattamento di una miscela di aria esterna e di aria interna di ricircolo;
- sezione di scambio termico contenente una batteria di post-riscaldamento del tipo sopra descritto;
- sezione ventilante contenente un ventilatore centrifugo a doppia aspirazione a pale in avanti azionato da motore elettrico mediante trasmissione con pulegge a gole e cinghie trapezoidali.

  Il motore elettrico sarà montato all'interno della sezione su basamento con slitta e galoppini muniti di bulloni per registrare la tensione delle cinghie.

  Il basamento sarà fissato alla sezione mediante supporti antivibranti;
- sezione di umidificazione a ricircolo del tipo a pacco di contatto, completa di: bacino di contenimento acqua in acciaio zincato, elettropompa di ricircolo con filtro in acciaio inox sull'aspirazione, valvola a

galleggiante, rubinetto di scarico, tubazione di troppopieno; l'efficienza di saturazione sarà non inferiore all'80%.

La potenzialità, la tipologia e le caratteristiche tecniche dei vari componenti l'impianto dovranno essere corrispondenti alle indicazioni riportate negli elaborati di progetto.

30.3.2.3.1 - Torrini di presa aria esterna

I torrini di presa aria, per le unità di trattamento aria, saranno realizzati in acciaio inox a sezione quadrangolare o circolare autoportante, conforme a quanto riportato negli elaborati di progetto, con le necessarie caratteristiche di stabilità e resistenza agli agenti atmosferici e muniti di bocca di aspirazione antipioggia con rete antivolatile, di caratteristiche tali da garantire una velocità di ingresso aria molto bassa anche nel periodo invernale, in presenza di alta umidità, con la possibile formazione di ghiaccio; i torrini saranno fissati ai sottostanti cassonetti.

I cassonetti saranno realizzati con struttura metallica in lamiera di acciaio spessore 15/10 mm, internamente verniciata a forno con resine epossidiche dopo la lavorazione e con intelaiatura in alluminio e pannellature in lamiera di acciaio zincato plastificato, munite di portella di ispezione; saranno vincolati, ad una struttura metallica in profilati leggeri fissati alla parete esterna della chiostrina mediante ancoraggi ad espansione, come riportato negli elaborati di progetto.

All'interno dei cassonetti, tramite staffe e guide di sostegno, saranno installate:

- le sezioni filtranti, a media efficienza, con telaio provvisto di rete facilmente sfilabile dalla guida per la frequente manutenzione;
- le batterie di riscaldamento aria ad alimentazione elettrica con funzione antigelo;
- i pressostati differenziale per la rilevazione dei filtri intasati.

30.3.2.4 - Tubazioni

La posa in opera delle tubazioni dovrà essere fatta a regola d'arte, evitando che possano determinarsi trasmissioni di rumori o vibrazioni alle strutture; saranno poste in opera incassate nelle murature, a vista o posate entro cunicoli prefabbricati.

La lavorazione sarà completa di staffe ed accessori di ancoraggio e delle relative opere murarie.

I passaggi delle tubazioni attraverso pareti e solai dovranno essere sempre eseguiti con impiego di manicotti di diametro adeguato per permettere l'eventuale rivestimento con materiale isolante.

Dovranno prevedersi adeguate pendenze per avere il naturale sfogo dell'aria verso l'alto e lo scarico dell'acqua verso il basso.

Gli sfoghi d'aria dovranno essere di tipo automatico.

I sostegni delle tubazioni saranno in acciaio del tipo a collare o del tipo a mensola o sella con staffe di sostegno.

I punti fissi dovranno essere ancorati adeguatamente alle strutture, previa approvazione da parte della Direzione Lavori.

- **Tubi in acciaio nero** al carbonio di qualità A00 UNI 663, senza saldatura del tipo GAS UNI 8863 o bollitore UNI 4991, completo di pezzi speciali in ghisa malleabile (giunti, manicotti, riduzioni, gomiti, ecc.) e verniciatura con due mani di antiruggine.
- **Tubi in rame** senza saldatura: in rame ricotto con spessore di 1 mm per diametri esterni fino a 22 mm e in rame crudo per tubi con spessore da 1,5÷2,0 mm per diametri superiori, congiunti mediante brasatura capillare con lega Sn Ag ad alta percentuale di argento, compreso inoltre staffaggi.

I collegamenti tra tubazioni in acciaio e tubazioni in rame saranno realizzati con collettori complanari di distribuzione del tipo "Modul" doppi, per circuiti di andata e ritorno e derivazioni, completi di due saracinesche in bronzo, due valvole automatiche di sfogo aria e di cassetta di contenimento munita di sportello, verniciata a fuoco, posta incassata nella muratura.

Avranno dimensioni, attacchi e tipologia come indicato negli elaborati di progetto.

30.3.2.5 - Rivestimento isolante delle tubazioni

- Con guaine tubolari flessibili a cellule chiuse a base di gomma sintetica della densità di 45÷55 kg/m³, per tubazioni percorse da acqua calda e/o fredda, di tipo autoestinguente, appartenente alla classe 1 di reazione al fuoco.

  Di norma, tali guaine, dovranno essere infilate attorno alle tubazioni prima dell'installazione; è da evitare, per quanto possibile, l'esecuzione di tagli longitudinali.

  Quando i tagli non sono evitabili dovranno essere sigillati con apposito collante e nastro adesivo. Il rivestimento di saracinesche, valvole e punti particolari dovrà essere effettuato con lastre o nastri dello stesso materiale.
- Con coppelle di lana di vetro o di roccia, per tubazioni percorse da acqua calda e/o fredda. Il materiale isolante dovrà avvolgere completamente le tubazioni ed essere opportunamente legato, mentre le testate saranno sistemate con stuccature. All'interno dei locali tecnologici, le coppelle saranno rivestite esternamente: con lamina in PVC rigido autoavvolgente tipo Isogenopack, o con lamierino di alluminio di spessore 0,5 mm, sagomato e bordato, con finiture longitudinali e trasversali sormontate di 3 cm, sigillate con silicone e fissate con viti.

Per il rivestimento di curve, pezzi speciali in genere, saracinesche, valvole ecc., si adotteranno apposite parti preformate, che saranno smontabili nei tratti in centrale e per collettori ed organi di intercettazione.

Gli spessori dell'isolamento per le tubazioni percorse da acqua calda saranno conformi a quanto prescritto dalla Legge 10/91.

- Con coppelle di poliuretano espanso a cellule chiuse di densità 20 kg/m³, per tubazioni percorse da acqua calda, compreso: pezzi speciali; legature; sigillature longitudinali; sistemazione delle testate.

La tipologia, gli spessori e i diametri utilizzati per l'isolamento delle tubazioni saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di progetto e a quanto prescritto dalla Legge 10 del 9/1/1991.

Le coppelle, per i tratti di tubazione a vista all'interno dei locali tecnologici, saranno rivestite in PVC o in alluminio goffrato con bordo adesivo.

30.3.2.6 - Canalizzazioni

Saranno in lamiera di ferro zincato di spessore e sezione come riportato negli elaborati di progetto.

I tronchi di canali saranno costruiti con nervature di rinforzo nel senso longitudinale che possono essere formate da aggraffature angolari su uno o più angoli; tali aggraffature saranno chiuse con continuità.

I canali aventi un lato maggiore superiore a 50 cm avranno inoltre un irrigidimento supplementare di rinforzo per prevenire effetti sonori od inneschi di risonanza.

I canali saranno sostenuti dalla struttura degli edifici mediante supporti costituiti da profilati di ferro zincati a caldo e tiranti in ferro tondo con teste a vite regolabile.

Tra le apparecchiature (condizionatori, ventilatori, estrattori) ed i canali, siano essi di mandata, ripresa od estrazione, saranno interposti collegamenti flessibili costituiti da materiale cedevole non infiammabile, collegato ai canali ed alle apparecchiature a mezzo di flange.

Sarà particolarmente curata la costruzione dei pezzi speciali (gomiti, diramazioni, curve, ecc.) in modo da limitare al massimo il formarsi dei vortici e dei conseguenti effetti di rumorosità e perdite di carico.

Quando è necessario modificare la forma ed aumentare o diminuire la sezione di un canale saranno usati "pezzi di trasformazione".

Gli angoli dei pezzi di trasformazione non saranno superiori a 20° nel caso di flusso divergente ed a 30° nel caso di flusso convergente.

Le curve saranno costruite con raggio di curvatura interno uguale alla dimensione del canale nella direzione della curva (curve standard).

Il raggio di curvatura interno potrà essere limitato, ove necessario, ai 3/4 della dimensione del canale nella direzione della curva.

Nei casi in cui l'inserimento dei canali nella struttura non consenta l'adozione dei raggi di curvatura indicati, si utilizzeranno curve a piccolo raggio di curvatura.

In questo caso la curva dovrà essere dotata di alette deflettrici.

Le alette deflettrici, in numero di 1, 2 o 3, saranno prolungate su tutta la lunghezza della curva.

Le derivazioni dei tronchetti porta bocchetta saranno di tipo statico.

In corrispondenza di ogni tronchetto porta bocchetta sarà inserito un captatore con alette a 90°.

Se il tronchetto porta bocchetta segue una curva od una derivazione di una distanza inferiore sette volte la larghezza del canale, la curva o la derivazione saranno dotate di alette deflettrici.

Le canalizzazioni saranno completate con tutti quegli organi, indicati sui disegni di progetto, quali serrande di regolazione, serrande tagliafuoco, giunti antivibranti, ecc., che saranno necessari per il corretto e pratico funzionamento degli impianti.

Prima della posa in opera, verranno rilevati i pesi dei canali mediante pesatura in contraddittorio e stesura di un verbale controfirmato da Direzione Lavori e Impresa.

Rispetto al peso teorico, determinato sulla base dei disegni esecutivi, è ammessa una tolleranza di ±4%.

Se il peso effettivo risulterà inferiore a quello teorico, diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori respingerà la fornitura.

In particolare tra gli accessori:

Bocchette di mandata dell'aria, in alluminio, ad alette orientabili, completa di serranda di taratura; poste a parete o a soffitto previa messa in opera di un telaio di supporto e raccordate alla canalizzazione.

Bocchetta per l'estrazione dell'aria dai locali servizi, di tipo circolare, adatta per installazione su controsoffitto, raccordata alla canalizzazione di estrazione, avente: portata 50 m^3/h, perdita di carico massima 50 Pa, diametro nominale non inferiore a 100 mm, corpo in polipropilene bianco, lavabile, antistatico ed antiurto, e disco regolabile montato su albero filettato in acciaio zincato con dado di bloccaggio.

La portata della bocchetta dovrà essere tarata e bilanciata secondo le indicazioni di progetto.

Griglia di espulsione aria con serranda di sovrappressione e rete antitopo, per l'estrazione aria dal locale mensa, di dimensioni non inferiori a 500x800 mm, sarà costituita essenzialmente da: telaio ed alette griglia in acciaio zincato profilato a freddo, alette in alluminio naturale passo 50 mm; controtelaio in profilato di acciaio zincato munito di zanche per il fissaggio a muro.

Griglie di ripresa dell'aria, ad alette fisse in alluminio, completa di serranda di taratura; poste a parete o a soffitto previa messa in opera di un telaio di supporto e raccordate alla canalizzazione.

Griglie esterne per presa d'aria, in acciaio zincato a caldo, con alette inclinate fisse, complete di tegolo antigocce e rete antinsetti in filo di ferro zincato maglia 4÷5 mm, smontabile per la pulizia; le griglie verranno poste in opera su controtelaio in profilato di acciaio zincato munito di zanche per fissaggio a muro e raccordate opportunamente al canale di aspirazione.

Bocchetta di ripresa dell'aria, in polipropilene bianco, lavabile, antistatico ed antiurto con disco regolabile, di diametro nominale 100 mm; data in opera su controsoffitto completa di raccordo alla canalizzazione, foratura e fissaggio al controsoffitto, taratura e bilanciamento della portata, accessori di fissaggio e quant'altro occorre.

Serranda tagliafuoco, REI 120, da inserire sulle canalizzazioni di mandata delle unità di trattamento aria, secondo le indicazioni di progetto, del tipo a pala unica ruotante realizzata: telaio in lamiera di acciaio zincata, di lunghezza non inferiore a 30 cm, con attacchi a flangia; pala a doppia parete in lamiera di acciaio zincato con interposto strato isolante in fibra ceramica, ubicata in modo tale che il movimento dell'aria agevoli la naturale chiusura della pala.

La serranda deve essere dotata di dispositivo di chiusura a molla, mediante fusibile tarato a 72 °C e di microinterruttore per la segnalazione a distanza della chiusura e per l'arresto del ventilatore di mandata dell'impianto a cui è asservito.

Deve inoltre essere di tipo conforme alle vigenti normative e accompagnata di certificato di omologazione.

30.3.2.7 - Isolamento delle canalizzazioni

Gli spessori degli isolamenti che saranno utilizzati per tutte le canalizzazioni percorse da aria calda sono quelli indicati dal Regolamento di Esecuzione della Legge 30 aprile 1976 n. 373.

Gli isolamenti esterni delle canalizzazioni saranno realizzati con:

- materassino in fibre di vetro trattate con resine termoindurenti, di densità non inferiore a 20 kg/m³, rivestito su una faccia con carta Kraft alluminio retinata.

  Il materassino sarà fissato con collante sulle pareti del canale e sostenuto da reggette in plastica poste alla distanza di 1 m.

  I giunti e le testate saranno rifiniti con fascette d'alluminio;

- lastra flessibile in polietilene espanso reticolato a cellule chiuse autoestinguente.

  Le lastre saranno fissate con idoneo collante sulle pareti del canale e nastrate con nastro adesivo sui giunti.

Gli isolamenti interni delle canalizzazioni saranno realizzati con:

- materassino in fibre di vetro trattate con resine termoindurenti, di densità non inferiore a 24 kg/m³, rivestite su una faccia con velo di vetro trattato superficialmente con resina neoprenica.

  I materassini saranno incollati sulle pareti del canale e fissati alle testate dei tronchi di canale mediante coprigiunti in lamiera zincata.

Le tipologie e gli spessori saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di progetto.

30.3.2.8 - Radiatori

I radiatori saranno realizzati in:

- **ghisa** del tipo a 4 colonne o a piastre radianti con 2 o 4 colonne, con finitura superficiale liscia e regolare messi in opera su apposite staffe previa verniciatura con una mano di antiruggine e due mani di smalto sintetico opaco e successivo assemblaggio degli elementi con nipples conici a doppia filettatura con relative guarnizioni;
- **estrusi in lega leggera di alluminio** 99,5%, di spessore uniforme ed esente da porosità, atti a resistere a pressioni di collaudo di 12 MPa e di esercizio di 9 MPa.

  Dovranno avere dimensioni minime in sezione trasversale di circa 80x95 mm con altezze variabili misurate tra l'interasse dei fori per i giunti; la finitura superficiale dovrà essere liscia e regolare, trattata con materiali decappanti e anticorrosivi e verniciata con polveri epossidiche polimerizzate a forno a 453 K; la verniciatura sarà protetta con protezione provvisionale costituita da pellicola plastica; gli elementi saranno assemblati con nipples filettati e posti in opera su apposite staffe.

  La resa termica indicata per ciascun tipo di elemento, sarà determinata secondo le norme UNI 6514/87 con differenza termica di 60 K.

Le dimensioni, la potenzialità, il numero di elementi, la loro tipologia e prestazioni dovranno essere conformi a quanto indicato negli elaborati di progetto. Saranno dati in opera completi di accessori (tappi, valvole e detentori, valvoline di sfiato, mensole ecc.).

30.3.2.9 - Impianto condizionamento (ad integrazione centrale termica esistente)

30.3.2.9.1 - Prescrizioni generali

I lavori devono essere eseguiti secondo i più recenti e convalidati criteri di perfezionamento costruttivo e funzionale, oltre che di facile ed economico esercizio degli impianti riguardo alla conduzione e manutenzione, ai consumi, all'affidabilità dell'esercizio e alla sicurezza delle persone e delle cose.

Pertanto tutti i materiali ed apparecchiature, che devono provenire da note Società costruttrici con i tipi già sperimentati nel tempo, devono essere forniti ed installati secondo le vigenti norme di sicurezza in materia e la migliore tecnica impiantistica.

Gli impianti devono essere resi completi e funzionanti insieme ed in ogni loro parte e dotati di tutti gli apparecchi di controllo, regolazione e sicurezza, nonché di tutti gli accorgimenti costruttivi e funzionali che rendono idoneo l'assunto tecnico, economico ed antinfortunistico.

In particolare devono essere dotati delle regolazioni e delle protezioni previste e prescritte dalla vigente normativa sul contenimento dei consumi energetici, sull'inquinamento, sulla sicurezza e sull'antincendio.

Deve essere assicurata nella maniera più completa ed agevole la possibilità di accedere a tutte le parti e sezioni degli impianti per facilitare qualunque tipo di intervento, pulizia e riparazione, nonché essere fornite tutte le relative necessarie indicazioni per facilitarne l'esercizio e la manutenzione.

Le varie parti degli impianti devono poter essere intercettate con valvole o saracinesche onde permettere l'esclusione di qualsiasi organo senza pregiudicare il funzionamento del complesso.

Deve essere garantito il libero passaggio dell'acqua indipendentemente dagli acceleratori mediante l'adozione di opportuni tipi di pompe oppure mediante by-passaggio con relative saracinesche.

A lavori ultimati occorre provvedere alla regolazione e messa a punto di tutto l'impianto, comprendendovi le tarature degli elementi scaldanti.

Ogni apparecchiatura deve essere normalmente collegata alle tubazioni in modo facilmente scollegabile.

La velocità dell'acqua di norma non deve superare 1 m/s nelle condutture secondarie e 2 m/s in quelle principali; in ogni caso, comunque, non deve provocare vibrazioni o rumori sensibili.

Tutti i materiali ed apparecchiature forniti dall'Impresa da impiegare nell'esecuzione degli impianti, devono presentare tutte le migliori qualità di solidità, durata, isolamento, buon funzionamento; quindi fra l'altro devono essere in grado di resistere validamente alle azioni elettriche, meccaniche, termiche, corrosive e chimiche, nonché agli agenti atmosferici in generale, ai quali possono essere esposti sia normalmente che eccezionalmente durante l'esercizio.

Le apparecchiature dotate di parti in movimento devono essere particolarmente curate riguardo al rumore e alle vibrazioni, evitando nella maniera più assoluta la trasmissione di quest'ultime alle strutture edili interessate.

Tutti i materiali ed apparecchiature devono corrispondere alle relative norme e tabelle UNI, CEI, UNEL, CTI; tale corrispondenza deve essere attestata dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità e dai

certificati di omologazione ISPESL per quei materiali e apparecchiature per i quali tali concessioni sono previste.

In ogni caso devono essere approvati dalla Società, per tramite dalla Direzione Lavori, che si riserva la facoltà di accettazione o meno degli stessi.

Nel caso si rendessero necessarie varianti a quanto previsto, la Direzione Lavori deve essere tempestivamente informata, riservandosi questa, in caso contrario, di ordinare il rifacimento di ogni lavoro non autorizzato e che non risultasse, a suo insindacabile giudizio, soddisfacentemente eseguito.

Tutti gli impianti devono essere eseguiti conformemente a quanto prescritto nelle presenti Norme Tecniche d'Appalto e secondo le indicazioni e prescrizioni che, di volta in volta, possono venire impartite dalla Direzione Lavori in ottemperanza alle vigenti leggi, disposizioni e norme.

30.3.2.9.2 - Descrizione dei lavori

Consistono in:

a) Fornitura e posa in opera gruppo frigo con condensazione ad aria, perfettamente funzionante ed a norma da integrare con la centrale termica esistente, al fine di consentire la produzione centralizzata di acqua calda e refrigerata da destinare alle unità terminali di nuova installazione ed esistenti quali ventilconvettori, radiatori ed aerotermi;

b) Installazione di nuove reti di distribuzione dell'acqua calda e refrigerata per l'alimentazione delle nuove unità terminali e l'allacciamento delle reti esistenti;

c) Fornitura in opera di nuovi ventilconvettori e radiatori;

d) Rimozione radiatori, reti di distribuzione non più utilizzate, collegamenti idraulici aerotermici nell'autorimessa, formazione nuovi collegamenti ecc.;

e) Fornitura in opera di tutti i materiali per rendere il lavoro perfettamente funzionante e ad opera d'arte quali serbatoio inerziale, pompa, flussostati, pressostati, tubazioni, valvole, strumentazione controllo, giunti antivibranti, filtri, termostati, coibentazioni, rubinetteria, canaline, ecc.

f) Modifica quadro elettrico esistente in centrale termica ed interallacciamenti col nuovo quadro da realizzare al fine di consentire il monitoraggio degli stati o degli allarmi nonché il comando in automatico dell'impianto nel suo complesso;

g) Realizzazione di nuovo quadro elettrico per il comando e la protezione del gruppo frigorifero e delle relative pompe di circolazione dell'acqua refrigerante, nonché monitoraggio degli allarmi e degli stati delle singole apparecchiature di tutta la centrale termo-frigorifera.

   Il nuovo quadro prevederà anche tutti gli automatismi per consentire il funzionamento automatico dell'intero impianto e la commutazione centralizzata estate/inverno

h) Installazione canala di passaggio cavi e approntamento linee di collegamento tra centrale termica e gruppo frigo.

Al termine dei lavori l'impresa rilascerà tutta la documentazione, la redazione dei disegni del quadro elettrico modificato e predisporrà le pratiche da presentarsi agli Enti Istituzionali ovvero Dichiarazione di Conformità ai sensi della Legge n° 46/90 e pratica ISPESL.

30.3.2.9.3 - Parte idraulica

Refrigeratore d'acqua con condensazione ad aria avente le seguenti caratteristiche generali:

- potenzialità frigorifera con aria 35 °C ed acqua 7-12 °C : 107 KW;
- potenza assorbita totale : 36 KW;
- compressori semiermetici;
- circuiti indipendenti;
- gradini di parzializzazione.

Più dettagliatamente:

- motocompressori semiermetici con protezione elettrica incorporata;
- condensatori con batteria alettata in rame ed alluminio;
- elettroventilatori assiali perfettamente equilibrati;
- evaporatori ad alta efficienza del tipo a fascio tubiero;
- controllo della potenzialità frigorifera a quattro gradini;
- struttura e pannellatura in profilati e pannelli in lamiera zincata di forte spessore, verniciata con vernici epossidiche di colore verde essiccate a forno con ciclo protettivo tale da resistere senza alterazioni agli agenti atmosferici;
- pressostati differenziali dell'olio su ciascun compressore;
- pressostati di alta pressione a riarmo manuale su ciascun frigorifero;
- manometri a norme ISPESL di alta e bassa pressione su ciascun circuito;
- termostati elettronici di sicurezza antigelo;
- termostato di regolazione della temperatura dell'acqua refrigerata;
- quadro elettrico costruito a norme CEI, IEC, ENPI, comprendente il sezionatore generale con blocco porta, interruttori magnetotermici di protezione circuito ausiliari, i teleruttori per l'avviamento dei compressori e dei ventilatori e le protezioni dei circuiti elettrici dei motori, completo di temporizzatori per l'avviamento in sequenza dei compressori, relè di sovraccarico, segnalazioni luminose per la visualizzazione delle unità in tensione, intervento sicurezze relative a ciascun compressore, intervento sicurezze comuni alla intera unità ed invertitore di sequenza per l'avviamento dei compressori.

Supporti antivibranti con grado di isolamento del 95%, carico di 600 kg e frequenza di eccitazione di 1000 periodi/min del tipo a molla.

Struttura metallica per ripartizione carichi del refrigeratore sul basamento, costituita da orditura di putrelle IPE 130 zincate a bagno opportunamente irrigidite e verniciatura finale antiruggine e smalto di finitura di colore verde.

Serbatoio accumulo acqua refrigerata completo di rivestimento coibente con lastra di materiale espanso a cellule chiuse in gomma sintetica autoestinguente spessore 30 mm con cappottino in materiale plastico avente le seguenti caratteristiche:

- capacità : 1.000 l;
- costruzione : lamiera d'acciaio zincata;
- pressione d'esercizio : 6 bar;
- forma : cilindrica;
- esecuzione verticale con piedi di appoggio.

Flussostato ad elevata sensibilità avente le seguenti caratteristiche:

- diametro attacco tubazione : ø 1";
- portata max regolazione : 1.000 l/h;
- corpo : ottone;
- microinterruttore : stagno alla polvere con contatti in commutazione;
- grado di protezione : IP65;
- palette : acciaio inox;
- contenitore : scatola in alluminio verniciata con coperchio in ABS.

Valvola di taratura per circuiti idraulici corpo in ghisa DN65, attacchi flangiati, corredata di coppia di controflange a collarino PN 16, guarnizioni, dadi e bulloni, costituito da corpo con sede inclinata in ghisa GG250-2, coperchio e sede dell'otturatore in ghisa GG25, volantino in materiale plastico, viti di fissaggio in acciaio inox, guarnizioni senza amianto.

Strumenti di controllo a norma ISPESL quali:

a) Manometro a quadrante ø 80 mm. sistema Bourdon scala 0-6 bar completo di rubinetto porta idrometro completo di disco piatto;

b) Termometro a mercurio ad immersione di precisione scala 0÷50 custodia in alluminio verniciato, fascia in acciaio cromato, gambo assiale o radiale a seconda della necessità completo di guaina di ottone;

c) Pozzetti termometrici in ottone L=100 mm.

Valvola a farfalla PN16 con asse di rotazione centrale, a tenuta morbida, esente da manutenzione, costituita da corpo in ghisa grigia GG23 con rivestimento interno in EPDM ed attacchi flangiati PN16, lente in ghisa grigia GG25 con rivestimento in PVDF, albero in acciaio inox, leva in ghisa grigia GG25 con sette possibilità di bloccaggio corredata di occorrenti controflange, tiranti e guarnizioni.

Giunto antivibrante PN10 in gomma KSB tipo GRV o similare cilindrico, in materiale di caucciù particolarmente elastico, temperatura d'esercizio - 20/100 °C corredato di coppia di controflange a collarino PN10 UNI 2281, bulloni, dadi.

Valvola di ritegno a doppio clapet, corpo in ghisa GG25 battente in bronzo-alluminio, guarnizioni BUNA N, molle e perni in acciaio inox AISI 316, corredati di controflange PN16, guarnizioni, dadi e bulloni.

Pompe in linea monoblocco per acqua refrigerata con tenuta meccanica non raffreddata, accoppiamento diretto tra pompe e motore con albero unico, cuscinetti a sfera alloggiati nel motore con lubrificazione permanente a grasso, corpo-coperchio a girante in ghisa grigia GG25 attacchi flangiati PN16:

- portata : 16.000 l/h
- prevalenza : 8,0 m ca.
- polarità motore : (1450 giri/min)
- potenza : 0,37 KW
- alimentazione : 380 V - 3 F - 50 Hz

Filtro in ghisa flangiato PN16 costituito da corpo in ghisa grigia GG22 e cartuccia filtrante in acciaio inox, corredato di controflange a collarino PN16, guarnizioni, dadi e bulloni.

Tubazione ø 3" in acciaio nero senza saldature tipo gas UNI 3824-68, 4148, 4991, per collegamenti idraulici in centrale termica e frigorifera corredate di staffaggio e mensole di sostegno, verniciatura antiruggine con due mani di

minio al piombo previa spazzolatura, curve e pezzi speciali a saldare, materiali di uso e consumo, sfridi.

Rivestimento coibente delle tubazioni eseguito con coppelle di materiale espanso a cellule chiuse in caucciù vinilico spessore 30 mm e finitura esterna con guaina in lamina PVC autoavvolgente tipo ISOGENOPAK.

Protezione antistillicidio dei corpi pompa percorsi da acqua refrigerata, parte nuova e parte esistente, eseguita con lastre di neoprene espanso a cellule chiuse spessore 20÷30 mm e finitura esterna con guaina in lamina PVC autoavvolgente tipo ISOGENOPAK.

Protezione antistillicidio del valvolame percorso da acqua refrigerata parte nuova e parte esistente, eseguita con lastre di neoprene espanso a cellule chiuse spessore 20÷30 mm e finitura esterna con guaina in lamina PVC autoavvolgente tipo ISOGENOPAK.

Targhetta per l'identificazione dei circuiti e delle principali apparecchiature dell'impianto, in acciaio zincato 100x50 mm, copertura in plexiglass, gambo filettato, reggetta e morsetto tendi fascetta completo di etichetta con scritte indelebili ed a caratteri cubitali.

Accessori e rubinetteria per installazione in centrale termofrigorifera, comprendente :

scaricatori d'aria automatici a galleggiante completi di dispositivo d'intercettazione;

rubinetti a maschio ø 1/2" per lo scarico manuale dell'aria;

rubinetti a maschio ø 3/4" per scarico impianto;

tubazioni ø 3/4" per convogliamento scarichi.

Tubazione in acciaio nero senza saldature tipo gas serie normale UNI 3824-68, per formazione di rete di distribuzione idraulica corredata di staffaggio e mensole di sostegno, verniciatura antiruggine con due mani di minio al piombo previa spatolatura, curve e pezzi speciali a saldare, materiali di uso e consumo, sfridi:

DN 20 spessore 2,6 mm

DN 25 spessore 3,2 mm

DN 32 spessore 3,2 mm

DN 40 spessore 3,2 mm

DN 50 spessore 3,6 mm

Tubazione di rame in rotoli spessore 1 mm. per alimentazione ventilconvettori e radiatori, comprensivo di raccorderia di montaggio e sfridi:

diametro esterno ø = 18

diametro esterno ø = 16

diametro esterno ø = 14

diametro esterno ø = 12

diametro esterno ø = 10

Coppia di collettori semplici componibili corredati di cassetta di ispezione in lamiera zincata supportata su telaio zincato, coppia di valvole di intercettazione ø 1", coppia di scaricatori d'aria automatici a galleggiante completo di dispositivo di intercettazione, diametro collettori ø 1" derivazioni ø 18 attacchi.

Rivestimento coibente delle tubazioni in acciaio eseguito con coppelle di neoprene espanso a cellule chiuse avente reazione al fuoco in classe 1.

tubazione ø = 54 spessore 40 mm

tubazione ø = 49 spessore 40 mm

tubazione ø = 35 spessore 40 mm

tubazione ø = 28 spessore 20 mm

tubazione ø = 22 spessore 13 mm

Rivestimento isolante delle tubazioni di rame eseguito con coppelle del tipo a cellule chiuse in gomma sintetica avente reazione al fuoco in classe 1 comprensivo di rivestimento coibente dei corpi valvola a tre vie e delle valvole e detentori in dotazione a ciascun ventilconvettore (parte nuova e parte esistente).

tubazioni ø = 12÷14 spessore 6 mm

tubazioni ø = 16÷18 spessore 9 mm

Radiatore ad elementi in ghisa con resa termica a norma UNI, comprensivo di verniciatura, assistenza muraria, tappi, guarnizioni, nipples, valvolini di sfogo aria, mensole di sostegno.

Elementi di altezza 90 a 2 colonne.

Coppie di valvole a doppio regolaggio e detentori di sezionamento radiatori del tipo a squadro corredato di raccorderia di montaggio ø 1/2+3/4".

Valvola a quattro vie ø 3/4" da mobiletto completa di servocomando alim. 24V comprensivo di collegamenti elettrici alla morsettiera del ventilconvettore.

Tubazione in polietilene PN4 ad alta densità ø 32 mm per rete di scarico condensa a servizio dei ventilconvettori, comprensivo di tubi in gomma di

raccordo tra bacinella di raccolta e scarico, fascetta di fissaggio, materiali di uso e consumo, sfridi.

Valvola di zona a tre vie ø 3/4" per controllo temperatura ambiente in zona servita da radiatori, comprensivo di tubazione di raccordo, cronotermostato ambiente ed alimentazione elettrica dal quadro di centrale termica.

Interventi vari da eseguire su impianto esistente comprendente:

sostituzione di pannello di comando in dotazione al ventilconvettore con equivalente dotato di termostato ambiente, commutatore E/I, interruttore ON/OFF, commutatore velocità a tre posizioni comprensivo di collegamenti elettrici.

Svuotamento liquido in circolazione nell'impianto esistente;

Riempimento dello stesso con dosaggio di 300 kg di liquido anticongelante a base di glicole etilenico additivato con sostanze protettive delle tubazioni con azione antincrostante, anticorrosiva tipo CILLIT CC-45 Special;

Messa a regime dell'impianto con successivo prelievo e controllo densità del liquido in circolo con eventuale aggiunta di glicole etilenico ovvero di acqua fino a raggiungere la concentrazione del 15% di glicole.

30.3.2.9.4 - Parte elettrica

Nuovo quadro sistema di monitoraggio stati ed allarmi di centrale comprendente:

- quadro pensile di idonee dimensioni atto a contenere il sinottico, con grado di protezione IP55 ed in esecuzione metallica con controporta in materiale trasparente in modo da rendere visibile completamente il sinottico sottostante anche con la controporta chiusa;
- installazione nel quadro di materiali occorrenti per l'alimentazione, la protezione del sinottico e l'interfacciamento con il quadro di centrale esistente ed il quadro gruppo refrigerante;
- sinottico raffigurante lo schema funzionale dell'intera centrale tecnologica (i componenti di nuova installazione ed esistenti quali gruppo refrigerante, caldaia, pompe, etc.) in grado di monitorare lo stato di lavoro o di blocco di tutti i componenti attivi l'impianto stesso, comprensivo del monitoraggio dello stato dei singoli componenti di bordo al gruppo frigorifero;
- costruito e disegnato in modo che il tatto non ne deteriori la simbologia;
- costruito con indicatori luminosi funzionanti a tensione non superiore a 24 Vac e con vita media operativa di almeno 50.000 h;
- installazione di interruttori automatici salvamotori e di contattori per l'alimentazione e la protezione del gruppo di pompaggio di nuova installazione.

  Integrazione di questi ultimi alla circuiteria ausiliaria del quadro comprensiva dell'installazione dei selettori di comando e di scambio automatico in caso di avaria della pompa in servizio;

- installazione di apposito selettore per l'abilitazione all'esercizio del gruppo refrigerante opportunamente interbloccato con lo stato di lavoro di almeno una delle pompe primarie di circolazione;
- cablaggio elettrico di tutti i componenti di nuova installazione e di tutti quelli di modifica funzionale secondo il nuovo schema di collegamento comprensivo di materiali di filatura di testaggio ed identificazione nominativa. Prove funzionali e tarature finali compreso, il tutto per dare l'opera perfettamente funzionante ed eseguita secondo la buona regola dell'arte.

Modifiche al quadro elettrico esistente in Centrale Termica al fine di rappresentare gli stati e gli allarmi sul sinottico di nuova installazione, di automatizzare la gestione delle pompe esistenti e di centralizzare il comando comprendente:

- sostituzione di tutti gli indicatori luminosi relativi ai componenti inseriti nel sinottico con opportuni tappi copriforo;
- installazione di sistema elettrico per scambio automatico su pompa di riserva in caso di anomalia su quella di servizio munita di ritardo con indicatori di stato e di blocco a led;
- installazione di mini-relè di opportuna tensione (6-12-24 V.ca) per l'interfacciamento con il sinottico per il riporto degli stati comprensivi di pulsante, indicatore meccanico e di zoccolo di collegamento;
- installazione di blocchi aggiuntivi sui contattori per il riporto degli stati dei componenti al sinottico;
- installazione di apposito commutatore di posizione per la scelta dell'assetto di lavoro per i componenti l'impianto quali: assetto estivo-assetto invernale; installazione di contattori ausiliari per l'aumento di contatti di predisposizione;
- modifiche al circuito ausiliario di comando utenze per l'assegnazione di competenze nei due nuovi assetti.

Modifiche al quadro del nuovo gruppo frigo comprendente:

- installazione di relè di interfaccia con il sinottico per il riporto degli allarmi;
- installazione di blocchi aggiuntivi per il riporto degli stati dei componenti al sinottico.

Fornitura in opera di materiali per collegamenti elettrici di tutti i componenti di nuova installazione al Q.E. compreso allacciamenti, fornitura e posa in opera di raccordi, tubi flessibili, nonché dei sezionatori d'emergenza, degli accessori per la connessione, verifica del senso di rotazione e prova di funzionamento, allacciamento di apparecchiature di controllo e regolazione.

Materiali da impiegare:

- Canalina portacavi metallica in acciaio zincato, spessore 1,5÷2 mm, tipo ad alette semplici, completa di elementi di sostegno a parete, giunzioni, pezzi speciali, curve, derivazioni, coperchi di chiusura ed ogni altro accessorio per il montaggio ed il fissaggio (viteria, bulloneria, tasselli, ecc.) sezione 80x80 mm;
- Cavo di alimentazione isolato in gomma etilenpropilenica di qualità G7 sotto guaina di PVC a norma CEI 20/13 non propagante l'incendio a norma CEI 20.22 II, a contenuta emissione di gas corrosivi a norma CEI 20.37 I, conduttori a corda flessibile a tabella UNEL 35024, con marchio IMQ varie sezioni;
- Cavo flessibile in rame isolato in PVC con Marchio Italiano di Qualità, tabella UNEL 35747-76, CEI 20.20 tipo H07 V.K. G/V, varie sezioni;
- Sezionatore d'emergenza tetrapolare portata 32A con cassetta IP55;
- Scatola di derivazione da esterni, grado di protezione IP55 in PVC autoestinguente.

Riporto nel quadro di centrale termica dai due Q.E. f.m. illuminazione dei comandi di tutti i ventilconvettori esistenti eseguito mediante la posa di cavo multipolare antincendio 3x1,5 mm² inguainato entro tubo di PVC ø 20 con giunzione in grado di conferire un grado di protezione minimo IP44, comprensivo di cablaggi sul quadro elettrico ed interblocchi con apposito orologio programmatore da comprendere nella fornitura.

Messa a punto dei sistemi di termoregolazione esistenti comprensiva di taratura dei valori e verifica funzionale di tutti i componenti in campo.

Sostituzione delle cassette e dell'interruttore d'emergenza esterno alla centrale termica, con opportuna cassetta di colore rosso e vetro frangibile e contenente un interruttore di idonea potenza per l'alimentazione sia del quadro esistente che del nuovo quadro.

Fornitura in opera di ventilconvettore per installazione sospesa a parete costituito da telaio in acciaio zincato supportante le apparecchiature principali; cofanatura in lamiera di acciaio preverniciata con vernici epossidiche colore avana; batterie di scambio termico in rame con alette continue in alluminio a tre ranghi; gruppo elettroventilatore centrifugo con motore direttamente accoppiato a tre velocità; filtro rigenerabile in fibra acrilica; griglia di mandata dell'aria corredata di pannello di comando e regolazione comprendente termostato ambiente; commutatore di velocità a tre posizioni; interruttore marcia-arresto e commutatore estate-inverno; corredato di valvola e detentore, accessori di montaggio.

30.3.2.10 - Ventilconvettori

Saranno del tipo per installazione verticale a parete e/o a pavimento, od orizzontale a soffitto, con struttura monoblocco, costituiti essenzialmente da: mobiletto in lamiera fosfatata, verniciato a fuoco nel colore previsto; telaio in lamiera zincata con relativi pannelli isolati termoacusticamente; batteria ad alta efficienza per funzionamento ad acqua, a due o più ranghi in tubi di rame ed alette in alluminio; bacinella raccolta condensa; ventilatore centrifugo; motore elettrico a poli schermati o a condensatore permanente, previsto a tre velocità di funzionamento; filtri in fibra sintetica rigenerabile, facilmente asportabili per la manutenzione e la relativa sostituzione; commutatore a quattro posizioni (fermo-max-medio-minimo); griglia distributrice dell'aria; valvola e detentore in bronzo; termostato ambiente.

In progetto può essere previsto l'inserimento sulla tubazione di mandata di una valvola a tre vie con attacchi DN 20, completa di servocomando elettrotermico e sonda elettrotermica, per la regolazione mediante intercettazione del fluido e per lo scambio automatico estate/inverno.

La lavorazione sarà completata da tutti gli accessori di montaggio e di fissaggio, dal collegamento idraulico, dagli allacciamenti elettrici alla alimentazione, ai termostati e/o alle sonde, dalla linea di alimentazione con relativa canalizzazione.

Le dimensioni, la tipologia e le caratteristiche tecniche dovranno essere conforme a quanto riportato negli elaborati di progetto.

30.3.2.11 - Aerotermi

Saranno a proiezione orizzontale o verticale per funzionamento ad acqua calda.

Costituiti essenzialmente da:

- robusta carcassa metallica verniciata a fuoco, munita di diffusore orientabile;
- batteria di scambio termico del tipo a pacco con tubi in rame ed alette di alluminio;
- elettroventilatore elicoidale con motore asincrono trifase a due velocità, a 4, 6, 8 poli; classe di protezione IP 44;
- due saracinesche in bronzo, due valvole automatiche di sfogo aria, staffe di sostegno;
- quadretto di comando installato ad altezza d'uomo completo di: termostato ambiente, commutatore di velocità 1-0-2, due teleruttori, due relè termici;
- collegamento idraulico ed allacciamenti elettrici alla linea di alimentazione ed al termostato;
- linea di alimentazione e relativa canalizzazione.

La potenzialità degli aerotermi, determinata alla velocità minima di rotazione dovrà essere riferita ad una temperatura media dell'acqua di 353 K in entrata e 338 K in uscita, con temperatura dell'aria aspirata di 283 K.

Le dimensioni, la tipologia e le caratteristiche tecniche dovranno essere conforme a quanto riportato negli elaborati di progetto.

30.3.2.12 - Serbatoio deposito combustibile

In lamiera di ferro nero dello spessore minimo di 4 mm e della capacità prevista dal progetto, catramato esternamente, munito di certificato di prova idraulica alla pressione di 0,1 MPa; completo di: passo d'uomo con coperchio imbullonato; attacco a flangia munito di tappo per il tubo di carico; tubo di sfiato del diametro interno pari alla metà del diametro del tubo di carico e comunque non inferiore a DN 25, con bocca munita di reticella tagliafiamma posta a 2,50 m dal piano di calpestio; valvola limitatrice di carico al 90% della capacità geometrica del serbatoio; collegamento serbatoio-bruciatore completo di tubazioni in rame di aspirazione e di ricircolo, filtro gasolio, valvola multipla completa di saracinesca a strappo, rubinetto a sfera di prelievo campioni, valvola solenoide; indicatore di livello di tipo pneumatico con lettura a distanza; tubo per indicatore di livello; valvola di ritegno; collegamento equipotenziale del serbatoio con la rete di terra; pinza, con cavo flessibile di lunghezza adeguata per il collegamento equipotenziale con le autocisterne di rifornimento. Tali collegamenti saranno effettuati, mediante bullonatura, su di una orecchiozza saldata sul passo d'uomo.

Sopra il passo d'uomo sarà posizionato un pozzetto, con foro di drenaggio sul fondo, completo di chiusino a chiusura battentata, di tipologia e dimensioni come indicate negli elaborati di progetto.

La profondità di posa, valutata rispetto al piano della pavimentazione esterna, dovrà essere pari al diametro esterno del serbatoio aumentata di 1,00 m; in larghezza e lunghezza le pareti dello scavo dovranno risultare eccedenti di 20 cm le dimensioni massime del serbatoio.

Dato in opera compreso: la preparazione del piano di posa, sul fondo dello scavo, con uno strato di sabbia di 20 cm, nonché la formazione di un manto avvolgente di sabbia dello spessore di 10 cm, la sabbia e la canalizzazione tra il serbatoio e la centrale termica.

30.3.2.13 - Cunicolo

Il cunicolo per il passaggio di tubi dell'impianto di riscaldamento verrà eseguito con elementi prefabbricati di cemento armato vibrato dello spessore di 10 cm, costituiti da canalette e coperchi, allogati su un piano di posa compattato con apporto di materiale arido e sigillati nei giunti; nell'interno verranno predisposti dei baggioli in muratura per l'appoggio delle tubazioni intervallati di 2,50 m. Per cunicoli soggetti ad infiltrazioni di acque meteoriche, il fondo dovrà avere adeguata pendenza e dovranno essere previsti gli adeguati drenaggi.

30.3.2.14 - Estrattore d'aria di tipo centrifugo

Nei locali servizi igienici saranno installati, nel controsoffitto degli estrattori d'aria, del tipo a cassonetto, realizzati come da elaborati progettuali e costituiti essenzialmente da:

- armadio autoportante in lamiera zincata e plastificata, coibentate internamente con materassino fonoassorbente e autoestinguente, spessore non inferiore a 20 mm;
- gruppo ventilatore, dinamicamente e staticamente equilibrato, direttamente accoppiato a motore monofase, classe di isolamento B, con potenza non inferiore a 150 W, portata aria non inferiore a 400 m^3/h (a bassa velocità) e prevalenza non inferiore a 80 Pa.

Dato in opera completo di flange di raccordo con i canali di ripresa e mandata; accessori di fissaggio e staffaggio; guaine flessibili di raccordo; pressacavi; linea di alimentazione; sezionatore rotativo 2x16 A fissato su scatola stagna ubicato a bordo macchina; opere murarie; collegamenti elettrici e quant'altro occorre.

30.3.2.15 - Sistema di regolazione, comando e controllo impianti (sistema STAEFA CONTROL)

La gestione centralizzata degli impianti di riscaldamento, condizionamento, ventilazione e delle apparecchiature ad essi collegate, saranno affidate al sistema integrato di regolazione, comando e gestione energia «Staefa Integral AS1000» della Staefa Control System S.p.A..

Si premette che lo scopo è quello di dotare il complesso di un efficiente sistema integrato di regolazione, comando e gestione energia per consentire la gestione centralizzata di tutte le componenti tecnologiche in esso comprese.

I1 sistema di regolazione automatica, oggetto di questa specifica tecnica, è basato su una architettura ad intelligenza altamente distribuita, con proprietà DDC completamente integrata e liberamente programmabile.

In tal modo, ogni utenza sarà equipaggiata con una propria unità di regolazione e supervisione in grado di svolgere autonomamente le funzioni richieste.

Le varie unità autonome di regolazione e supervisione saranno predisposte per essere collegate, in futuro, alla unità centrale.

Dovrà essere possibile l'intervento locale, tramite un terminale operatore portatile; tale terminale si collegherà ad ogni unità autonoma e potrà guidare l'operatore in modo interattivo con una tecnica a menù, nel selezionare il punto od il parametro su cui deciderà operare.

In tal modo non sarà richiesta la conoscenza di indirizzi di punti o codici di programma.

Dal terminale operatore si potrà operare sia sulla singola unità autonoma connessa, sia sulle altre inserite sul bus di comunicazione.

Lo schema di principio globale del sistema e le quantità e tipologie degli elementi in campo saranno quelli riportati negli elaborati di progetto.

Inoltre, tutte le apparecchiature periferiche facenti parte del sistema (sonde, organi finali di regolazione, ecc.) saranno di tipo elettronico, senza cioè alcun trasduttore, in modo da garantire una reale integrazione con i moduli di regolazione e comando.

Si richiede in particolare che le valvole di regolazione elettroniche siano garantite integralmente per un periodo minimo di 3 anni dalla data di funzionamento.

Il sistema dovrà essere corredato di dettagliato manuale d'uso e manutenzione, adeguato all'impianto specifico; altresì saranno previsti dei corsi di addestramento al personale addetto alla manutenzione.

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI

Il sistema di controllo, regolazione e comando per gli impianti tecnologici dell'impianto, dovrà essere del tipo a microprocessore con proprietà DDC (controllo Digitale Diretto).

Saranno utilizzati più moduli di controllo e comando, anche distanti tra loro, collegati alla stessa linea di trasmissione dati (RS-BUS) così da formare un sistema integrato altamente distribuito con la capacità dei moduli di trasferire automaticamente le informazioni senza il bisogno di concentratori, gateway, ecc.

Inoltre la velocità di trasmissione dovrà essere selezionabile tra i valori 1200 - 2400 - 3600 - 9600 baud, così anche il tipo di trasmissione potrà essere full duplex oppure half duplex.

Si richiede anche che sullo stesso bus di trasmissione siano collegati tutti i regolatori ambiente a microprocessore dei terminali, in modo di avere centralizzati tutti i punti ambiente controllati con le principali funzioni svolte dal regolatore.

In questo sistema si identificano le seguenti apparecchiature:

1) Moduli di controllo e comando RS COMPACT - DDC;

2) Terminale operatore;

3) Quadro elettrico di contenimento moduli DDC;

4) Elementi in campo.

1) Moduli di controllo e comando «RS COMPACT - DDC».

Il modulo oltre a svolgere autonomamente i compiti di regolazione e comando dovrà consentire un adattamento ottimale alle diverse configurazioni d'impianto.

Si richiede a questo scopo che la capacità massima per modulo non superi i 48 punti e non sia inferiore ai 16.

Questo livello di concentrazione per modulo permetterà in caso di mancato funzionamento di limitare al minimo la perdita dei punti controllati.

Oltre alle funzioni di regolazione, il modulo dovrà assumere quelle funzioni di comando solitamente eseguite tramite relè temporizzati, orologi, commutatori di seguenze.

L'integrazione delle funzioni di comando in uno stesso apparecchio, con le funzioni di regolazione e di gestione energia, riguardano la commutazione di stati di funzionamento di un impianto: per esempio, «valvole aperte / serranda chiusa in caso di pericolo di gelo», oppure la commutazione di valori di taratura (giorno/notte, fase di pre-riscaldamento).

Tramite l'integrazione delle funzioni di comando e di quelle di regolazione nel modulo, le interconnessioni dovranno essere risolte dal software, limitando così il numero delle entrate e delle uscite esterne.

Inoltre si richiede che il modulo di comando e controllo dovrà collegarsi per i punti digitali direttamente dal quadro esistente di potenza senza l'ausilio ulteriore di quadri supplementari.

Costruzione fisica dei moduli.

Il modulo di controllo e comando è formato da una scheda atta per il montaggio in quadri elettrici; più moduli saranno installati direttamente uno accanto all'altro, nello stesso quadro elettrico, in modo tale che il bus di comunicazione possa essere attivato tramite le prese di servizio presenti sui moduli DDC.

Le connessioni tra i moduli e le apparecchiature periferiche (sonde, organi di regolazione, ecc.) vengono realizzate tramite morsettiere predisposte a bordo schede.

Programmi e funzioni (software).

Il software del sistema dovrà permettere la realizzazione di tutte le funzioni di regolazione, di controllo, comando e di risparmio energetico degli impianti.

Il sistema dovrà disporre di un linguaggio di programmazione estremamente semplice e funzionale che possa permettere per mezzo di un Personal Computer di servizio la soluzione delle problematiche relative ai vari tipi di impianti, costituendo un «programma utente».

Una volta costituito il «programma utente», questo dovrà essere registrato su floppy disk, per essere trasferito successivamente nel modulo di controllo e comando.

Una biblioteca delle funzioni applicative fondamentali sono:

- Sequenze di regolazione.
- Calcolo dei valori di taratura.

- Funzioni d'uscita, analogiche o digitali, con: logica di selezione, intervento manuale, funzioni a tempo, limitazione, ecc.
- Blocco di comando, analogico o digitale, con: logica di selezione, funzioni a tempo, limitazione, ecc.
- Commutatore di canale.
- Trasmettitore dati.
- Interconnessioni logiche (link logico).
- Comando entalpia.
- OSSC.
- Orologi programmatori.
- Contatore ore di funzionamento.
- Timer.
- Allarmi.
- Ecc.

2) Terminale operatore

Nel sistema di regolazione, il terminale operatore sostituisce tutti quegli elementi indicatori e operativi che sono normalmente presenti nella regolazione tradizionale.

Le operazioni permesse da un terminale operatore saranno:

- Taratura di set-point e impostazioni parametri.
- Impostazione dei tempi.
- Scrittura dei programmi a tempo.
- Impostazione manuale dei canali di commutazione e modi di funzionamento.
- Riporto di valori di misura, set-point, parametri, tempi e stato dei canali di commutazione.
- Interrogazione degli allarmi.

Il riporto dei dati sul terminale operatore avverrà con brevi testi esplicativi su un display a cristalli liquidi, in modo da garantire una perfetta leggibilità.

Il terminale operatore dovrà prevedere almeno tre livelli di accesso strutturati gerarchicamente per mezzo di codici a cifre.

Il terminale dovrà condurre l'operatore attraverso una struttura ad albero al termine del quale si giungerà alle informazioni in forma di testo.

La connessione al sistema, realizzata con cavo di sez. 2x0,75 mm², twistato e schermato, dovrà essere garantita: in qualsiasi punto del «RS-BUS», opportunamente dotato di presa; direttamente su una porta di un modulo; oppure dal punto di controllo a distanza (Postazione Remota).

3) Quadri elettrici di contenimento apparecchiature hardware e logica ausiliaria.

Il grado di protezione dei quadri non dovrà essere inferiore ad IP 44.

La carpenteria sarà realizzata in lamiera pressopiegata con spessore 20/10 mm, verniciata epossidicamente.

Il quadro sarà realizzato con portina frontale trasparente in plexiglas apribile a cerniera, serratura a chiave.

I moduli di controllo verranno fissati sul fondo mediante barra a profilato DIN.

All'interno del quadro si dovranno posizionare delle canaline vuote per il passaggio cavi.

L'alimentazione, i trasformatori, le lampade spia ed i morsetti elettrici atti a tale scopo devono possibilmente essere posizionati in alto.

4) Elementi in campo

Sensore di temperatura

Sensore elettronico di temperatura con alto coefficiente di variazione della resistenza a fronte di una variazione unitaria di temperatura allo scopo di assicurare un'alta risoluzione della misura.

I campi di misura del sensore dovranno essere diversi in modo da poter scegliere quello più adatto all'applicazione.

L'applicazione potrà essere da: ambiente, canale, esterno, immersione.

Trasmettitore di umidità

Trasmettitore elettronico di umidità relativa, elemento sensibile costituito da un condensatore, in grado di assorbire il vapore acqueo dell'ambiente e di variare in conseguenza la sua capacità.

I trasmettitori dovranno essere disponibili nella versione ambiente e in quella da canale.

Campo di misura: 10÷90% UR.

Valvola a tre vie miscelatrice modulante per acqua calda o fredda

Valvola servocomandata per acqua calda e refrigerata a tre vie miscelatrice, corpo in ghisa PN16, filettato maschio, completo di manicotti, per DN $\leq$ 50; flangiata per DN $\geq$ 50; servocomando di tipo elettromagnetico od elettronico per DN $\geq$ 100; premistoppa a perfetta tenuta, sia a caldo che a freddo; sede ed otturatore in acciaio.

Le valvole devono essere del tipo bilanciato, complete di comando manuale e di dispositivo di ritorno in posizione di riposo.

Caratteristica di lavoro: lineare.

Capacità di regolazione KVS/KVR $\geq$ 500.

Valvola a tre vie per piccole portate

Valvola magnetica miscelatrice a tre vie.

Corpo in bronzo PN16.

Otturatore in acciaio.

Disponibile in vari KVS per una corretta scelta del diametro necessario.

Servocomando per serranda

Servocomando per serranda con movimento assiale per regolazione modulante o tutto-niente con ritorno a molla nei casi richiesti.

Accoppiamento diretto alla leva della serranda senza aste intermedie.

Protezione: IP 54.

Pressostato differenziale

Pressostato differenziale per indicazione di flusso e controllo filtri sporchi in canali d'aria, completo di sistema di taratura e scale di indicazione dei valori.

Campi di misura: 0,2÷2 / 0,5÷5 mbar.

Portata contatti: 1 A, 250 Vca.

Protezione: IP 54.

Termostato antigelo

Termostato elettrico antigelo di tipo con elemento sensibile di media (lunghezza del capillare: 6 m).

Contatto in commutazione.

Protezione: IP 50.

Campo di misura: -5÷ +15 °C.

Differenziale fisso: 1 °C.

Portata contatti: 10 (2) A, 250 Vca.

Termostato elettronico da inserzione.

Termostato elettrico del tipo a bulbo con possibilità di taratura manuale del tipo di commutazione.

Protezione: IP 43.

Campo di misura: 35÷95 °C.

Differenziale fisso: 3÷5 °C.

Portata contatti: 10 (2) A, 250 Vca.

30.3.3 - Impianto elettrico, telefonico, antenna TV

30.3.3.1 - Impianto elettrico per illuminazione, energia industriale e forza motrice.

Possono essere previsti nelle seguenti tipologie:

- impianto incassato in esecuzione normale;
- impianto incassato in esecuzione stagna;
- impianto in vista staffettato alle strutture portanti, in esecuzione stagna;
- impianto installato entro canalette portacavi in PVC.

Si considera finito l'impianto elettrico quando sarà realizzato completo di:

- rete di distribuzione e di terra comprendente tra l'altro le linee dorsali e le diramazioni a partire dal quadro elettrico principale;
- la fornitura e posa in opera di tutti i materiali occorrenti: tubazioni di polivinile, conduttori di rame, cassette e scatole di derivazione, apparecchi di comando, prese, ecc.;
- l'assistenza muraria compreso materiali, mano d'opera e ponteggi;
- gli allacciamenti, i cablaggi e quant'altro necessario per dare l'impianto completo e funzionante.

30.3.3.2 - Canalette portacavi

In PVC rigido autoestinguente con Marchio IMQ conformi alle Norme CEI 23-8 e 23-19, costituite da un elemento di fondo a scomparti destinato all'alloggiamento di cavi elettrici, telefonici, di antenna TV ecc., da un elemento di chiusura a coperchio di colore previsto nel progetto e dall'impiego di pezzi speciali quali angolari, incroci, giunti, terminali, ecc..

Le canalette possono essere previste nelle seguenti tipologie:

- canalette portacavi aventi funzione di battiscopa;
- canalette portacavi aventi funzione di cornice;
- canalette portacavi semplici ad uso esclusivo portacavi.

La lavorazione sarà completata con il fissaggio delle canalette alle pareti o su apposite staffe o altri accessori.

La tipologia, le dimensioni e i sistemi di fissaggio saranno conforme a quanto riportato negli elaborati di progetto.

30.3.3.3 - Tubazioni protettive - Cassette di derivazione - Passerelle portacavi

- **Tubazioni**

  In PVC rigido autoestinguente di colore nero o grigio con Marchio IMQ conformi alle Norme CEI 23-8.

Le caratteristiche delle tubazioni protettive da impiegare dovranno essere adeguate alla tipologia degli impianti e precisamente:

- tubi serie leggera: con resistenza allo schiacciamento non inferiore a 35 kg/5cm a 20 °C per canalizzazioni incassate nelle pareti e/o soffitto, compreso scatole rompitratta in materiale termoplastico;
- tubi serie pesante, filettati: per canalizzazioni in vista staffettate alle strutture portanti: in osservanza alle norme internazionali IEC/CEI 423;
- tubi serie pesante: con resistenza allo schiacciamento non inferiore a 75 kg/5cm a 20 °C per canalizzazioni incassate sotto pavimento.

Le tubazioni dovranno essere poste in opera, complete dei relativi accessori (manicotti, curve, scatole rompitratta e di derivazione, accessori di fissaggio, opere murarie) in materiale termoplastico, seguendo di norma tracciati rettilinei, in verticale o in orizzontale, con ampie curve di raccordo nei cambiamenti di direzione.

Negli impianti in vista i tubi dovranno essere fissati alle strutture portanti a mezzo di opportuni collari o staffe di ancoraggio posti ad interasse non superiore a 1,00 m con giunti e raccordi sigillati atti a garantire un grado di isolamento pari a IP 55.

Il diametro dei tubi dovrà essere tale che il rapporto tra la somma delle sezioni dei conduttori e la sezione interna del tubo non sia superiore a 0,5.

Tutte le tubazioni dovranno essere provvisti di filo di ferro zincato, da utilizzare come sonda pilota, per l'introduzione dei cavi.

Le tipologie e le dimensioni saranno conforme a quanto riportato negli elaborati di progetto.

- **Cavidotti**

In PVC autoestinguente, serie pesante, con resistenza alla schiacciamento non inferiore a 250 kg/dm, per canalizzazioni interrate, provvisti di bicchiere ad una estremità, per agevolare l'introduzione e lo sfilamento dei cavi e con striscia elicoidale gialla, conforme alle norme CEI 23-29. I giunti saranno sigillati con idoneo collante.

La profondità di posa dei cavidotti dovrà essere almeno 0,80 m riferita alla generatrice superiore e, per tracciati molto lunghi sono previsti dei pozzetti rompitratta ad intervalli di 30÷40 m, se non diversamente indicato in progetto; i pozzetti saranno completi di chiusini, di tipologie come indicate in progetto.

Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e con leggera monta al centro, in modo da facilitare il deflusso di eventuali infiltrazioni d'acqua verso i pozzetti; verrà poi rinfiancato e ricoperto con lo stesso materiale per uno spessore non inferiore a 15 cm o rivestito in calcestruzzo, secondo le indicazioni progettuali.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dallo scavo stesso costipato per strati.

Per i cavidotti non sono ammesse curve; eventuali cambi di direzione saranno realizzati mediante pozzetti d'angolo forniti di chiusino come sopra specificato; ogni tubo sarà provvisto di filo di ferro zincato, da utilizzare come sonda pilota, per la successiva introduzione dei cavi.

- **Scatole e cassette di derivazione e da frutto**

Le scatole e cassette di derivazione e/o da frutto (atte a contenere interruttori, deviatori, prese, ecc.) in materiale termoplastico autoestinguente, dovranno presentare elevata resistenza agli urti, agli agenti chimici ed atmosferici ed al calore.

Dovranno essere adatte alla tipologia dell'impianto da realizzare (incassato e/o a vista, con tubi e/o con canalette, ecc.) e corrispondere a quanto prescritto dalle Norme CEI ed UNEL.

Negli impianti normali è richiesto un grado di protezione non inferiore a IP 407; negli impianti stagni il grado di protezione dovrà essere non inferiore a IP 557 utilizzando, tra l'altro, passacavi, raccordi filettati e pressacavi previsti.

- **Passerelle**

Le passerelle portacavi saranno ottenute da lamiera pressopiegata e quindi zincata a fuoco per immersione in bagno di zinco secondo le norme CEI 7-6 o in PVC rigido autoestinguente.

Dovranno avere spessore minimo 1,2 mm, a bordo rinforzato e saranno sostenute da appositi sostegni in acciaio inox regolabili in altezza con tolleranza ±100 mm ottenuti da barra filettata di diametro non inferiore ø=20 mm, ovvero da apposite mensole o staffe zincate a fuoco e regolabili in altezza con tolleranza ±20 mm. Inoltre, verranno utilizzati gli occorrenti pezzi speciali quali giunti, angolari, incroci, terminali e accessori di fissaggio.

Le tipologie, le dimensioni e i sistemi di fissaggio saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di progetto.

30.3.3.4 - Cavi e conduttori

a - Cavi per energia elettrica, segnalazioni e comandi

Dovranno rispondere alle seguenti Norme:

- CEI 20-13 (Cavi isolati con gomma etilenpropilenica, sottoguaina di PVC, con grado di isolamento superiore a 3);
- CEI 20-14 (Cavi isolati in PVC di qualità R2, sottoguaina di PVC, con grado di isolamento superiore a 3);

- CEI 20-20 (Cavi isolati con PVC, con tensione nominale non superiore a 450/750 V);
- CEI 20-22 (Prova dei cavi non propaganti l'incendio);
- CEI 20-35 (Prova su cavi elettrici sottoposti al fuoco);
- CEI 20-37 (Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici);

ed essere impiegati soltanto materiali di tipo non propagante l'incendio ed a ridotte emissioni di fumi e gas tossici per i quali risulti concesso il marchio di qualità.

Le sezioni e tipologie dei cavi dovranno essere quelle indicate in progetto e comunque non dovranno essere inferiori a quelle minime previste dalle Norme CEI 20-21 (Calcolo delle portate dei cavi elettrici).

Il grado di isolamento minimo dei cavi dovrà essere:

- cavi unipolari grado 3
- cavi multipolari grado 4

La colorazione dei cavi sottoguaina dovrà essere conforme alle Norme in vigore e precisamente:

- giallo verde riservato esclusivamente alla terra;
- blu riservato al neutro;
- nero, marrone e grigio per le fasi R, S e T.

Giunzioni di cavi e derivazioni in tratti interrati o intubati potranno essere effettuati esclusivamente:

- in pozzetti ispezionabili con impiego di appositi connettori stagni o muffole a colata di resina (del tipo ispezionabile e riutilizzabile per i cavi B.T.);
- in scatole e cassette di derivazione adeguate con impiego di apposite morsettiere, connettori o terminazioni.

  Sono assolutamente vietate giunzioni e derivazioni dei cavi entro tubi protettivi.

b - Dispersori di terra

Dovranno rispondere alle Norme per gli impianti di messa a terra, CNR-CEI 11-8 (Fasc. 176), nonché al D.P.R. n. 547 del 27/4/1955.

Il dispersore di terra sarà costituito da:

- elementi in acciaio ramato del diametro 18 mm, ciascuno della lunghezza di 1,50 m, sovrapponibili tra loro mediante manicotti filettati; infissi

nel terreno a profondità non inferiore a 3,00 m e protetti in sommità da un pozzetto in cemento armato delle dimensioni interne non inferiore a 40x40x40 cm, munito di chiusino in conglomerato cementizio armato carrabile battentato.

Ogni dispersore sarà dotato di almeno due morsetti a vite in ottone cadmiato;

- elementi in acciaio zincato a caldo di lunghezza 3,00 m, in profilati a «T» od «a croce», della sezione minima di 50x50x5 mm, o in tubolare del diametro ø=42 mm e spessore $\geq$ 2,5 mm, portante saldata una staffa con due o tre fori del diametro ø=10 mm, con relativi bulloni in acciaio inox per l'allaccio alla rete di terra; infisso nel terreno e protetto in sommità da un pozzetto in cemento armato delle dimensioni interne di 40x40x40 cm, munito di chiusino in cemento armato carrabile battentato.

c - Rete di collegamento dei dispersori di terra

Sarà realizzata:

- in vista con conduttori in piatto di acciaio zincato a caldo;
- interrata con conduttori in corda di rame nudo, posta entro scavo, di profondità minima indicata in progetto, su letto di terreno vegetale (humus), avente spessore non inferiore a 10 cm; verrà poi ricoperta con lo stesso terreno per uno spessore non inferiore a 20 cm; il riempimento successivo dello scavo sarà costituito da materiale di risulta, costipato per strati;
- entro canalizzazioni con conduttori in corda di rame rivestita, tipo N07V-K di colore giallo/verde.

La tipologia e le dimensioni saranno conformi alle indicazioni di progetto; verranno utilizzati tutti gli accessori occorrenti per i collegamenti compreso le minuterie (bulloni in acciaio inox, morsetti in ottone cadmiato, capicorda stagnati, ecc.).

d - Rete di protezione dalle scariche atmosferiche

Dovrà essere conforme alle Norme di cui agli articoli 38 e 39 del D.P.R. n. 547 del 27/4/1955 e alle norme CEI 81-1.

Alla base degli edifici, per un'altezza non inferiore a 2,50 m, i conduttori dovranno essere introdotti entro tubi di acciaio zincato e saldati ai tubi stessi in entrata e in uscita.

Conduttori e tubi protettivi dovranno essere fissati con staffe alle strutture portanti.

Le giunzioni dei conduttori dovranno essere fatte o mediante morsetti o saldature o chiodature.

La rete di protezione esterna sarà realizzata:

- con conduttori di acciaio zincato a caldo in tondo o piatto;

- con conduttori in corda di rame nudo.

La lavorazione dovrà comprendere: le discese, il fissaggio dei conduttori alle strutture portanti; i relativi distanziatori; i collegamenti in corrispondenza degli incroci ed alla rete di terra; gli accessori di posa (morsetti, capicorda, bulloneria, ecc.).

La tipologia e le dimensioni saranno conformi alle indicazioni di progetto, supportate dai risultati della relazione di calcolo, come prevista dalla citata Norma CEI 81/1.

e - Collegamenti equipotenziali

I collegamenti equipotenziali tra strutture metalliche e rete di terra, secondo quanto previsto dalla norma CEI 64-8, verranno realizzati con conduttori in acciaio zincato a caldo o con conduttori in corda di rame, nuda o rivestita con isolamento tipo N07V-K di colore giallo/verde.

Il collegamento comprenderà inoltre: il fissaggio dei conduttori, gli accessori di posa (morsetti, capicorda, bulloneria, ecc.), cavidotti di protezione.

La tipologia e le dimensioni saranno conformi alle indicazioni di progetto.

30.3.3.5 - Apparecchi

a - di comando

Saranno da 10 A o da 16 A, del tipo componibili, posti entro scatole da frutto da incasso o in vista stagni, a seconda della tipologia degli impianti, completi di supporti e placche.

Gli apparecchi di comando sono:

- gli interruttori e i relè interruttori che saranno del tipo unipolare o bipolare negli impianti in esecuzione normale, mentre saranno del tipo bipolare negli impianti di tipo stagno;
- i deviatori, invertitori, pulsanti, prese 2x10 A+T;
- le prese 2x16 A+T che saranno sempre munite di interruttore bipolare e fusibile o di interruttore magnetotermico;
- le prese doppie 2x10 A+T + 2x16 A+T con interruttore bipolare e fusibile o di interruttore magnetotermico, che saranno alimentate da 2 linee separate;
- le prese interbloccate CEE che saranno del tipo con fusibili.

b - da quadro

saranno del tipo:

- interruttore automatico magnetotermico, di tipo modulare, bipolare o tetrapolare e portata nominale secondo le indicazioni di progetto, adatto per installazione su profilato DIN, tensioni 220÷380 V c.a., con potere di interruzione 10÷15 kA/220V;

- interruttore automatico magnetotermico differenziale, di tipo modulare, bipolare o tetrapolare, portata nominale e sensibilità secondo le indicazioni di progetto, adatto per installazione su profilato DIN, per tensioni 220÷380 V c.a., con potere di interruzione 10 kA/220V;
- interruttore automatico magnetotermico, di tipo scatolare, tetrapolare, con potere di interruzione 16 kA/380 V e regolazione termica 0,8÷1 In;
- interruttore automatico magnetotermico differenziale, di tipo scatolare, tetrapolare, con potere di interruzione 16 kA/380 V con sensibilità regolabile da 0,03 a 6 A, ritardo all'intervento regolabile tra 0 e 6 s e regolazione termica 0,8÷1 In;
- contattori, di tipo tetrapolare, con bobine di tensione adeguata alle caratteristiche del circuito di comando e protette da fusibili.

  È previsto che il contattore sia corredato di relè termico, di tipo tripolare differenziale, dotato di: dispositivo di protezione contro la mancanza di fase e pulsante di reinserzione manuale; autocompensazione della temperatura da 248 a 328 K;
- terna di lampade spia, segnalante la presenza tensione in rete, del tipo a scarica o survoltate, protette da fusibili sulle tre fasi, per installazione da quadro;
- gruppo voltmetrico composto da: voltmetro elettromagnetico per c.a., di portata 300 V f.s., ad inserzione diretta completo di interruttore e fusibile;
- gruppo voltmetrico composto da: voltmetro elettromagnetico per c.a., di portata 500 V f.s., ad inserzione diretta completo di commutatore a 7 posizioni e fusibile;
- gruppo amperometrico, composto da amperometro elettromagnetico per c.a. di portata 5 A f.s. (scala secondo le necessità, fino a 200 A), riduttore amperometrico e fusibili.

30.3.3.6 - Corpi illuminanti

Saranno forniti completi di lampade, reattori ad alto rendimento, starter, condensatori di rifasamento per Cosø $\geq$ 0,95, morsettiere ecc..

Quando previsto in progetto, alcune plafoniere saranno dotate di complessi elettronici di conversione (inverter), in grado di alimentare le stesse lampade in assenza di tensione da rete/gruppo, mediante batterie ricaricabili al Ni-Cd, con autonomia non inferiore a due ore (cablaggio S.A.).

Le plafoniere, atte a contenere una o più lampade, di potenza e tipo come indicato negli elaborati di progetto, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- plafoniere normali e/o da incasso con:
  - corpo in robusta lamiera di acciaio verniciato a fuoco, avente grado di protezione non inferiore a IP 20;
  - schermo a lamelle paraboliche in alluminio purissimo anodizzato brillantato, a ridotto abbagliamento, fissato mediante dispositivo di apertura a clips;
  - reattore ad alto rendimento; starter; condensatore di rifasamento; morsettiere; lampade tubolari fluorescenti ad alta efficienza; pressatubi; cablaggio; collegamento alla rete di distribuzione.

- plafoniera normale con:
  - corpo in robusta lamiera di acciaio verniciato a fuoco di colore bianco, avente grado di protezione non inferiore a IP 40;
  - coppa autoestinguente in plexiglas o metacrilato stampata ad iniezione in un solo pezzo, a superficie prismatica o lenticolare, fissata mediante dispositivi in acciaio zincato;
  - reattore ad alto rendimento; starter; condensatore di rifasamento; morsettiere; lampade tubolari fluorescenti ad alta efficienza; pressatubi; cablaggio; collegamento alla rete di distribuzione.

- plafoniera stagna autoestinguente con:
  - corpo in policarbonato stampato ad iniezione, avente grado di protezione non inferiore a IP 55;
  - riflettore porta cablaggio in lamiera di acciaio verniciata in bianco;
  - schermo in policarbonato, internamente prismatizzato e liscio esternamente, fissato con scrocchi in acciaio inox.
  - reattore ad alto rendimento; starter; condensatore di rifasamento; morsettiere; lampade tubolari fluorescenti ad alta efficienza; pressatubi; cablaggio; collegamento alla rete di distribuzione.

- plafoniere per luce di emergenza.

  Gli apparecchi, con funzione di illuminazione di emergenza per segnalazione, saranno conformi a quanto previsto dalla normativa vigente sui segnali, nazionali e internazionali (UNI 7543 - UNI 7546, Direttive CEE n. 77/576, ecc.), avranno schermo serigrafato tale da permettere una buona lettura del segnale, lampada fluorescente, batterie ricaricabili aventi autonomia minima di 120 min e carica batterie in tampone ad accensione automatica in assenza di tensione in rete, grado di protezione IP 40 in esecuzione normale e IP 65

in esecuzione stagna. Gli apparecchi, di tipo autoestinguente, saranno forniti di: batterie; carica batterie; supporti; accessori; cablaggi; lampade di tipo fluorescenti; fissaggio; linea di alimentazione con relativa canalizzazione.

Quando l'apparecchio è installato in corrispondenza di porte o varchi d'uscita, dovrà garantire un illuminamento non inferiore a 5 lux ad 1 m dal piano di calpestio, come stabilito dalla norma CEI 64-10.

- Plafoniera antideflagrante.

  Plafoniera antideflagrante in esecuzione Ex-d (C.E.I.) oppure Ex-e (V.D.E.), con grado di protezione IP65, atta a contenere una lampada fluorescente tubolare da 36 W; completa di: reattore ad alto rendimento, starter, morsettiera, lampade e tubazione interna al locale in esecuzione antideflagrante.

30.3.3.6.1 - Palo luce conico da 8 m f.t. ø=127/60 mm

Il palo luce, di forma diritta, conica, sarà ottenuto da laminazione a caldo di tubi saldati elettricamente a resistenza.

Il palo, realizzato in acciaio calmato antinvecchiante con caratteristiche non inferiore al tipo Fe 430, secondo la normativa UNI EN 10025, avente diametro di base non inferiore a 127 mm, diametro in testa 60 mm, altezza totale non inferiore a 8,80 m, altezza fuori terra 8,00 m, spessore non inferiore a 3,6 mm; dopo la laminazione, sarà sottoposto alla lavorazione per la predisposizione di: asola di dimensioni 150x80 mm per il passaggio cavi della linea di alimentazione in arrivo e in partenza; asola di dimensioni 186x45 mm per l'alloggiamento della morsettiera da incasso, del tipo tetrapolare, per la derivazione e sezionamento della linea di alimentazione; saldatura di piastra e/o bullone, all'interno del palo, per l'ancoraggio dell'impianto di terra.

A predisposizione ultimata, il palo sarà sottoposto al trattamento di zincatura a caldo per immersione, eseguita secondo le prescrizioni delle norme CEI 7-6 (1968), previa preparazione della superficie interna ed esterna mediante lavaggio, decappaggio, flussaggio e successivo trattamento di finitura della superficie zincata; lo strato di zinco depositato dovrà avere: spessore non inferiore a 78 µm e massa non inferiore a 550 g/m².

Il palo sarà posto in opera all'interno di un plinto, di dimensioni come riportato negli elaborati di progetto, concentrico con il foro del plinto, bloccato in posizione di perfetta perpendicolarità mediante cunei o sistemi equivalenti; verranno posati uno o più tubi in PVC flessibile ø=50 mm, serie pesante, per la protezione e sfilabilità dei cavi dal pozzetto alla morsettiera attraverso i fori predisposti nel plinto e l'asola nel palo; il palo verrà fissato mediante riempimento del foro con sabbia di fiume, intasata con acqua. Intorno al palo, a filo plinto, verrà realizzato un collarino in malta cementizia di spessore non inferiore a 5 cm, per il definitivo bloccaggio.

Il palo sarà corredato di morsettiera da incasso, adatta per asole da 186x45 mm, di tipo tetrapolare, a doppio isolamento, predisposta per: linea di ingresso, linea di uscita e derivazione protetta da fusibile fino a 8 A; l'asola sarà chiusa da portello in lega di alluminio pressocolata, con meccanismo azionabile con chiave triangolare, completo di guarnizione in PVC, atta a garantire un grado di protezione non inferiore a IP 549.

30.3.3.6.2 - Armatura stradale Na-a.p. 400 W

Armatura stradale ad elevato rendimento, predisposta per attacco testapalo o sbraccio laterale, con isolamento in classe II e grado di protezione IP 66, con: corpo in poliestere termoindurente; carenatura in polipropilene; vano ottico; vano alimentazione.

Il vano ottico sarà costituito da: ottica in vetro metallizzato a caldo, coppa di chiusura in vetro bombato e da gruppo portalampada regolabile.

Il vano alimentazione dovrà essere cablato con i componenti principali, quali alimentatore, accenditore e lampada, appartenenti alla stessa casa costruttrice in modo da garantire la massima compatibilità tra i medesimi.

Particolare cura dovrà porsi nel collegamento con la linea di alimentazione, realizzata con cavo a doppio isolamento, sezione non inferiore a 2x2,5 mm², tale da garantire, a impianto ultimato, il grado di isolamento in Classe II.

30.3.3.7 - Quadri elettrici

I quadri elettrici di B.T. saranno conformi alle Norme CEI, in particolare CEI 17-13, ed alle raccomandazioni della Commissione Elettrotecnica Internazionale per quadri prefabbricati a bassa tensione - Fasc. n. 439-1973.

Ogni componente elettrico e meccanico sarà in grado di sopportare indefinitamente la tensione e corrente nominali senza che si producano difetti d'isolamento o sovratemperature, nonché le sollecitazioni termiche e dinamiche conseguenti alle correnti di guasto previste.

Dovranno essere del tipo ad armadio, con grado di protezione non inferiore a IP 55 a portelle chiuse e IP 20 a portelle aperte per impianti in esecuzione stagna e con grado di protezione non inferiore a IP 40 negli ambienti in esecuzione normale; saranno costituiti essenzialmente da:

- cassonetto di contenimento a fondo chiuso, se posto in opera incassato nelle pareti oppure fissato in aderenza alla stesse; a fondo aperto se poggiato a pavimento; di tipologia e dimensioni come riportate negli elaborati di progetto; dovrà essere di adeguata profondità, in lamiera di acciaio fosfatata e verniciata con polveri epossipoliestere;
- pannello portapparecchiature, incernierato al cassonetto di contenimento; tale pannello dovrà essere fornito di tutte le aperture, feritoie e fori passanti per l'alloggiamento delle apparecchiature stesse; aperture, feritoie e fori dovranno essere a taglio netto con bordi opportunamente arrotondati; non sono ammessi pannelli con asolature non finemente eseguite;

- portello di chiusura incernierato al cassonetto, munito di cristallo temperato e maniglia di chiusura con serratura.

Il cablaggio interno del quadro verrà realizzato con conduttori unipolari di rame ricotto, a corda flessibile, isolati in PVC, tipo N07V-K, di sezione adeguata, posti entro canalina di cablaggio; colorazione secondo la normativa CEI.

Le terminazioni dei singoli conduttori dovranno essere dotate di appositi capicorda di tipo a puntale, forchetta o ad occhiello, a seconda delle esigenze di collegamento.

Tutti i conduttori, sia in corrispondenza delle morsettiere, sia in corrispondenza delle apparecchiature, saranno dotati di identificazione numerata in accordo a quanto indicato sugli schemi di cablaggio.

Per i circuiti elettronici sarà impiegato cavo schermato di adeguate caratteristiche.

Dove necessario si farà uso di sbarre in rame ampiamente dimensionate.

Sarà prevista una sbarra di terra alla quale saranno collegate le parti metalliche delle apparecchiature, i conduttori di terra delle linee in ingresso e in partenza dal quadro.

Per l'ammaraggio dei cavi, in ingresso e in partenza, saranno previste apposite traverse; le morsettiere ed i connettori per il collegamento dei cavi esterni saranno sistemate in basso o di fianco, in posizione facilmente accessibile.

I morsetti saranno del tipo componibile con viti di serraggio antiallentamento a testa affondata o preisolata per evitare eventuali contatti accidentali.

Saranno previsti un numero minimo di morsetti disponibili pari al 10% di quelli utilizzati; la siglatura dei morsetti sarà in accordo a quanto indicato sugli schemi di cablaggio.

Per la sicurezza del personale saranno previste coperture isolanti di protezione per i morsetti che risultassero sotto tensione anche a quadro disinserito; tali coperture porteranno stampata una scritta o simbolo di preavviso di pericolo.

Il grado di isolamento non sarà inferiore a 2,5 kV di prova.

L'Impresa dovrà provvedere all'aggiornamento o alla redazione degli schemi unifilari da consegnare a fine lavori.

In riferimento alla Norma CEI EN 60439 (CEI 17-13/1) «Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per Bassa Tensione», la Ditta costruttrice del quadro dovrà rilasciare la dichiarazione di conformità.

Tale dichiarazione, unitamente alla dichiarazione di conformità dell'impianto, rilasciata dall'Impresa, a fine lavori, dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori.

30.3.3.8 - Derivazioni impianto telefonico

La tubazione vuota dell'impianto telefonico e/o trasmissione dati si considera a partire dal pozzetto di derivazione esterno al fabbricato.

Le derivazioni comprendono: la fornitura e posa in opera delle tubazioni principali e secondarie in polivinile dielectrix, incassate nelle murature e/o sottopavimento o in vista staffettate alle strutture portanti, secondo le indicazioni di progetto; delle cassette box in lamiera verniciata con coperchio a cerniera con serratura a chiave, complete di morsettiere di permutazione, delle cassette stagne di derivazione a pavimento in ghisa con coperchio in alluminio, delle cassette di derivazione a parete in bachelite; delle scatole omologate.

Quando previsto in progetto le derivazioni saranno complete di cavo e presa di tipo unificato.

La tipologia, percorso, la quantità e dimensione delle canalizzazioni, nonché il tipo di cavo saranno indicati negli elaborati progettuali.

30.3.3.8.1 - Impianto telefonico

L'impianto telefonico sarà costituito essenzialmente da:

a) Centralino telefonico

Centralino per impianto telefonico di tipo elettronico, da installare nel locale piantone, idoneo per il collegamento con almeno quattro linee esterne e con almeno 20 apparecchi interni, espandibile fino a 40, con la possibilità di abilitare o no il collegamento diretto dei singoli apparecchi con la linea esterna e di consentire il collegamento dei singoli apparecchi fra di loro. Dato in opera compreso il posto operatore, il collegamento con le linee esterne e gli apparecchi interni, l'istruzione al personale addetto al servizio;

b) tubazione e cavo telefonico

La tubazione per l'impianto telefonico si considera a partire dal pozzetto di derivazione esterno al fabbricato.

Le derivazioni comprendono: la fornitura e posa in opera delle tubazioni principali e secondarie in polivinile dielectrix, incassate nelle murature e/o sottopavimento o in vista staffettate alle strutture portanti, secondo le indicazioni di progetto; delle cassette box in lamiera verniciata con coperchio a cerniera con serratura a chiave, complete di morsettiere di permutazione, delle cassette stagne di derivazione a pavimento in ghisa con coperchio in alluminio, delle cassette di derivazione a parete in bachelite; delle scatole omologate; cavo e presa di tipo unificato.

La tipologia, percorso, la quantità e dimensione delle canalizzazioni, nonché il tipo di cavo saranno indicati negli elaborati progettuali.

c) Apparecchio telefonico

L'apparecchio telefonico sarà del tipo idoneo:

- per collegamento con centralino elettronico di cui al punto a);
- per effettuare chiamate interne agli altri apparecchi e, se abilitato, effettuare direttamente chiamate esterne.

Con l'apparecchio è compresa la fornitura del cavo di collegamento e la spina, di tipo omologata.

30.3.3.9 - Antenna TV

- Impianto di antenna

L'impianto è costituito essenzialmente da antenna, palo portantenna e centralina a larga banda, di capacità variabile da quattro a cento derivazioni.

Il palo telescopico dovrà essere in acciaio zincato di altezza non inferiore a 6,00 m, diametro ø $\geq$ 25 mm e spessore 1,5 mm, con giunzioni antisfilamento e bulloni di blocco fra gli elementi; il palo sarà ancorato con le occorrenti staffe in acciaio zincato alle strutture portanti e controventato con tre tiranti in filo di ferro zincato, muniti ciascuno di tenditore a vite.

Quando previsto in progetto, il sistema di antenna dovrà essere collegato all'impianto di terra.

L'antenna VHF, UHF ad a larga banda (canali 21÷69) dovrà essere ad elementi in lega leggera.

La centralina dovrà essere a larga banda, autoalimentata, in contenitore metallico pressofuso predisposto per l'amplificazione a parete, completamente schermata; provvista di vari ingressi dotati di attenuatori regolabili 0÷20 dB per ogni ingresso, con amplificazione VHF e UHF separate; sarà collegata con le varie antenne con cavo schermato di tipo coassiale.

Capacità e caratteristiche tecniche come riportate in progetto.

- Derivazioni

La tubazione vuota delle derivazioni per l'impianto di antenna TV si considera a partire dalla centralina (o dalla probabile zona di installazione).

Le derivazioni comprendono: le canalizzazioni, principali e secondarie, in tubi in PVC e/o canalette, con percorso secondo le indicazioni di progetto, le cassette di derivazione e rompitratta, le scatole da frutto, supporti e placca.

Quando previsto, negli elaborati di progetto, le derivazioni dovranno essere completate con il cavo coassiale schermato per antenna, a bassa perdita, i partitori di linea, le prese coassiali per antenna TV.

30.3.3.10 - Ventilatori elicoidali da parete

Il ventilatore elicoidale da parete per espulsione diretta all'esterno, del tipo con motore monofase, di portata indicata negli elaborati di progetto, è costituito essenzialmente da:

- corpo portamotore in materiale termoplastico, avente isolamento di grado "B";
- carter interno munito di griglia ad alette mobili con comando di chiusura automatica a ventilatore spento;
- griglia esterna frangipioggia;
- flange di ancoraggio alla struttura portante;
- guarnizioni antivibrazioni.

Sarà dotato di apparecchio di comando, posto in posizione accessibile, ad altezza d'uomo, collegato al ventilatore con impianto stagno; dall'allacciamento del ventilatore alla rete di alimentazione; dalla linea di alimentazione con relativa canalizzazione.

Per portate superiori ai 500 m^3/h l'apparecchio di comando sarà dotato di variatore di velocità e reversibilità di rotazione.

Portate e caratteristiche sono indicate in progetto.

30.3.3.11 - Torrette ventilatore radiale

Da installare su tetto per estrazione libera o da condotto di ventilazione, del tipo con motore monofase o trifase, a bassa velocità (circa 1000 giri/min), di portata come indicato negli elaborati di progetto misurata alla pressione statica di 0,25 mbar, costituita essenzialmente da: controtelaio di base da pre-murare; struttura di base con staffe; gruppo motoventilatore con incorporato limitatore termico, isolamento elettrico in classe «B» e grado di protezione non inferiore a IP 44; griglia e cappello di protezione; morsettiera a tenuta stagna; serrande a gravità e boccaglio di raccordo; griglia inferiore di protezione.

Le parti metalliche saranno realizzate in robusta lamiera di acciaio zincato a caldo e protette con pittura a base di resina epossidica. La torretta sarà completa di: comando con commutatore a due velocità, posto in posizione accessibile ad altezza d'uomo; collegamento alla torretta con impianto stagno; allacciamento dell'apparecchio alla rete di alimentazione; linea di alimentazione con relativa canalizzazione.

30.3.3.12 - Gruppo elettrocompressore d'aria

Di potenza, volume spostato e pressione d'esercizio come riportato negli elaborati di progetto, costituito essenzialmente da: motore elettrico trifase (isolato classe F) e compressore bicilindrico bistadio posto sul serbatoio su supporti antivibranti, collegati con trasmissione diretta; raffreddatore finale; dispositivo scarico condensa; serbatoio; pressostato; valvola di sicurezza; manometri; filtro silenziatore in aspirazione; organo di comando e telesalvamotore; raccordo antivibrante con la rete di distribuzione dell'aria

compressa; collegamento elettrico in esecuzione stagna tra motore e organo di comando-telesalvamotore; linea di alimentazione e relativa canalizzazione; allacciamento alla rete di alimentazione.

30.3.3.13 - Impianto rilevazione incendi

L'impianto rilevazione incendio, realizzato secondo i disegni di progetto, idoneo per il controllo degli uffici, delle camere, dei garage, dei locali magazzino, della centrale termica e del locale unità di trattamento aria, per mezzo di rilevatori di incendio collegati ad una centralina di monitoraggio posta nel locale piantone, sarà costituito essenzialmente da:

· quadretto di alimentazione e controllo posto nel locale piantone, completo di schema sinottico con evidenziato lo stato di tutti i rilevatori posti nell'edificio;

· rilevatori di incendio installati negli uffici e nelle camere al piano rialzato;

· rilevatori di incendio installati nei garage, nei locali magazzino, nella centrale termica e nel locale unità di trattamento aria al piano interrato;

· linee di collegamento fra quadro di controllo e rilevatori incendio in campo e relative canalizzazioni.

30.3.3.14 - Impianto antintrusione

L'impianto antintrusione, realizzato secondo i disegni di progetto, idoneo per il controllo delle due uscite di sicurezza poste al piano rialzato e della porta di accesso al garage al piano interrato, sarà costituito essenzialmente da:

· Quadretto di alimentazione e controllo posto nel locale piantone, completo di schema sinottico con evidenziato lo stato delle porte da controllare;

· finecorsa installati sulle porte da controllare;

· linee di collegamento fra quadro di controllo e finecorsa in campo e relative canalizzazioni.

30.3.3.15 - Impianto citofonico

L'impianto citofonico, realizzato secondo i disegni di progetto, sarà costituito essenzialmente da:

- postazione interna di ricezione da tavolo, da posizionare nel locale piantone, composta da: apparecchio citofonico dotato di base di appesantimento in acciaio completa di presa e spina multipolare, pulsantiera per apricancello, diodi luminosi per la individuazione della postazione esterna chiamante; alimentatore autoprotetto da cortocircuiti e da sovraccarichi; gruppo di commutazione automatica per tre o più postazioni di chiamata;

- postazioni esterne di chiamata composte da: contenitore in lamiera zincata completo di tettuccio antipioggia; pulsantiera luminosa; gruppo fonico

complete di preamplificatore, posizionate in prossimità dei cancelli scorrevoli ed in prossimità della porta principale della caserma;

- postazione interna di chiamata composte da: contenitore in lamiera zincata; pulsantiera; gruppo fonico completo di preamplificatore, posizionata nel seminterrato, in prossimità della porta di accesso dai garages.

L'impianto sarà completo di cassette da incasso; opere murarie; cavi elettrici di collegamento tra le varie apparecchiature, interne ed esterne, tubazioni interne ed esterne al fabbricato, collegamenti alla rete di alimentazione ed alle elettroserrature.

30.3.3.16 - Impianto videocitofonico

L'impianto videocitofonico, realizzato secondo le indicazioni di progetto, sarà costituito essenzialmente da:

· postazione interna di ricezione da tavolo, da posizionare nel locale piantone, composta da: apparecchio videocitofonico completo di monitor con staffa di sostegno, alimentatore video autoprotetto da cortocircuiti e da sovraccarichi, dispositivo di commutazione;

· postazione esterna di chiamata, posizionata in prossimità del cancello pedonale, composta da contenitore da incasso in lamiera zincata completo di tettuccio antipioggia, unità di ripresa con telecamera CCD, diffusori con lampade per illuminazione zona di ripresa, pulsantiera, gruppo fonico completo di preamplificatore.

L'impianto sarà completo di cassette da incasso, opere murarie, cavi elettrici di collegamento tra le varie apparecchiature interne ed esterne, tubazioni interne ed esterne al fabbricato, collegamenti alla rete di alimentazione ed alle elettroserrature.

30.3.3.17 - Impianto TV.CC.

L'impianto TV.CC., realizzato secondo i disegni di progetto, sarà costituito essenzialmente da:

- telecamere allo stato solido CCD, con sistema di sincronizzazione esterno, aventi le seguenti caratteristiche: sensibilità minima ≤ 0,4 lux; standard CCIR; obiettivo a focale fissa, otturatore automatico, controllato mediante segnale video, alimentazione 220 V c.a., protezione elettronica contro sovraccarichi e sovratemperature;
- custodie per telecamere, a tenuta stagna IP 55, in policarbonato, complete di tettuccio e staffe di fissaggio;
- proiettori stagni IP55 per lampade alogene con lampade da 150 W;
- pali di sostegno in acciaio zincato;
- monitor da tavolo da 9", standard CCIR, completo di commutatore ciclico a funzionamento automatico-manuale, con almeno quattro ingressi.

L'impianto sarà completo di linee di alimentazione telecamere e dei proiettori, di cavo coassiale, raccordi, staffe di fissaggio, tubazioni protettive in PVC per il percorso interno ed esterno al fabbricato e dei blocchi di fondazione dei pali di sostegno.

30.3.3.18 - Ventilatore antideflagrante

Nel locale armeria sarà installato un elettroventilatore di tipo elicoidale, in esecuzione antideflagrante AD-PE Ex-d, grado di protezione non inferiore a IP 55, portata non inferiore a 70 m^3/h, a bocca libera.

Sarà del tipo adatto per fissaggio a parete, costituito essenzialmente da:

- telaio portante in lamiera di acciaio verniciata con polveri epossidiche;
- girante con pale a profilo alare, in esecuzione antiscintilla, in resine plastiche e mozzo in alluminio, direttamente accoppiata al motore;
- motore asincrono antideflagrante di tipo monofase 220 V/50 Hz avente grado di protezione non inferiore a IP 55, classe F, gruppo IIB, fissato al telaio con sistemi antivibranti;
- griglia di protezione antinfortunistica, in acciaio zincato, posta all'interno (lato motore);

Dal lato esterno dovrà essere installata una rete di protezione per evitare l'intrusione di volatili o roditori e dalla protezione dal contatto umano accidentale; la rete di protezione sarà costituita da un telaio in acciaio verniciato e da rete in filo di acciaio elettrosaldato; esternamente alla rete di protezione sarà posta la serranda a gravità, costituita da telaio in acciaio verniciato e da alette mobili in PVC rigido.

La linea di alimentazione ed il relativo apparecchio di comando, per il solo tratto all'interno del locale saranno realizzati in esecuzione antideflagrante.

30.3.4 - Prove e collaudi

Sono a carico dell'Impresa tutte le spese per le prove che la Direzione Lavori ritenesse di far eseguire per i seguenti collaudi:

- collaudo di fabbrica
- collaudo in corso d'opera
- collaudo provvisorio
- collaudo definitivo

compresa la fornitura degli strumenti, delle attrezzature e lo smontaggio e rimontaggio delle apparecchiature e delle parti d'impianto installato per effettuare prove e verifiche.

L'Impresa dovrà impegnarsi a mettere a disposizione della Direzione Lavori tutta la strumentazione necessaria per i collaudi e non potrà pretendere alcun riconoscimento degli oneri sostenuti.

Dovrà comunque essere possibile eseguire qualsiasi prova che la Direzione Lavori ritenga utile al fine di accertare il buon funzionamento e le caratteristiche generali dei prodotti in conformità alle prescrizioni e norme stabilite in contratto.

30.3.4.1 - Collaudo di fabbrica

Verranno eseguite dalla Direzione Lavori tutte le prove meccaniche ed elettriche atte a verificare la rispondenza della fornitura alle caratteristiche richieste nelle presenti Norme Tecniche (o garantite qualora si tratti di caratteristiche migliori rispetto a quanto richiesto) per apparecchiature e loro assiemi facenti parte dell'opera in oggetto.

30.3.4.2 - Collaudo in corso d'opera

Saranno eseguite in corso di opera tutte le prove e verifiche riguardanti la fornitura di materiali e la loro posa in opera che la Direzione Lavori riterrà di richiedere.

In ogni caso si dovranno eseguire le seguenti verifiche:

a) per impianti idrici, sanitari, aria compressa, riscaldamento e condizionamento:

- prova idraulica da effettuare su tubazioni prima della ricopertura o del rinterro con pressione pari a tre volte la pressione di esercizio; (si ritiene positivo l'esito della prova quando per dodici ore non siano state scoperte fughe e deformazioni permanenti e non si siano verificate diminuzioni del valore della pressione);
- verifica dell'integrità dei rivestimenti protettivi;
- controllo delle giunzioni con eventuale verifica radiografica o ad ultrasuoni: tale prova sarà effettuata per campionatura scelta dalla Direzione Lavori;

b) per impianti elettrici:

- lo stato di isolamento dei circuiti;
- la continuità elettrica dei circuiti;
- il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni;
- il corretto funzionamento degli apparecchi utilizzatori

30.3.4.3 - Collaudo provvisorio

Dovrà accertare, mediante ricognizione sugli impianti e mediante prove di funzionamento, che le apparecchiature non presentino difetti manifesti e che l'impianto stesso sia in perfette condizioni di funzionamento e sia in grado di garantire tutte le funzioni previste ed in particolare:

- che il sistema, per quantità, qualità e costruzione sia rispondente al progetto;
- che sia stato osservato quanto specificato nelle presenti Norme Tecniche;
- che i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti siano conformi ai campioni presentati;
- il perfetto funzionamento degli impianti, nell'insieme e nelle singole parti.

Dovranno inoltre essere effettuate le seguenti prove e verifiche:

a) per gli impianti idrici, sanitari, aria compressa, riscaldamento e condizionamento:
   - una prova di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi caldi e freddi verificando che in tutti gli apparecchi di utilizzazione i fluidi arrivino in modo corretto e che le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe e deformazioni permanenti, che i vasi d'espansione contengano a sufficienza tutta la variazione di volume dell'acqua;
   - una prova del corretto funzionamento elettrico e meccanico dei macchinari;
   - verifica della rispondenza del sistema alle caratteristiche di progetto (potenzialità, portata, pressione, rumorosità, consumo di energia elettrica, ecc.);
   - verifica del funzionamento dei sistemi di regolazione e/o telecomando;
   - una prova del corretto deflusso delle acque di scarico e della corretta tenuta delle connessioni;

b) per impianti elettrici:
   - verifica del percorso dei cavi e dei tubi portacavi;
   - prova della inaccessibilità delle parti sotto tensione e delle protezioni, secondo norme CEI;
   - prova di sfilabilità dei conduttori entro i tubi;
   - verifica di tutte le raccorderie e cassette montate che non dovranno risultare danneggiate o mancanti di coperchi, guarnizioni, viti e bulloni di serraggio;
   - verifica della dislocazione delle armature illuminanti e di tutte le apparecchiature in genere, nonché di tutti i collegamenti, compresi quelli di messa a terra;
   - verifica della buona esecuzione dei giunti, delle derivazioni e dei terminali dei conduttori elettrici e delle connessioni alle apparecchiature in genere;
   - controllo dell'isolamento elettrico dei quadri, cavi di alimentazione, circuiti derivati e di tutte le apparecchiature in genere;

- misura della resistenza dell'impianto di messa a terra ed eventuali misure delle tensioni di passo e di contatto ed in particolare, verifica delle sezioni dei conduttori di terra;
- prove di tensione sull'impianto intero o su sezioni dello stesso, intese a stabilire che non provochino scariche tra le parti in tensione e fra queste e la massa;
- verifica della ripartizione dei carichi monofasi sui quadri in bassa tensione di distribuzione e manovra;
- verifica del funzionamento di tutti gli organi elettrici e meccanici dei quadri di distribuzione e verifica delle regolazioni dei relè, degli interruttori e dei contattori;
- verifica del funzionamento di tutti gli apparecchi di segnalazione, controllo ed allarme dislocati sui quadri e sull'impianto;
- verifica dei comandi e delle protezioni nelle condizioni, se possibile, del massimo carico previsto;
- verifica delle cadute massime di tensione all'estremità di ciascuna linea di distribuzione con controllo delle sezioni sottoponendo per quanto possibile l'impianto a carichi corrispondenti a quelli nominali;
- verifica del valore di rifasamento degli impianti;
- verifica delle resistenze di isolamento delle linee;
- verifica in genere della corrispondenza degli impianti elettrici al contratto, alle norme CEI e norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.

I collaudi provvisori consentiranno, nel caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti.

Ad ultimazione dei collaudi si potrà procedere alla consegna degli impianti con regolare verbale firmato dalle parti.

30.3.4.4 - Collaudo definitivo

Verrà effettuato dopo centottanta giorni dalla data del collaudo provvisorio, da tecnici appositamente incaricati e dovrà accertare la rispondenza completa degli impianti alle disposizioni di legge, alle norme tecniche applicabili ed a tutto quanto espresso nel progetto e nelle presenti Norme Tecniche.

Ciò sia nei confronti dell'efficienza delle singole parti costruttive che della loro installazione eseguita a regola d'arte.

Nei collaudi definitivi si eseguiranno, oltre a tutte le misurazioni e prove già effettuate nel collaudo provvisorio, le verifiche necessarie ad accertare l'avvenuta eliminazione di tutti gli eventuali inconvenienti riscontrati nei collaudi precedenti o durante l'esercizio, nonché la rispondenza degli impianti a quelle prestazioni garantite ma non rilevabili in sede di collaudo provvisorio.

In particolare per gli impianti di riscaldamento e condizionamento si procederà al collaudo definitivo estivo o invernale rispettivamente entro il 15 Febbraio ed il 15 Settembre successivi alla data del collaudo provvisorio.

Per la verifica delle prestazioni termoigrometriche valgono le seguenti prescrizioni generali:

a) quale valore della temperatura esterna nei riguardi dell'impianto di riscaldamento e di condizionamento invernale si deve assumere quella media giornaliera rilevata a mezzo termometro registratore posto a nord dell'edificio, ad opportuna distanza dallo stesso e dagli oggetti circostanti.

   Qualora nei giorni del collaudo si verifichi una temperatura esterna maggiore di quella fissata a base del calcolo, occorrerà controllare che l'impianto possa funzionare con regolarità a potenza ridotta essendo il «fattore di carico m» definito da: m = ta' - te'/ ta - te

   (vedi norme UNI 5364-64 e successivi aggiornamenti).

   Il fattore «m», posto quello massimo uguale all'unità, non dovrà essere inferiore a 1/2.

b) Quale valore della temperatura esterna nei riguardi dell'impianto di condizionamento d'aria estivo si deve assumere quello rilevato alle ore 14,00 solari a mezzo di termometro posto in corrispondenza della presa dell'aria esterna e con impianto funzionante.

   La temperatura di collaudo di ciascun impianto deve essere quella massima di calcolo.

c) Quale temperatura dei locali si deve assumere quella rilevata nelle zone di utilizzazione degli ambienti a 1,50 m dal pavimento.

   La tolleranza per i valori della temperatura così misurata rispetto a quelli previsti in contratto è quella indicata nei dati di progetto.

d) Quale temperatura dell'acqua calda si intende quella rilevata con termometro posto sul tubo di uscita immediatamente dopo gli scambiatori di calore.

   Per quanto concerne la temperatura dell'acqua al carico massimo, i dati relativi sono stabiliti nella descrizione di ciascun impianto.

   Nel caso il collaudo venisse eseguito non nelle condizioni di massimo carico, la temperatura dell'acqua di alimentazione agli utilizzatori dovrà essere determinata secondo quanto stabilito dalle norme UNI 5364-64 nei punti dal 3.4.2 al 3.6.1 e relative tabelle.

e) Le condizioni normali di funzionamento dell'impianto di riscaldamento si intendono raggiunte quando la temperatura massima di progetto e la temperatura dell'acqua nei vari circuiti ha raggiunto il valore stabilito dalle Norme UNI 5364-64 precedentemente menzionate.

Le condizioni di normale funzionamento dell'impianto di condizionamento estivo saranno raggiunte quando la temperatura dell'acqua refrigerata ha raggiunto quella minima di progetto.

f) Il collaudo degli impianti si dovrà eseguire dopo un funzionamento nelle condizioni normali della precedente lettera e), della durata di almeno trenta giorni per l'impianto di riscaldamento e di almeno venti giorni per l'impianto di condizionamento estivo.

Anche durante tali periodi, il funzionamento sarà controllato dal collaudatore in contraddittorio con l'Impresa.

L'impianto a funzionamento intermittente deve, ogni giorno, raggiungere le condizioni normali di regime nel periodo di pre-riscaldamento e pre-raffreddamento della durata massima di due ore.

g) Per quanto concerne le modalità di misura dell'umidità relativa, della velocità dell'aria, della portata dei canali, dei livelli sonori, si farà riferimento alle norme UNI 5104-63.

Per altre misure si seguiranno, ove esistenti, le norme del Comitato Termotecnico Italiano o, in subordine, dell'ASHRAE.

Dovranno comunque essere eseguite tra l'altro tutte le misurazioni e verifiche occorrenti per accertare:

- che gli impianti, nelle condizioni di funzionamento richieste, siano in grado di assicurare le prestazioni di progetto;
- che nella esecuzione siano state scrupolosamente osservate le norme tecniche generali e particolari di contratto, con speciale riguardo alla Legge n. 10 del 9/1/91 sul contenimento dei consumi energetici ed alle norme antinfortunistiche vigenti.

Art. 31 - Opere in verde

31.0 - Generalità

Le presenti Norme regolano l'esecuzione:

- delle opere in verde per l'inserimento dell'autostrada nel paesaggio; della sistemazione a verde, nelle aree progettualmente previste, delle stazioni, delle aree di servizio e di parcheggio, dei punti singolari, dei reliquati, della banchina centrale spartitraffico;
- degli eventuali lavori preliminari per la preparazione delle zone d'impianto;
- dei lavori di manutenzione degli impianti a carico dell'Impresa fino al completo attecchimento delle piante, compresivi delle sostituzioni delle essenze arboree per le eventuali fallanze.

31.1 - Caratteristiche dei vari materiali

a) Terreno vegetale

Il terreno da fornire per il ricarico, la livellazione e le riprese d'aree destinate agli impianti, per il riempimento dell'aiuola centrale spartitraffico tradizionale od allestita con doppio N.J., dovrà essere a reazione neutra e quindi possedere un pH dell'estratto acquoso compreso fra 6,8 e 7,2.

Solo per questo parametro possono valere delle specificazioni diverse in ordine a particolari esigenze di pH per alcune specie vegetali.

Le caratteristiche tessiturali dovranno essere quelle di un terreno di "medio impasto" o "franco" o "terra a tessitura equilibrata" che si compone, in via indicativa, di:

	Diametro	*(%)*
sabbia	*2 - 0,02 mm*	*35 - 55*
limo	*0,02 - 0,002 mm*	*25 - 45*
argilla	*< 0,002 mm*	*10 - 25*

e di una frazione trascurabile d'elementi con diametro compreso fra i 2 e i 20 mm (scheletro).

I parametri chimici che devono essere sempre analizzati, dovranno invece possedere i "valori normali" che vengono di seguito indicati.

Analisi chimica	
	Valori "normali"
reazione	pH = 6,8 - 7,3
calcare totale	-
calcare attivo (%)	-
sostanza organica	2 %
azoto totale	N = 1,5 - 2 %
fosforo assimilabile	P_2O_5 = 50 - 80 ppm *
potassio scambiabile	K_2O = 100 - 200 ppm *
magnesio scambiabile	50 - 100 ppm
ferro assimilabile	2,5 ppm
manganese assimilabile	1,0 ppm
zinco assimilabile	0,5 ppm
rame assimilabile	0,2 ppm
** Per il fosforo e il potassio alcuni laboratori esprimono i risultati in termini di P e K Tali risultati possono essere trasformati nei corrispondenti P_2O_5 e K_2O moltiplicandoli rispettivamente per 2,3 e 1,2*	

I "valori normali" della sostanza organica, del fosforo e del potassio definiscono le "sufficienze" per le colture arboree, ma possono anche variare per delle specifiche esigenze. Il calcare va considerato sia nel totale che come calcare attivo (in soluzione) in quanto influisce negativamente sull'assorbimento del ferro e dei fertilizzanti fosfatici (per retrogradazione).

Le deficienze riscontrate fra i dati dell'analisi ed i "valori normali", dovranno essere corrette con la somministrazione d'ammendanti e/o concimi secondo la risultanza d'appropriati calcoli.

La concimazione organica di base può essere effettuata in alternativa con letame maturo, con humus o con sottoprodotti organici come lettiere sfruttate nella coltivazione artificiale dei funghi, da scarti di lavorazione animale (cuoiattoli, cornunghia, ecc.), dell'industria tessile (cascami di lana), di vinacce esauste, alghe, compost, ecc..

Per avere un quadro completo delle caratteristiche pedologiche sarà necessario sottoporre ad analisi, in numero adeguato, campioni di suolo che siano rappresentativi. È opportuno pertanto raccogliere campioni in punti diversi e per ciascun punto procedere al prelievo in:

- un solo orizzonte (0-200 mm) nel caso di rivestimenti erbacei;
- due diversi orizzonti (0-200 mm; 500-800 mm) nel caso d'impianti arbustivi e/o arborei.

I campioni prelevati ad una stessa quota ma in punti diversi devono essere mescolati in modo da ottenere un unico campione del peso indicativo di circa 2 kg. I campioni prelevati ed etichettati dovranno venire inviati a Laboratori Ufficiali per l'analisi fisico e chimica.

Si precisa inoltre che nel terreno vegetale non è ammessa la presenza di radici, d'altre parti legnose o di qualunque altro materiale o sostanza fitotossica.

b) Concimi minerali ed organici

I concimi sono utilizzati:

- per costruire nel terreno da fornire o sul quale si vuole effettuare un impianto, un'adeguata ed omogenea dotazione d'elementi nutritivi dimostratisi carenti alle analisi di Laboratorio; nel tal caso si parlerà di concimazione di fondo;
- per mantenere la funzione nutritiva del terreno proporzionalmente alle asportazioni, nel qual caso si parla di concimazione di copertura.

Gli elementi che risultano indispensabili sono N, P, K, Ca, MG, S: questi sono denominati macroelementi perché assorbiti in gran quantità.

Gli elementi richiesti in quantità minima sono invece chiamati microelementi e sono: Mn, B, Zn, Mo, Fe.

I concimi sono classificati in base a:

- lo stato fisico: si hanno concimi polverulenti, granulari e liquidi;
- il titolo: indica la percentuale in peso di sostanza attiva rispetto al prodotto commerciale;
- la reazione chimica e fisiologica: ci sono concimi acidi (es. perfosfato), alcalini (es. calciocianammide, scorie Thomas), o neutri che possono comportarsi come fisiologicamente acidi (es. solfato ammonico, cloruro di potassio) o fisiologicamente alcalini (es. nitrato di calcio o di sodio);

- il numero degli elementi apportati: quelli "semplici" portano al terreno un solo elemento (azotati, fosfatici e potassici); quelli "complessi" due o tre elementi (binari o ternari) in forma di granuli;
- la rapidità d'azione: possono essere differenziati in concimi a pronto effetto (es. nitrati) e a lento effetto (es. perfosfato, scorie Thomas). Ultimamente sono andati diffondendosi i concimi "azotati a lenta cessione" o "ritardati".

Questi concimi fissano l'azoto in modo graduale grazie a particolari accorgimenti presi in fase produttiva quali:

- impiego di sostanze a bassa solubilità;
- rivestimento dei granuli con materiali poco permeabili;
- incorporamento di paraffine, gelatine, argille, ecc.;
- aggiunta d'inibitori della microflora (es. ureasi).

I concimi da usare dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato e in caso di concimi complessi avere un rapporto, azoto - fosforo - potassio, precisato. Dovranno inoltre essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

I fertilizzanti organici (letame, residui organici vari, ecc.) dovranno essere forniti o raccolti solo presso fornitori o luoghi approvati dalla Direzione Lavori che si riserva comunque la facoltà di richiedere le opportune analisi, prima e durante la posa in opera.

Anche nel caso di fornitura di concimi organici industriali, questi dovranno essere consegnati negli involucri originali di fabbrica. La scelta e le condizioni d'impiego dei prodotti deve comunque essere approvata dalla Direzione Lavori.

c) Prodotti fitosanitari

La scelta e le condizioni d'impiego dei prodotti fitosanitari sono subordinate alle disposizioni legislative vigenti in materia e all'approvazione della Direzione Lavori. Tutti i prodotti dovranno comunque essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

Nel comparto della lotta antiparassitaria, a fronte dei problemi ambientali connessi ad un largo uso, o abuso, di prodotti antiparassitari, sono da preferirsi quei metodi d'intervento che sono denominati "lotta guidata" o "vigilata".

d) Materiale vivaistico

Con il termine materiale vivaistico s'individua tutto il complesso delle piante (alberi, arbusti, tappezzanti, ecc.) e delle sementi occorrenti per impieghi

paesaggistici, inclusa la siepe centrale spartitraffico, per interventi biotecnici anti-inquinamento acustico.

Il materiale da fornire dovrà rispondere per genere, specie, compresa l'eventuale entità sottospecifica (varietà e/o cultivar) e dimensioni a quanto indicato nel progetto.

Il materiale dovrà provenire da strutture vivaistiche dislocate in zone limitrofe o comunque assimilabili, da un punto di vista fitoclimatico, a quelle d'impianto al fine di garantire la piena adattabilità del materiale alle caratteristiche pedo-climatiche del luogo d'impiego.

Dette strutture vivaistiche devono essere dotate d'idonee organizzazioni di produzione nonché di collaudati centri di ricerca e sperimentazione nel settore forestale e nell'arboricoltura e di un ampio patrimonio di conoscenze ed esperienze tecnico-scientifiche. Ciò al fine di garantire:

- un'opportuna e mirata sperimentazione, per individuare, nell'ambito dei vari lavori, le caratteristiche genetiche (provenienza, varietà, cultivar, cloni brevettati, ecc.) ottimali, in funzione delle utilizzazioni specifiche;
- l'ottimizzazione delle tecniche di moltiplicazione e d'allevamento, finalizzate sempre al soddisfacimento degli scopi prefissi.

Tutto il materiale vivaistico dovrà essere esente da attacchi parassitari (in corso o passati) d'insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e/o alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie, varietà e cultivar.

Il materiale vivaistico dovrà essere sempre fornito di dichiarazione, da effettuarsi su apposite Schede di Valutazione del Materiale Vivaistico, dalle quali risulti:

- vivaio di provenienza;
- genere, specie, eventuali entità sottospecifiche;
- origine;
- identità clonale per il materiale da moltiplicazione vegetativa;
- regione di provenienza per il materiale di produzione sessuale;
- luogo ed altitudine di provenienza per il materiale non proveniente dal materiale di base ammesso dalla normativa vigente;
- applicazione, nella fase di coltivazione in vivaio, di particolari tecniche d'allevamento che limitino e/o eliminino l'incidenza degli oneri manutentori.

L'apparato radicale di tutto il materiale vivaistico dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane e, secondo quanto disposto nei documenti d'appalto, dovrà essere o a radice nuda, o racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello di legno o in plastica) con relativa terra di coltura, o

in zolla rivestita (paglia, plant plast, juta, rete metallica, fitocella). L'apparato radicale dovrà comunque avere uno spiccato geotropismo positivo.

d1) Alberi

Devono avere la parte aerea a portamento e forma regolari, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, per terreno troppo irrigato, per sovrabbondante concimazione ecc..

Dovranno rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda le seguenti caratteristiche:

- circonferenza del tronco misurata ad un metro da terra;
- altezza totale;
- altezza d'impalcatura misurata dal colletto al ramo più basso;
- diametro della chioma misurato in corrispondenza delle prime ramificazioni per le conifere, a due terzi dell'altezza per le latifoglie, in corrispondenza alla proiezione a terra della chioma per i cespugli.

Gli alberi dovranno essere trapiantati un numero di volte sufficiente secondo le buone regole vivaistiche, con l'ultima lavorazione delle radici risalente a non più di tre anni.

Le forniture in contenitore costituiranno comunque titolo preferenziale anche per quelle per le quali è espressamente richiesta una fornitura in zolla o a radice nuda.

Le dimensioni dei contenitori e/o delle zolle, nel caso in cui sia espressamente richiesta la fornitura in tale forma, dovranno essere proporzionate alle dimensioni delle singole piante.

d2) Piante esemplari

Con il termine "esemplari" s'intende far riferimento ad alberi ed arbusti di grandi dimensioni che somigliano, per forma e portamento, agli individui delle stesse specie cresciuti liberamente e quindi con particolare valore ornamentale.

Queste piante devono essere state opportunamente preparate per la messa a dimora; devono cioè essere state zollate secondo le necessità e l'ultimo trapianto o zollatura deve essere avvenuto da non più di due anni. La zolla deve essere stata imballata a perfetta regola d'arte (juta, rete metallica, doghe, casse, plant plast, ecc.) al fine di garantire un corretto e armonico sviluppo della pianta; tali involucri di protezione dovranno essere imprescindibilmente rinforzati, qualora le singole piante superino altezze di 3,50 m, con rete metallica, con pellicola di plastica porosa o altro materiale equivalente.

Le piante esemplari sono evidenziate a parte nei documenti contrattuali.

d3) Arbusti, tappezzanti, rampicanti

Devono avere una massa fogliare ben formata e regolare a densità costante a decorrere dalla base; devono possedere un minimo di tre fusti a partire dal

colletto e rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda altezza e/o diametro della chioma.

d4) Sementi

Devono essere conformi al genere e specie richiesti nei documenti d'appalto.

Devono essere fornite nelle confezioni originali, sigillate e munite di certificato d'identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza, di germinabilità e della data di scadenza stabilita dalle leggi vigenti.

La mescolanza delle sementi di specie diverse da quelle indicate nei documenti d'appalto, qualora non disponibili in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della Direzione Lavori.

e) Pacciamatura

È la tecnica agronomica che consiste nel ricoprire la superficie del suolo con materiali di varia natura, in modo da impedire o limitare lo sviluppo della vegetazione infestante e ottenere altri vantaggi.

I materiali utilizzabili per mettere in atto questa tecnica possono essere:

- incoerenti degradabili: corteccia di piante arboree resinose uniformemente sfibrata e sminuzzata in spezzoni di dimensioni comprese fra 30x10 mm e 70x30 mm, con un tasso d'umidità inferiore al 20%, libera da insetti e preventivamente trattata con prodotti antimicotici;
- incoerenti non degradabili: materiale lapideo tipo argilla espansa con granuli di dimensioni da 4 mm a 10 mm, inerte sia chimicamente che fisicamente, in grado di creare un campo isolante che mantenga stabile la temperature e il tenore d'umidità del terreno.

La Direzione Lavori, su richiesta dell'Impresa, potrà autorizzare l'impiego di pacciame approvvigionato sfuso su autocarri a condizione che i campioni prelevati e sottoposti ad analisi di laboratorio risultino idonei all'impiego specifico.

f) Torba

Questo materiale, sia di provenienza estera che nazionale, dovrà avere reazione acida con pH non inferiore a 3,5. Deve inoltre presentarsi non eccessivamente umidificata, libera da erbe infestanti, formata in prevalenza da Sphagnum ed Eriophorum ed essere confezionata in balle compresse e sigillate.

g) Acqua

L'acqua per l'irrigazione d'impianto e per tutti gli altri usi manutentori deve essere assolutamente esente da fattori inquinanti che possono derivare da attività industriali e/o da scarichi urbani o essere costituiti da acque

salmastre che per la presenza di sali in concentrazione eccessiva (salinità), o per loro natura (alcalinità), possono provocare danni alla vegetazione.

L'Impresa provvederà a far valutare le caratteristiche chimiche dell'acqua e a fornire i risultati alla Direzione Lavori.

h) Tappeti erbosi in strisce e zolle

Nel caso in cui fosse necessario il rapido inerbimento delle superfici, l'Impresa dovrà fornire zolle e/o strisce erbose costituite con le specie prative richieste nei documenti d'appalto (es. cotico naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monospecifico, ecc.). Prima del trasporto a piè d'opera l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori campioni del materiale che intende utilizzare; analogamente, nel caso che fosse richiesto del cotico naturale, l'Impresa dovrà prelevare le zolle soltanto in luoghi approvati dalla Direzione Lavori.

Le zolle erbose, a seconda delle esigenze, delle richieste e delle specie che costituiscono il prato, dovranno essere fornite in forme regolari rettangolari, quadrate o a strisce. Al fine di non pregiudicarne la compattezza, le strisce dovranno essere consegnate arrotolate e le zolle in pallet; in ogni caso dovranno essere evitati danni dovuti alla fermentazione e alla mancata esposizione alla luce del materiale; in tal senso il materiale non dovrà essere lasciato accatastato o arrotolato.

Il materiale dovrà presentarsi completamente rivestito dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità. La larghezza del materiale dovrà essere di circa 50 cm con uno spessore di 2-4 cm per raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale.

i) Pali tutori e legature

Per fissare al suolo le piante arboree con altezza superiore o uguale ad 1 m l'Impresa dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante. I pali tutori devono essere di legno, diritti, scortecciati, appuntiti dalla parte dell'estremità di maggior diametro. La parte appuntita dovrà essere resa imputrescibile per un'altezza di 100 cm circa. In alternativa, su autorizzazione della Direzione Lavori, si potrà fare uso di pali di legno industrialmente preimpregnati di sostanze imputrescibili. Analoghe caratteristiche d'imputrescibilità dovranno avere anche i picchetti di legno per l'eventuale bloccaggio a terra dei tutori. Le legature in filo di ferro nudo non possono essere utilizzate; dovranno invece essere impiegati speciali collari in adatto materiale elastico (cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.), oppure corda di canapa.

31.2 - Esecuzione dei lavori

31.2.1 - Prescrizioni generali

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte secondo il miglior magistero.

Tutte le opere non eseguite a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni impartite, dovranno essere demolite e ricostruite a cura e spese dell'Impresa.

Di qualsiasi operazione si tratti, ogni residuo prodotto deve essere debitamente smaltito all'esterno delle pertinenze autostradali in aree autorizzate, fatte salve le vigenti Norme di Legge, a meno di diverse disposizioni contrattuali o di un diverso impiego in loco dei soli residui vegetali (interramento, pacciamatura), privo di controindicazioni e comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

È fatto assoluto divieto di bruciare i residui delle lavorazioni in conformità alle Leggi e ai Regolamenti vigenti in materia.

In ogni caso al termine di qualsiasi operazione il piano viabile e la segnaletica orizzontale devono risultare ripuliti da ogni residuo vegetale o di terra.

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà:

- rispettare tutti i picchetti posti in opera, compresi quelli che sono serviti da capisaldi nella costruzione del corpo autostradale; curarne la conservazione ricollocando quelli che eventualmente possano essere manomessi durante il corso dei lavori previsti;
- provvedere ad eseguire tutti gli interventi necessari per il regolare smaltimento delle acque di pioggia e/o d'irrigazione onde evitare erosioni superficiali e/o ristagni che possano danneggiare gli impianti.

All'atto della consegna dei lavori ed in conformità a quanto previsto dai documenti d'appalto sarà effettuata la delimitazione delle aree da sistemare a verde e dell'aiuola centrale spartitraffico da impiantare, prendendo come riferimento le progressive chilometriche dell'autostrada.

31.2.2 - Preparazione delle zone d'impianto

Prima di effettuare gli impianti l'Impresa è tenuta ad eseguire le operazioni preliminari di seguito specificate.

Solo per gli impianti di cui ai successivi artt. 31.2.5 e 31.2.6 le operazioni necessarie alla preparazione delle zone d'impianto appresso indicate, sono comunque a carico dell'Impresa.

a) Pulizia generale del terreno

Qualora nell'area oggetto dell'intervento sia presente della vegetazione indesiderata e/o materiali di risulta (laterizi, pietre, calcinacci, materiali estranei, ecc.) l'Impresa provvederà ad eliminare completamente tali elementi di disturbo alle operazioni d'impianto.

In particolare gli interventi sulla vegetazione indesiderata, sia essa arborea od arbustiva, saranno eseguiti nel rispetto delle "prescrizioni di massima e di Polizia Forestale territorialmente competente".

Per il taglio delle sole piante arboree latifoglie, è richiesto anche la rimozione della ceppaia.

Questa avverrà con impiego di trivella trituratrice avente diametro minimo di 0,50 m, per una profondità di 0,70 m, allo scopo di evitare l'assoluto ricaccio di polloni; l'Impresa dovrà provvedere, successivamente, al ripristino del profilo naturale del terreno.

Nel corso della pulizia generale del sito d'impianto, ove i documenti contrattuali lo prevedano, l'Impresa dovrà provvedere a recuperare e/o conservare, anche con interventi di dendrochirurgia, eventuali piante di particolare valore estetico esistenti nell'area da sistemare.

Contemporaneamente allo sgombero del materiale legnoso di risulta, si dovrà effettuare anche lo sgombero delle ramaglie, delle frasche e del materiale estraneo presente.

L'Impresa, per il trasporto e il successivo conferimento a discarica dovrà attenersi a quanto disposto dalle norme vigenti in materia di Smaltimento dei Rifiuti.

b) Lavorazione del terreno

Qualora le condizioni dell'area e/o la valenza ed il tipo d'impianto lo richiedano, il progetto prevederà interventi di preparazione agraria del terreno dove andrà eseguito l'impianto.

Si dovrà provvedere a lavorare il terreno fino ad una profondità massima di 30-40 cm. La lavorazione dovrà di norma essere eseguita con mezzi meccanici e potrà essere una semplice fresatura o un intervento d'areazione o decompattamento con "ripper". Nel corso di quest'operazione l'Impresa dovrà rimuovere gli eventuali ostacoli sotterranei (sassi, pietre, radici, ecc.) che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori, provvedendo anche ad accantonare e conservare, su ordine della Direzione Lavori, eventuali preesistenze naturali con particolare valore estetico (rocce, massi, ecc.) e tutti gli altri materiali che possano essere utilizzati nella sistemazione.

L'esecuzione delle lavorazioni avverrà in periodo d'andamento climatico favorevole, in funzione anche della natura del terreno il quale si deve trovare in tempera (40-50% della capacità totale per l'acqua).

c) Correzione, Ammendamento, Concimazione di fondo e impiego di Fitofarmaci

In occasione della lavorazione l'Impresa dovrà incorporare nel terreno, a mezzo d'interventi leggeri (30-40 cm di profondità), le sostanze (correttivi, ammendanti, concimi per concimazioni di fondo, fitofarmaci) necessarie.

Le sostanze usate dovranno essere trasportate in cantiere nella confezione originale della fabbrica e risultare comunque a titolo o principio attivo ben

definito e in caso di concimi complessi, avere il rapporto azoto-fosforo-potassio chiaramente indicato.

Prima dell'esecuzione degli interventi l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori affinché questa possa disporre per eventuali controlli in merito ai prodotti e alle modalità di lavoro.

31.2.3 - Tracciamenti

Dopo aver eseguito le operazioni di preparazione e comunque prima della messa a dimora delle piante, l'Impresa sulla scorta dei disegni di progetto, predisporrà, a sua cura e spese, la picchettatura delle aree d'impianto segnando con picchetti la posizione nella quale dovranno essere eseguite le piantagioni singole quali alberi, arbusti ed altre piante e tracciando sul terreno il perimetro delle piantagioni omogenee (tappezzanti, siepi, macchie d'arbusti rimboschimenti, ecc.).

Prima di procedere alle operazioni di piantagione, dovrà comunque ottenere il benestare della Direzione dei Lavori.

31.2.4 - Esecuzione degli impianti

a) Trasporto del materiale vivaistico

Il trasporto del materiale vivaistico deve essere effettuato con tutte le precauzioni necessarie, affinché giunga sul luogo d'impiego nelle migliori condizioni.

Il tempo intercorrente fra il prelievo in vivaio e la messa a dimora deve essere il più breve possibile e anche in questo caso devono comunque essere prese tutte le precauzioni necessarie per la conservazione delle piante e per evitare traumi o disseccamenti, nonché danni da gelo.

b) Preparazione del materiale vivaistico prima della messa a dimora

Prima della messa a dimora le eventuali piccole e limitate lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più opportuni.

Per il materiale da fornirsi a radice nuda occorre sottoporre le radici ad una moderata potatura, in modo tale da eliminare quelle lesionate, disseccate, morte o contorte, rinnovare e migliorare i tagli eseguiti in vivaio e asportare il fittone (se presente) eseguendo in tutti i casi tagli netti su tessuti sani. Nel caso che il materiale sia fornito in contenitori o in zolla, è necessario rimuovere i contenitori o gli eventuali involucri della zolla, eliminare le radici danneggiate o malformate e rimuovere parte del suolo periferico del pane di terra per consentire un miglior contatto fra lo stesso ed il terreno di riempimento della buca.

c) Messa a dimora del materiale vivaistico

Le buche per l'impianto del materiale vivaistico devono essere predisposte prima dell'arrivo del materiale stesso ed avere le dimensioni indicate nel progetto.

Nelle buche predisposte per la messa a dimora di piante arboree con altezza superiore o uguale a 1,00 m, e prima del loro posizionamento, andranno collocati i tutori. Il tutore deve affondare di almeno 0,30 m oltre il fondo della buca. In rapporto alla pianta il tutore deve essere posto in direzione opposta al vento dominante. Per piante arboree con altezza superiore o uguale a 3,00 m, in funzione del volume della chioma, può rendersi necessaria un'armatura formata da più paletti, opportunamente controventati alla base con ulteriori paletti infissi saldamente nel terreno e sporgenti circa 0,20 m dal livello del terreno.

Qualora si dovessero presentare problemi di natura particolare (mancanza di spazio, esigenze estetiche, ecc.) i pali di sostegno, su autorizzazione della Direzione Lavori, potranno essere sostituiti con ancoraggi in corda d'acciaio muniti di tendifilo.

Sul fondo della buca aperta per la messa a dimora di ciascuna delle categorie di cui si compone il materiale vivaistico, dovrà quindi essere posto del terreno vegetale, con l'esclusione di ciottoli e/o di materiali comunque impropri per la vegetazione, sul quale sarà sistemato l'apparato vegetale. Tutte le categorie di materiale vivaistico devono essere collocate nella buca in modo tale che il colletto si trovi a livello del fondo della conca d'irrigazione. Il terreno da utilizzare per il definitivo riempimento della buca, dovrà essere mescolato con un adeguato quantitativo di concimi minerali complessi, del tipo azotati a lenta cessione o ritardati e concime organico, o torba nei quantitativi necessari.

La compattazione del terreno di riempimento dovrà essere eseguita con cura e per strati successivi in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non creare sacche d'aria. La terra al piede della pianta va inoltre sistemata in modo tale da formare intorno al colletto una piccola conca (formella) d'irrigazione. Per favorire il compattamento del terreno di riempimento ed il perfetto assestamento dello stesso attorno alle radici, si dovrà irrigare abbondantemente la pianta messa a dimora attraverso l'apposita conca. Come indicazioni di massima, la quantità d'acqua necessaria alle diverse categorie di soggetti vegetali, per questo tipo d'irrigazione, sono le seguenti:

Tipologia vegetale	*altezza del materiale*	*volume di acqua / individuo*
alberi	oltre i 3,00 m	35 - 50 l
alberi	fino a 3,00 m	10 - 15 l
piantine forestali, arbusti	-	5 - 8 l

Le legature fra la pianta arborea e il tutore dovranno essere disposte in modo che attraverso la loro azione, il tutore serva d'appoggio alle piante. La legatura più alta va quindi disposta di norma a circa 0,20 m al di sotto delle prime ramificazioni, la più bassa ad un metro dal suolo. Per evitare danni alla corteccia è indispensabile interporre, fra tutore e fusto, un idoneo cuscinetto antifrizione in materiale adatto.

A livello della chioma dovranno essere eliminati i rametti danneggiati, troppo deboli, molto vicini, avendo cura di stabilire un equilibrio tra la porzione aerea e quella radicale ed eseguendo un taglio di formazione della chioma, in modo da conferire la forma desiderata rispettando l'habitus naturale della specie.

Dopo il trapianto, la pianta deve risultare ben ferma così da poter radicare regolarmente senza il pericolo di rottura delle radici sottili di nuova formazione.

31.2.5 - Impianto di tappeti erbosi e/o zolle

Prima della messa a dimora dei tappeti erbosi l'Impresa deve preparare un adeguato letto di posa per il tappeto stesso.

Il terreno dovrà essere lavorato per una profondità di almeno 15 cm, debitamente liberato da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) e dovrà risultare finemente sminuzzato ed opportunamente livellato.

Contemporaneamente a tali lavorazioni l'Impresa dovrà effettuare la somministrazione di almeno 5 q/ha di concime ternario (N - P - K) a titolo 10 - 10 - 15.

Il materiale, sia esso in strisce che in zolle, dovrà essere disposto a file, con giunti sfalsati tra fila e fila, in modo da non presentare soluzioni di continuità fra striscia e striscia o fra zolla e zolla; in tal senso l'Impresa dovrà provvedere allo spandimento di un'opportuna quantità di terriccio (composto con terra di coltivo, sabbia e torba) al fine di sigillare il tappeto erboso nei punti di giunzione, compattando il tutto con battitura o rullatura così da risultare perfettamente assestato.

Inoltre l'Impresa, a seconda dell'epoca d'impianto e a prescindere dall'andamento stagionale, dovrà provvedere ad un'abbondante irrigazione d'impianto, assicurando un minimo di 20-25 l/m^2 così da ottenere un completo assestamento del tappeto posto in opera.

31.2.6 - Semine di prati

La realizzazione del manto erboso potrà essere eseguita con metodo secco (semina manuale o meccanica) o con metodo umido (idrosemina con attrezzature a pressione).

- Metodo secco: l'Impresa è tenuta a provvedere alla preparazione del terreno su cui sarà eseguita la semina; questo dovrà risultare debitamente liberato da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) e finemente sminuzzato.

Contemporaneamente a tali lavorazioni l'Impresa dovrà somministrare almeno 5 q/ha di concime binario (P - K) a titolo 18-20 e procedere alla semina del miscuglio, opportunamente mescolato, nel quantitativo e nelle specie previste dai documenti contrattuali. Successivamente il terreno dovrà essere sottoposto a

leggera rastrellatura manuale o meccanica per favorire l'interramento del concime e del miscuglio, seguita da un'opportuna rullatura per la perfetta adesione dei materiali con il terreno.

Su pendii leggeri o superfici pianeggianti si può ricorrere alla semina meccanizzata.

A germinazione avvenuta, l'Impresa è tenuta a somministrare almeno 2 q/ha di concime azotato con titolo 15/16.

L'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelevamento di campioni e possa verificare la qualità e la quantità prescritta, restando comunque a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

- Metodo umido o idrosemina: in tutte le situazioni che per giacitura, per le insufficienti caratteristiche fisico-chimiche dei terreni e per la scarsa accessibilità, nelle quali è difficoltoso o sconsigliabile l'impiego del metodo secco, i documenti contrattuali prescriveranno l'idrosemina.

L'Impresa procederà al rivestimento di tali superfici mediante lo spargimento meccanico a mezzo d'idroseminatrice a pressione, in grado di effettuare l'irrorazione a distanza, con diametro degli ugelli tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali.

Con l'idrosemina s'irrora una miscela in soluzione acquosa costituita da:

- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- miscela di sementi nel quantitativo e specie previsti nel progetto;
- collante in quantità idonea al fissaggio dei semi e alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo;
- concime organico e/o inorganico nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali;
- altri ammendanti e inoculi nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali.

La miscelazione dei componenti dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna, alla presenza della Direzione Lavori.

Anche per questo metodo, l'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare il prelevamento di campioni e possa verificarne la qualità e la quantità prescritta, restando in ogni modo a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

31.2.7 - Rimboschimento con semenzali e impianto di talee

Sulle superfici preparate e concimate come ai precedenti punti, l'Impresa procederà all'impianto di semenzali o talee, secondo le previsioni di progetto e/o le prescrizioni della Direzione Lavori, in ragione di cinque/sei piantine per metro quadrato, disposte a quinconce su file parallele al ciglio strada.

L'Impresa è libera di effettuare l'impianto nel periodo che riterrà più opportuno, tenuto conto naturalmente del tempo previsto per l'ultimazione dei lavori, restando comunque a suo carico l'onere della sostituzione delle fallanze.

L'impianto potrà essere fatto a mano od a macchina, comunque in modo tale da poter garantire l'attecchimento ed il successivo sviluppo regolare e rapido. Prima della messa a dimora delle piantine a radice nuda, l'Impresa avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite o eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate.

Sarà inoltre cura dell'Impresa trattare l'apparato radicale con una miscela di terra argillosa e letame bovino diluita in acqua.

L'Impresa avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto. Le piantine o talee dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento.

Negli impianti di talee, queste dovranno risultare del diametro minimo di 1,5 cm, di taglio fresco ed allo stato verde e tale da garantire il ripollonamento.

Qualora i materiali non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra la Direzione Lavori n'ordinerà l'allontanamento dal cantiere.

31.2.8 - Protezione di scarpate in trincea mediante stuoie biodegradabili paglia e fibre vegetali

Su scarpate in trincea, precedentemente preparate (asportazione di pietre, radici e vegetazione infestante, regolarizzazione del terreno) e seminate, l'Impresa stenderà le stuoie, srotolandole lungo le linee di massima pendenza, sovrapponendole sui bordi longitudinali per almeno 10-15 cm ed interrandole sui bordi superiore ed inferiore in trincee della profondità di almeno 20 cm. Le stuoie, costituite da una stuoia di paglia e fibre vegetali contenuta fra due reti di polipropilene del peso di 1,00 Kg per metro quadrato, dovranno essere ancorate al terreno mediante picchetti in ferro tondo Ø 8 mm, sagomati ad U, della lunghezza di 50 cm, disposti lungo le linee di sovrapposizioni delle stuoie, in ragione di due picchetti per metro quadrato.

31.2.9 - Protezione di scarpate in trincea mediante stuoie in materiale termoplastico.

Preliminarmente l'Impresa dovrà regolarizzare le scarpate asportando pietre, radici e vegetazione infestante, colmando le buche e spianando i rilievi.

Procederà quindi alla stesa della stuoia costituita da monofilamenti in poliammide resistente ai raggi UV, aggrovigliati e termosaldati.

La stuoia è strutturata in due strati tra loro termosaldati nei punti di contatto: lo strato superiore a maglia tridimensionale e quello inferiore a maglia piatta, per uno spessore complessivo non inferiore a 18 mm e peso a metro quadrato di 0,40-0,45 Kg.

Le stuoie dovranno essere srotolate lungo le linee di massima pendenza, sovrapponendole sui bordi longitudinali per almeno 10 - 15 cm ed interrandole sui bordi superiore ed inferiore in trincee della profondità di almeno 20 cm.

Dovranno aderire perfettamente al terreno di posa ed esservi ancorate con picchetti in ferro tondo del diametro di 8 mm, sagomati ad U, della lunghezza di 50 cm, disposti lungo le linee di sovrapposizione delle stuoie, in ragione di due picchetti per metro quadrato.

Completata la posa in opera, le stuoie dovranno essere interrate con uno strato di terra vegetale dello spessore medio di 5 cm che dovrà intasare completamente gli alveoli della struttura.

31.2.10 - Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica

Le scarpate di scavi in roccia dovranno essere rivestite con rete metallica ad alta resistenza a maglia esagonale a doppia torsione, in filo d’acciaio zincato del diametro di 3 mm.

Ogni partita di rete dovrà essere sottoposta a controlli secondo il disposto delle presenti Norme; la quantità di zinco per m² di superficie zincata dovrà risultare uguale o superiore a 270 gr.

La rete dovrà essere stesa sulle scarpate disponendo i teli secondo le linee di massima pendenza; dovrà essere ancorata in sommità entro un cordolo in conglomerato cementizio di tipo III con Rck $\geq$ 25 MPa, della sezione di 20 x 30 cm, corrente per tutto lo sviluppo del rivestimento; intorno all'armatura del cordolo, costituita da un tondo in acciaio, dovrà essere ripiegata la rete.

I teli dovranno essere accuratamente legati tra di loro nei punti di giunzione con filo d’acciaio zincato del diametro uguale al filo della rete, così da dare continuità al rivestimento.

Si dovrà provvedere quindi all'ancoraggio della rete alla parete mediante cambre in tondini d’acciaio zincato della lunghezza di almeno 30 cm e del diametro di 16 mm, posti in opera entro fori di profondità minima di 20 cm, sigillati con malta di cemento. La frequenza degli ancoraggi in parete dovrà essere in media di uno per metro quadrato di rete; alla base del rivestimento dovrà essere realizzata una fila d’ancoraggi tra loro distanti mediamente un metro. Nell’esecuzione dei fori l'Impresa dovrà avere cura di posizionarli nei punti dove la roccia si presenta più sana e compatta.

31.3 - Manutenzione degli impianti e cure colturali

Dopo aver eseguito i lavori previsti nei documenti d'appalto, l'Impresa dovrà eseguire a sua cura e spese, tutta una serie di lavori di manutenzione e di pratiche colturali, atte a garantire la piena efficienza degli impianti per un periodo non inferiore a 2 stagioni vegetative dall'ultimazione dei lavori, compresivi anche degli oneri per la sostituzione delle eventuali fallanze.

In particolare si precisa che le specie prescelte per la sistemazione in argomento sono adatte alla specifica zona fitoclimatica attraversata dal tronco autostradale e pertanto dovranno essere allevate e governate rispettando la forma naturale delle specie stesse, senza ricorrere a particolari forme di potatura ed allevamento a meno che non sia stato espressamente richiesto dai documenti d'appalto.

Durante il periodo di manutenzione, l'Impresa dovrà offrire tutta la propria esperienza professionale, al fine di ottenere un impianto per quanto possibile perfetto, effettuando tutte le cure colturali e di manutenzione, senza che la Direzione dei Lavori debba sollecitare di volta in volta i diversi interventi che si rendessero necessari.

Per questo motivo l'Impresa dovrà attenersi, nel modo più scrupoloso, alla migliore tecnica che consenta di garantire appieno, l'attecchimento ed il rapido sviluppo delle piante collocate a dimora e la buona riuscita di tutti i lavori eseguiti.

Le pratiche colturali che dovranno essere eseguite dall'Impresa, con la tecnica più razionale e con la più sollecita tempestività, sono le seguenti:

A - per la manutenzione di piante arboree, arbustive, rampicanti, tappezzanti e degli "esemplari"

1 - Sostituzione fallanze;

2 - Ripristino conche d'irrigazione, rincalzi delle piante e ripristino tutorazioni e ancoraggi;

3 - Potature e spollonature;

4 - Scerbature e sarchiature.

B - per la manutenzione dei prati seminati e dei tappeti erbosi a strisce e/o zolle

5 - Taglio delle erbe nelle zone seminate e tosatura dei tappeti erbosi;

6 - Rinnovo parti difettose nelle zone seminate e nei tappeti erbosi.

C - per la manutenzione sia delle piante arboree, arbustive, rampicanti, tappezzanti e degli "esemplari" sia dei prati seminati dei tappeti erbosi a strisce e/o zolle e delle relative zone d'impianto

7 - Concimazioni chimiche;

8 - Trattamenti anticrittogamici e insetticidi;

9 - Adacquamenti;

10 - Assolcature e ripristino danni causati da erosione.

1) Sostituzione delle fallanze

Le piante che per qualsiasi ragione non avessero attecchito dovranno essere sostituite, a cura e spese dell'Impresa, con soggetti della stessa specie e/o entità sottospecifica. Le dimensioni delle piante impiegate per le sostituzioni delle fallanze dovranno essere superiori a quelle previste in progetto e poste in opera al momento dell'impianto e comunque tali da ottenere, con le piante non fallite e aventi un diverso sviluppo di quello che avevano inizialmente, un insieme omogeneo, identico come struttura, a quello previsto in progetto. La sostituzione delle fallanze dovrà avvenire alla prima stagione favorevole all'impianto, dopo che si saranno verificate le fallanze stesse.

A tale fine la Direzione dei Lavori, prima del riposo invernale, provvederà in contraddittorio con l'Impresa all'accertamento delle piante morte e alla definizione delle altezze d'impiego. L'Impresa stessa avrà cura di effettuare immediatamente lo sgombero delle piante fallite per evitare dubbi sulle sostituzioni da eseguire.

2) Ripristino conche d'irrigazione, rincalzi delle piante e ripristino tutorazioni e ancoraggi

Le conche d'irrigazione, realizzate al piede delle piante all'atto della messa a dimora, devono essere tenute costantemente efficienti e pulite e se necessario ripristinate.

Anche i tutori, che per qualsiasi ragione venissero ad essere manomessi o resi inservibili, dovranno essere sostituiti. Parimenti dovranno essere controllati i sistemi di legatura agli ancoraggi, garantendo la costante efficienza dei pali tutori e l'incolumità delle piante dal rischio di ferite e sgraffiature. L'Impresa deve inoltre provvedere al rincalzo delle piante e al ripristino della loro verticalità.

3) Potature e spollonature

Oltre alle normali potature da effettuarsi al momento dell'impianto per equilibrare la parte aerea con quella radicale, l'Impresa avrà cura di effettuare nei momenti opportuni gli interventi di potatura di formazione, di taglio di rami secchi e rimonda di parti ammalate e di spollonatura dei succhioni, il tutto al fine di equilibrare lo sviluppo delle piante.

4) Scerbature e sarchiature

Il terreno attorno alle piante poste a dimora dovrà risultare costantemente libero da erbe infestanti per una superficie media di 1 m^2 per ogni pianta arbustiva, tappezzante e rampicante e di 2 m^2 per ognuna di quelle a portamento arboreo.

Per le sole piante poste a dimora a semplice o doppio filare nell'aiuola centrale spartitraffico, la fascia di terreno sgombra da erbe infestanti non dovrà mai risultare inferiore a 1 m^2 per metro lineare di siepe.

a) - Le operazioni saranno di scerbatura nel caso d'impianti di siepe spartitraffico allestita in doppio New Jersey e comunque d'impianti in cui sia stata realizzata una pacciamatura. Le scerbature dovranno essere eseguite ogni volta che sarà necessario per mantenere le zone sopracitate prive d'erbe infestanti.

b) - Le operazioni saranno di sarchiatura in tutti gli impianti diversi da quelli citati al precedente punto a). Le sarchiature dovranno essere eseguite ogni qualvolta il terreno di coltura si presenta costipato, riarso, poco aerato e/o coperto di vegetazione infestante.

5) Taglio delle erbe nelle zone seminate e tosatura dei tappeti erbosi

L'Impresa è obbligata ad effettuare:

- lo sfalcio nelle zone in cui è stata eseguita la semina dei prati;
- la tosatura nelle zone in cui è stato impiantato un tappeto erboso in strisce e/o zolle.

Le operazioni di sfalcio delle zone in cui è stata effettuata la semina dei prati dovranno essere eseguite per mantenere l'erba ad un'altezza media non superiore a 25 cm. Il taglio deve essere eseguito a raso del terreno, ossia a pochi centimetri sopra il colletto delle piante.

Per l'esecuzione degli sfalci, l'Impresa dovrà impiegare attrezzature con testate a martelletti che triturino l'erba in spezzoni della lunghezza massima di 50 mm e la distribuiscano uniformemente sulla superficie d'intervento.

Il tappeto erboso dovrà essere mantenuto costantemente libero da erbe infestanti e l'altezza dell'erba mantenuta entro un minimo di 5 cm e un massimo di 10 cm con le opportune tosature.

Subito dopo ciascuna tosatura l'Impresa avrà cura di effettuare una passata di rullo leggero da prato.

Almeno per ogni tre tosature o con maggior frequenza, se necessario, l'Impresa dovrà altresì effettuare spandimenti di concime minerale ternario complesso nel quantitativo di almeno 0,50 q/ha.

Sia nel caso di sfalci che di tosature la Direzione dei Lavori potrà prescrivere all'Impresa di effettuare gli interventi, atti a mantenere gli standard fissati, anche a tratti discontinui senza che questo possa costituire motivo di richiesta d'indennizzi particolari da parte dell'Impresa stessa.

6) Rinnovo parti difettose prati seminati e dei tappeti erbosi

Le superfici seminate o impiantate con tappeto erboso che per qualsiasi ragione presentino delle fallanze, una crescita irregolare, difettosa o comunque

insufficiente, dovranno essere riseminate o impiantate di nuovo dall'Impresa, nel periodo e nelle condizioni climatiche più opportune.

7) Concimazioni chimiche

Oltre alle concimazioni minerali ed organiche previste negli articoli inerenti la concimazione di fondo e messa a dimora del materiale vivaistico, l'Impresa avrà cura di somministrare concimi a pronto effetto, preferibilmente ad assorbimento fogliare, qualora lo stato vegetativo delle piante messe a dimora possa pregiudicare l'attecchimento delle singole piante e comunque la riuscita dell'impianto.

8) Trattamenti anticrittogamici ed insetticidi

L'Impresa è tenuta ad eseguire con tempestività i trattamenti anticrittogamici ed insetticidi, sia profilattici che terapeutici, non appena ci siano i sintomi di una qualsiasi patologia e/o di danni dovuti ad insetti. Qualora se ne presenti la necessità l'Impresa dovrà inoltre provvedere alla disinfestazione ed all'allontanamento d'insetti ed animali anche rifugiati nel terreno.

Le attrezzature impiegate per queste operazioni dovranno essere del tutto compatibili con la sicurezza della viabilità autostradale e conformi alle Leggi vigenti in materia.

L'Impresa assume ogni responsabilità per il mancato intervento, per l'adozione di fitofarmaci non adatti, per il cattivo uso dei prodotti dovuto alla negligenza degli operatori o comunque per l'impiego di fitofarmaci senza una giustificazione tecnica profilattica.

9) Adacquamenti

Anche se le piante previste sono state scelte per la particolare zona fitoclimatica attraversata dall'autostrada, quindi adatte all'ambiente e da allevare senza particolari artifici, non è escluso che, specialmente nelle prime fasi d'impianto, sia necessario ricorrere a adacquamenti di soccorso. Questi saranno fatti nel modo più tempestivo, in abbondanza e senza che la Direzione dei Lavori sia costretta ad emanare particolari disposizioni al riguardo. Sarà a carico dell'Impresa il reperimento, il trasporto dell'acqua d'irrigazione e tutto quanto occorre per la somministrazione e distribuzione.

10) Assolcature e Ripristino danni causati da erosione

Affinché le acque piovane o d'irrigazione possano agevolmente defluire o penetrare nel terreno uniformemente senza provocare danni per erosioni, ruscellamenti, smottamenti ecc., l'Impresa è tenuta ad eseguire delle opportune assolcature. L'Impresa è comunque tenuta a ripristinare e conguagliare le aree oggetto di sistemazione a verde nel caso in cui si verifichino danni per erosioni, ruscellamenti, smottamenti ecc..

Art. 32 - Barriere di sicurezza

Premessa

I progetti e le relative esecuzioni devono attenersi rigorosamente a quanto prescritto dal Decreto Ministeriale dei Lavori Pubblici n. 223 del 18 febbraio 1992 e dalle successive integrazioni e modificazioni.

Le barriere ed i dispositivi, a seconda della loro destinazione ed ubicazione, devono corrispondere a quanto prescritto nelle "Istruzioni Tecniche" allegate al Decreto sopracitato.

Le protezioni dovranno essere realizzate secondo quanto previsto dal progetto e con dispositivi che abbiano conseguito il Certificato d'Omologazione rilasciato dal Ministero dei Lavori Pubblici-Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale.

Gli interventi compreso quelli relativi alle barriere amovibili, nonostante la mobilità del sistema, avranno le caratteristiche dell'impianto di tipo "definitivo" per cui il materiale impiegato, in particolare per le barriere metalliche, dovrà essere esclusivamente di nuova produzione.

32.1 - Barriere metalliche

32.1.1 - Accettazione dei materiali

Ai fini della produzione ed accettazione, "Tutti i produttori dei dispositivi omologati devono essere specializzati e certificati in qualità aziendale secondo le norme della serie EN ISO 9001 o 9002" (Art. 8 D.M. 3 giugno 1998 n. 3256 - Art. 5 D.M. 11 giugno 1999).

I materiali componenti, i suddetti dispositivi omologati dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione e dovranno essere realizzati con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una **dichiarazione di conformità di produzione** che nel caso di barriere con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dall'Impresa e controfirmata dal Direttore Tecnico della Ditta Produttrice a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al "Certificato d'omologazione".

Questa dichiarazione dovrà essere associata, a seconda dei casi, alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro.

L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata, inoltre, anche dalle norme descritte nei successivi articoli.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati alle attestazioni nonché la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

32.1.2 - Qualità dei materiali

1) Caratteristiche dell'acciaio.

L'acciaio impiegato per le barriere dovrà essere esente da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra, per qualità, spessori e finiture. La qualità deve essere di tipo UNI EN 10025 - S275 JR (ex Fe 430 B UNI 7070), o di qualità UNI EN 10025 - S235 (ex Fe 360 B UNI 7070).

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.

Per ogni partita di materiale impiegato, l'Impresa dovrà presentare un attestato di qualità dell'acciaio rilasciato dalla ferriera di provenienza e sottoscritto dal legale rappresentante del fornitore.

2) Tolleranze dimensionali.

Nella costruzione dei profilati d’acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344/85. Per le tolleranze di spessore, si riterranno validi i valori riportati di seguito:

Lamiere o nastri fino a 3,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa ± 0,05 mm;

Lamiere o nastri da 3,50 mm a 7,00 mm - Tolleranza di spessore ammessa ± 0,10 mm;

Lamiere o nastri oltre 7,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa ± 0,15 mm.

3) Unioni bullonate.

La bulloneria impiegata dovrà essere della classe 8.8 UNI 3740.

4) Unioni saldate.

I collegamenti tra elementi metallici da effettuarsi mediante saldatura dovranno essere del tipo a penetrazione ed effettuati nel rispetto dell'articolo 2.5 delle norme CNR UNI 10011/88.

In particolare l'Impresa, qualora non espressamente descritto nei disegni di progetto, dovrà rispettare le Norme sopra richiamate, tenendo presente di volta in volta, le caratteristiche generali e particolari delle saldature stesse, ivi compresi, qualità e spessori dei materiali, procedimenti, tipi di giunto e classi di saldatura.

5) Zincatura.

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le norme UNI EN ISO 1461/99.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono riportate nel prospetto D.1 della suddetta Norma.

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

6) Caratteristiche della rete e dei fili metallici.

La rete, utilizzata a complemento dei parapetti metallici, sarà realizzata con fili d'acciaio crudo UNI 3598/54, con resistenza minima unitaria di rottura di 55 kg/mm², mentre i fili di legatura saranno in acciaio dolce sempre del tipo UNI 3598/54.

La rete e i fili saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante) delle Norme UNI 7245/73. In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 gr/m².

Il rivestimento protettivo della rete e dei fili sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74, oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso la percentuale d'alluminio presente nella lega non dovrà superare il 5%.

32.1.3 - Modalità d'esecuzione

a) Barriere per banchine centrali e laterali

La barriera sarà posizionata in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada entro il margine della pavimentazione stradale.

I nastri saranno collegati fra di loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature; il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico.

Il serraggio dei bulloni potrà avvenire anche con chiave pneumatica purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10 kg•m da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.

Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati dei delineatori con elementi rifrangenti segnalimite, i quali dovranno essere preventivamente omologati secondo le norme vigenti ed accettati dalla Direzione Lavori.

Saranno costituiti da un supporto in lamiera e da catadiottri in metacrilato di colore arancione, composti da un catadiottro, quelli da porre in destra al senso di marcia, da due catadiottri sovrapposti quelli da porre in sinistra. I suddetti saranno applicati alle barriere mediante sistemi a morsetto senza interessare la bulloneria delle stesse.

Per la viabilità ordinaria saranno invece utilizzati quelli di tipo bifacciale bianco/rosso con caratteristiche simili ai precedenti.

I sostegni saranno infissi con idonea attrezzatura vibrante o a percussione fino alla profondità necessaria per il rispetto della quota stabilita, avendo cura di non deformare la testa del sostegno ed ottenere l'assoluta verticalità finale, facendo in modo che le alette del sostegno siano posizionate in senso contrario a quello del traffico.

Quando per la presenza di trovanti o eccessiva consistenza del terreno non risulti possibile l'infissione, sarà ammesso il taglio della parte eccedente del sostegno e la formazione in sito del nuovo foro di collegamento, sempreché la parte infissa risulti superiore a 50 cm, senza riconoscere all'Impresa alcun compenso.

Qualora il rifiuto interessi più sostegni contigui fino ad un massimo di sei, l'Impresa è tenuta a sospendere l'infissione e avvertire tempestivamente la Direzione Lavori perché questa possa assumere le decisioni circa i criteri d’ancoraggio da adottare.

Le cavità eventualmente formatisi alla base dei sostegni dopo l'infissione, a seconda della natura della sede, dovranno essere intasate con materiale inerte costipato o chiuse con malte di cemento.

In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione d’adeguate opere di rinforzo.

Lungo il tracciato della barriera possono esistere cavi elettrici, telefonici e altri, per cui l'Impresa è tenuta a chiedere agli Enti interessati, in accordo con la Direzione Lavori, le necessarie indicazioni per la loro individuazione ed operare con le dovute cautele.

In ogni caso eventuali danni arrecati agli impianti predetti ed eventuali oneri per l'individuazione dei cavi stessi sono totalmente a carico dell'Impresa restando la Società sollevata da ogni responsabilità ed onere conseguente.

Sono a carico dell'Impresa le eventuali riprese d’allineamento e rimessa in quota delle barriere per il periodo sino al collaudo ancorché ciò dipenda da limitati cedimenti della sede stradale e la ripresa possa essere eseguita operando sulle tolleranze dei fori di collegamento.

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità d’installazione da parte dell'Impresa, controfirmata dal Direttore Tecnico dell'eventuale Impresa Installatrice che garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d’omologazione".

Questa dichiarazione dovrà essere associata alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo qualità ed altro.

Nel caso di sostituzione di barriera esistente, l'eventuale smontaggio dovrà essere effettuato con cura senza causare rotture o danni. Eventuali danni o perdite saranno imputate all'Impresa.

Le banchine in terra e le cunette in calcestruzzo, sede dei montanti estratti, dovranno essere perfettamente ripristinate ed ogni detrito o materiale di scarto trasportato a rifiuto a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Committente e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portato a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Impresa.

Alla rimozione dovrà seguire prontamente il montaggio delle nuove barriere in modo da non lasciare tratti d'autostrada senza protezione.

b) Barriere per opere d'arte

La posa in opera delle barriere sulle opere d'arte sarà effettuata mediante montanti con piastra, inghisati per mezzo di contropiastra di base o per mezzo di tirafondi nel cordolo di calcestruzzo.

In caso di presenza di traffico l'Impresa dovrà adottare tutti i sistemi e le precauzioni per evitare sia interruzioni nel transito dei veicoli che la caduta d'oggetti e materiali.

Nel caso di sostituzione di barriera esistente, ai lavori di smontaggio dovranno seguire, nel tempo strettamente necessario, i lavori d'installazione in modo da non lasciare parti di parapetto prive di protezione.

I fori d'alloggio dei nuovi montanti dovranno essere eseguiti con carotatrice idraulica e quindi riempiti con betoncino reoplastico.

Il fissaggio della rete di protezione dovrà essere fatto con particolare cura affinché aderisca ai montanti ed ai correnti in modo uniforme ed essere ben tesata evitando la formazione d'ondulazioni o bombature di qualsiasi genere.

Le eventuali giunzioni tra due teli di rete dovranno avvenire possibilmente in corrispondenza dei montanti, sovrapponendo almeno due maglie e ripiegando a gancio tutti i fili orizzontali di entrambi i teli.

I bordi terminali della rete dovranno essere ripiegati sui montanti d'estremità ad evitare che i fili presentino pericolo d'agganciamento.

Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Committente e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portati a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Impresa.

c) Barriere mobili per chiusura varchi dello spartitraffico centrale

La barriera mobile, salvo indicazioni particolari, sarà posizionata sull'asse dello spartitraffico centrale e in ogni caso in maniera che il filo della pedana d'appoggio cada entro il limite della linea bianca continua del by pass.

La barriera sarà appoggiata su una pavimentazione in asfalto priva di gradini e quant'altro possa impedire il movimento su ruote degli elementi costituenti la suddetta barriera.

Il tubo del giunto snodabile dovrà essere rimovibili manualmente.

Gli estremi della barriera saranno ancorati al suolo mediante un tubo cilindrico, metallico, infisso nel terreno, dopo un carotaggio d'opportuna profondità e diametro, eseguito con idonea attrezzatura vibrante o a percussione avendo cura che lo stesso non subisca deformazioni che impediscano l'inserimento del sostegno metallico cui fa da guaina.

Il sostegno dovrà essere rimovibile manualmente.

La barriera dovrà essere collegata mediante appositi elementi alla barriera esistente. Il collegamento sarà effettuato sul sostegno che funge anche da ancoraggio del terminale. Anche questo sostegno dovrà essere rimovibile manualmente e gli elementi di collegamento separabili senza l'ausilio d'attrezzature ausiliari (chiavi, ecc.).

Il serraggio dei bulloni che collegano gli elementi mobili potrà avvenire anche con chiave pneumatica purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10 kg•m da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.

Dalla posizione di chiusura dei varchi la barriera potrà essere spostata per effettuare deviazioni di traffico in entrambe le direzioni di marcia, mediante giunti snodabili e da coppie di ruote poste a scomparsa all'interno del corpo della medesima.

Questo spostamento deve poter essere effettuato manualmente da 2 persone senza l'utilizzo di mezzi ausiliari per il sollevamento e lo spostamento degli elementi.

Ogni by pass dovrà essere dotato di n. 2 cuspidi provvisorie e supplementari, atte ad essere collegate ai due elementi frontali al senso del traffico, da utilizzare in deviazione di carreggiata.

Le cuspidi dovranno essere posizionate presso i varchi dove previste, facilmente rimovibili, trasportabili da 2 persone e rimontabili, mediante giunto snodabile compatibile, sulle testate della barriera aperta.

32.1.4 - Prove - penali

Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti la barriera di protezione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa.

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e bulloneria.

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme EN UNI 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI 3740, mentre la Direzione Lavori provvederà a verificare in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa il serraggio dei dadi con chiave dinamometrica tarata a 10 kg•m.

Le caratteristiche delle unioni saldate saranno controllate in conformità alle Norme previste dal Decreto M.LL.PP. del 14/02/1992. In particolare sarà effettuato preventivamente un controllo visivo in cantiere da parte dei responsabili della Direzione Lavori, mirato ad individuare eventuali presenze d'anomalie sui cordoni, come porosità, inclusioni o cricche.

In questo caso il materiale dovrà essere sostituito con altro rispondente a quanto richiesto.

Inoltre sarà effettuata una verifica in sito o in laboratorio che prevede il controllo mediante ultrasuoni secondo le Norme UNI 8387/84, oppure un controllo mediante liquidi penetranti secondo le Norme UNI 7679/77.

Sarà eseguito, per le barriere di sicurezza, un prelievo ogni 3.000 metri d'impianto. Per le opere d'arte invece un prelievo pari al 5% sul numero totale delle opere da proteggere. In ogni caso, per ogni tipologia dovrà essere effettuato almeno un prelievo.

Per i varchi amovibili, sarà eseguito un prelievo ogni dieci varchi, con un minimo di uno.

Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno inviate presso un laboratorio indicato dalla Direzione Lavori.

Per irregolarità relative alla qualità, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

2) Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi.

Le caratteristiche del rivestimento di zinco dei profilati a freddo saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.

- Determinazione della massa dello strato di zinco.
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco.
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco.
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Per quanto concerne la rete relativa alle barriere per opere d'arte, essa sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva di 28 cicli in clima variabile d'acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1.0S.

I relativi provini saranno deposti nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima di 28 cicli.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 h, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 h, i campioni saranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo e sottoposti ad aerazione.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata di 28 cicli i campioni non abbiano subito alcuna entità d'ossidazione aderente e/o permanente.

Sarà eseguito, per le barriere di sicurezza, un prelievo ogni 3.000 m d'impianto; per le opere d'arte invece un prelievo pari al 5% sul numero totale delle opere da proteggere.

In ogni caso, per ogni tipologia dovrà essere effettuato almeno un prelievo.

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate, a cura e spese dell'Impresa, al "Laboratorio Autostrade".

Per irregolarità relative alla qualità e spessori della zincatura, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

3) Penali per irregolarità d'esecuzione

Per quanto concerne il montaggio, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o di parte di essi se questi non dovessero essere stati eseguiti conformemente a quando indicato nel progetto e nelle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d'omologazione".

32.2 - Barriere prefabbricate a profilo New Jersey

La posa e rimozione di barriere prefabbricate a profilo "New Jersey" del tipo monofilare "provvisorie", occorrenti per deviazioni del traffico e/o delimitazione del cantiere, comprende il carico, trasporto e scarico degli

elementi dal deposito al cantiere e viceversa, il montaggio e lo smontaggio delle piastre di collegamento e quant'altro occorre.

Gli elementi prefabbricati "definitivi" in conglomerato cementizio armato a profilo "New Jersey" saranno installati nello spartitraffico centrale e sui cordoli laterali del viadotto.

Nello spartitraffico saranno installati elementi di tipo "monofilare" rinforzati in testa con barra dywidag: altezza 1 m, larghezza alla base 62 cm, larghezza in testa 13,6 cm, lunghezza standard 6,20 m; che saranno poggiati direttamente sul piano stradale collegandoli tra loro con una piastra d'acciaio zincato al piede ed in testa con un manicotto per le barre.

Eventuali elementi di chiusura avranno lunghezze diverse, così come saranno installati di forma diversa in corrispondenza dei varchi di scambio-carreggiata.

Nei cordoli laterali del viadotto saranno posizionati elementi "da viadotto" predisposti d'ancoraggi per il corrimano di tipo strutturale: altezza 1 m, larghezza alla base 50 cm, larghezza in testa 24 cm, lunghezza nominale 3 e 6 m (lunghezza effettiva 2,98 e 5,98 m); che saranno ancorati ai cordoli con tiranti ed in testa muniti di una barra dywidag con manicotto. Eventuali elementi di chiusura potranno avere lunghezze diverse, fermo restando il passo degli ancoraggi alla base.

Nelle zone d'approccio (lato d'approccio riferito al senso di marcia) saranno sistemati elementi New Jersey fino al termine dell'eventuale muro andatore (se allineato al cordolo del viadotto), diversamente saranno posti almeno quattro elementi da 6 m.

Nelle zone in prolungamento dell'opera d'arte stessa saranno posti almeno due elementi da 6 m.

Questi elementi saranno ancorati su cordoli in conglomerato cementizio, di tipo II con Rck $\geq$ 30 MPa ed armati con acciaio Fe B 44k, allineati ai cordoli del viadotto.

32.2.1 - Caratteristiche tecniche

Le caratteristiche di resistenza e comportamento previste, sono riferite a manufatti prefabbricati e quindi, per la loro accettazione così come per i controlli di qualità da eseguire, vale quanto precisato dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

La fornitura degli elementi dovrà avvenire da parte di Ditta produttrice di primaria importanza.

A tal fine, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, per approvazione, la seguente documentazione delle capacità tecniche del fornitore:

- elenco delle principali forniture effettuate nel corso degli ultimi tre anni, indicando il rispettivo importo, la data e il destinatario;

- descrizione dell'attrezzatura tecnica.

Indipendentemente dall'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Impresa è obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli istituti indicati dalla Direzione Lavori, nonché per i corrispondenti esami e prove.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Impresa, e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

32.2.2 - Materiali

32.2.2.1 - Conglomerato cementizio

Dovrà essere del tipo I, quindi rispondere alle specifiche tecniche riportate nelle presenti Norme. La resistenza caratteristica specifica del conglomerato cementizio (R_{ck}), sarà $\geq$ 45 MPa ed il copriferro non inferiore a 2 cm.

Qualora sia richiesta la fornitura di barriere New Jersey realizzate in conglomerato cementizio leggero strutturale si dovranno seguire, per il confezionamento del suddetto conglomerato, i medesimi principi di quello ordinario, utilizzando argilla espansa strutturale tipo T6, con resistenza del granulo allo schiacciamento non inferiore a 70 kg/cm² (UNI 7549-VII); il conglomerato cementizio leggero dovrà avere una resistenza caratteristica Rck $\geq$ 40 MPa ed una massa volumica non superiore a quanto riportato negli elaborati progettuali. Tutti i materiali necessari per il suo confezionamento dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti vigenti in materia.

32.2.2.2 - Acciaio

L'armatura del conglomerato cementizio sarà in acciaio tipo Fe B 44k e barre a filettatura continua tipo "dywidag".

Le piastre d'ancoraggio saranno in lamiera d'acciaio, zincata a caldo dopo lavorazione a norma ASTM A 123, protetta su ciascuna faccia da uno strato di zincatura non inferiore a 43 µm pari a 300 g/m^2.

Sarà zincata anche la bulloneria di collegamento e serraggio.

Il manicotto di collegamento delle barre dywidag sarà realizzato in acciaio PR8035MnPb10 a norma UNI 10233/3-93; dovrà essere a forma esagonale e composto di due pezzi collegati tramite un filetto maschio sinistrorso.

Il manicotto dovrà essere protetto con processo di teflatura di spessore minimo 30 µm in tutte le sue parti (compresa la filettatura).

32.2.3 - Posa in opera

Le modalità di posa in opera saranno concordate con la Direzione Lavori, alla quale l'Impresa sottoporrà il progetto operativo.

32.2.3.1 - Barriera spartitraffico "monofilare"

Gli elementi costituenti, la barriera "monofilare" situata nello spartitraffico saranno posti direttamente sul piano viabile curando l'allineamento planimetrico ed altimetrico, utilizzando per questo dei compensatori di quota con zeppe o quadrotti in policloroprene a durezza elevata.

Successivamente si procederà al collegamento degli elementi con le piastre zincate, alla base, ed in testa con manicotto in acciaio per dare continuità alle barre dywidag.

Il manicotto sarà protetto con lubrificante ad alta stabilità termica (perdita di peso < 3% con riscaldamento a 473 K per 4 h) e ricoperto con guaina elastica di polipropilene trattato UV/CP (contro i raggi ultravioletti e gli agenti atmosferici) di colore grigio (RAL n. 7032) arrotolato sulla zona per proteggere il tutto, dotato d'idoneo sistema di chiusura, e tale da sembrare un tubo.

All'interno del manicotto si dovrà porre un bloccante anaerobico costituito da una resina di poliacrildiesteri.

32.2.3.2 - Barriera laterale parapetto

La posa degli elementi "da viadotto" costituenti la barriera laterale parapetto sarà indicativamente la seguente, iniziando i lavori dalla fine del viadotto rispetto alla direzione del traffico:

- predisposizione nel cordolo dei fori, avendo cura che il loro centro sia, dal bordo interno del cordolo (camera d'espansione), alle distanze prefissate;
- posizionamento longitudinale sul cordolo di due strisce di gomma espansa EPDM (Etilene Propilene Diene) a cellule chiuse tipo E75-2 di colore nero, come guarnizioni di tenuta all'acqua; lungo il lato interno, la striscia dovrà avere fori predisposti in corrispondenza delle camere d'espansione;
- posizionamento della barriera New Jersey con opportuni spessoramenti compensatori di quota con zeppe o quadrotti: in policloroprene a durezza elevata, al fine di aver un buon allineamento dei parapetti;
- collegamento degli elementi New Jersey tra di loro serrando il manicotto con le barre dywidag longitudinali.

  A tal fine l'Impresa dovrà colorare gli ultimi 7 cm della barra dywidag lato femmina con vernice rossa per consentire, in qualsiasi momento, il controllo del montaggio. Le misure potranno avere una tolleranza di ± 1 cm.
- perforazione, attraverso le scatole al piede della barriera, di un foro con corona diamantata delle caratteristiche come da progetto;

- realizzazione del sottosquadro (camera conica che consente l'espansione delle alette del tirante) con lo strumento alesatore applicato alla carotatrice; l'esecuzione corretta della alesatura terminerà quando la boccola andrà a contatto con la rondella del fermo.

  L'ampiezza del sottosquadro, misurabile con idoneo strumento a "compasso", dovrà essere come da indicazioni progettuali;

- posizionamento della guarnizione di tenuta all'acqua, in materiale di gomma espansa EPDM E75-2 a cellule chiuse di colore nero, tonda e con foro per il passaggio del tirante, attaccandola in corrispondenza del foro d'ancoraggio dei tiranti; detta guarnizione sarà pressata dalla rondella del tirante;

- l'introduzione del tirante, verificando che i segmenti per l'ancoraggio siano appoggiati al sottosquadro;

- spruzzo sulla testa del tirante di uno spray lubrificante a base di Bisolfuro Molibdeno per ridurre gli attriti del bullone;

- serraggio del dado con chiave dinamometrica, applicando un momento torcente pari a 180 Nm per garantire l'espansione; oppure, tramite apposito martinetto, procedere all'espansione del tirante quindi serrare il dado;

- bloccaggio del dado con un ulteriore dado autobloccante zincato a caldo di classe 8 provvisto internamente d'anello in plastica;

- chiusura della tasca, situata alla base della barriera New Jersey, con apposito tappo in polipropilene con copolimeri di colore grigio (RAL n.7032) resistente ai raggi ultravioletti e incollato con idoneo adesivo;

- installazione del montante e del corrimano strutturale, posizionando i manicotti di collegamento dopo il montante, rispetto al senso di marcia;

- protezione del manicotto realizzata con lubrificante ad alta stabilità termica (perdita di peso < 3% con riscaldamento a 473 K per 4 h) e ricopertura con guaina elastica di polipropilene trattato UV/CP (contro i raggi ultravioletti e gli agenti atmosferici) di colore grigio (RAL n. 7032) arrotolato sulla zona per proteggere il tutto. Esso sarà dotato d'idoneo sistema di chiusura in modo da sembrare un tubo, delle dimensioni come da progetto. All'interno del manicotto si dovrà porre un bloccante anaerobico costituito da una resina di poliacrildiesteri.

32.2.3.3 - Posa in corrispondenza dei giunti di dilatazione

In corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'impalcato, gli elementi di barriera prossimi al giunto non dovranno essere accostati ma distanziati di 8 cm per consentire le dilatazioni dell'impalcato.

Di conseguenza i collegamenti tra i due elementi saranno realizzati con pezzi speciali che, pur mantenendo le stesse resistenze di quelli correnti, permetteranno spostamenti relativi tra le due barriere collegate:

- le due barre dywidag saranno collegate tramite un manicotto speciale e con due dadi di serraggio;

- alla base degli elementi N.J. si porranno due piastrine di collegamento, di cui una asolata e l'altra provvista di bullone, libera di scorrere relativamente all'altra.

Questi accorgimenti saranno applicati anche nella barriera con elementi monofilari sullo spartitraffico dell'opera d'arte.

Nelle barriere parapetto, inoltre, sarà ammessa la sovrapposizione di parte dell'elemento prefabbricato sul cordolo della campata successiva, con la sola aggiunta dei particolari elementi di collegamento, come appresso specificato.

Nel caso di semplice accostamento dei parapetti (per lunghezze d'impalcato fino a 80 m) la parte del prefabbricato "a sbalzo" sulla campata successiva, dovrà essere appoggiata su un doppio strato di neoprene da 3 mm con interposta una lamina di Teflon di spessore 0,5 mm avente funzione di strato lubrificante anti attrito.

L'alternanza d'elementi da 3 e 6 m nel posizionamento dovrà tener conto quindi della presenza dei giunti di dilatazione sul cordolo, in corrispondenza dei quali non sarà possibile effettuare il foro per l'ancoraggio.

Indicativamente i fori dovranno essere effettuati ad una distanza tra giunto e asse foro non inferiore a 25 cm. A tal fine dovranno essere combinati insieme gli elementi da 6 e 3 m con la possibilità, nella zona di giunto, di avere un elemento a sbalzo sulla campata contigua, rinunciando al massimo ad un ancoraggio di base.

Per lunghezze d'impalcato superiori agli 80 m, si dovrà prevedere un dispositivo, in acciaio zincato, di copertura del vuoto della zona di giunto, sovrapposto ai parapetti in calcestruzzo e con il loro stesso profilo New Jersey.

Detti coprigiunti metallici, opportunamente dimensionati, potranno anche essere usati per chiudere "vuoti" fino ad un massimo di 1,0 m.

32.2.3.4 - Verifiche

La Direzione dei Lavori dovrà:

a) prima del montaggio delle barriere, verificare che la lunghezza degli spezzoni dywidag per il serraggio dei montanti del mancorrente sia di almeno 9 cm, in modo da consentire il completo serraggio dai dadi dywidag da 7 cm. In caso di non rispondenza, l'elemento di barriera non sarà installato e dovrà essere allontanato immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Impresa;

b) al termine del montaggio delle barriere, verificare il serraggio dei tiranti con chiave dinamometrica a 180 Nm, per accertare che l'esecuzione del sottosquadro sia stata fatta correttamente.

   Se al momento del serraggio sarà riscontrato un cedimento dell'ancoraggio con eventuale fuoriuscita dello stesso, l'Impresa procederà al suo ripristino.

32.3 - Corrimano metallico strutturale

Il corrimano strutturale posto sui parapetti laterali del ponte avrà funzioni di barriera al ribaltamento dei mezzi pesanti. Sarà realizzato in acciaio Fe 510B (calmato all'alluminio con almeno lo 0,02%) avente una percentuale di silicio compresa tra lo 0,15% e lo 0,25%, per essere idoneo alla successiva zincatura a caldo.

Il corrimano è costituito essenzialmente da:

- montante a doppio T di caratteristiche come da indicazioni progettuali, opportunamente sagomato, munito di piastra di base ed in testa d'anello, il montante sarà collegato alla barriera N.J. tramite dadi;
- elementi di tubo in acciaio senza saldatura per costruzioni meccaniche, con fori alle estremità; collegati con manicotto ricavato da tubo senza saldatura per costruzioni meccaniche, completo di due bulloni, con doppia foratura (4 fori);
- elemento terminale curvo, sia destro che sinistro, costituito da un tubo in acciaio senza saldature per costruzioni meccaniche, opportunamente sagomato, con piastra saldata per ancoraggio.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione saranno installati manicotti speciali costituiti da tubo in acciaio senza saldatura per costruzioni meccaniche; completo di due fori, d'asole e di due bulloni con dadi.

Nei giunti di dilatazione per grandi escursioni, per i quali è prevista l'installazione di coprigiunti metallici, potrà essere necessario un montante aggiuntivo con tubi corrimano d'idonea lunghezza.

Il materiale dovrà provenire dalla produzione di Ditte di primaria importanza. Pertanto l'Impresa consegnerà alla Direzione dei Lavori una certificazione, rilasciata dal produttore dell'acciaio, attestante l'analisi chimica dell'acciaio e i risultati delle prove meccaniche per lotto di campioni; inoltre su ogni tubo di corrimano dovrà essere presente la marcatura a punzone del fabbricante.

32.3.1 - Resistenze strutturali e protezione dei materiali

Il corrimano strutturale dovrà rispondere alle resistenze da verificarsi con le seguenti prove e modalità:

a) Montante:

Il montante metallico incastrato alla base dovrà resistere ad una forza di 12 t applicata, su una striscia lunga 35 cm in corrispondenza dell'asse del montante (a 45 cm dal piano superiore del parapetto in calcestruzzo). Interasse dei montanti 3 m.

b) Corrimano:

Il tubo corrimano metallico appoggiato agli estremi con un interasse di 3 m dovrà resistere ad una forza 11,5 t applicata nella mezzeria su una striscia

larga 35 cm (considerando il collegamento con il successivo elemento di corrente). Freccia massima ammissibile al centro di 3 cm.

c) Zincatura a caldo:

Tutti gli elementi costituenti il corrimano e suoi accessori dovranno essere zincati a caldo, a lavorazione ultimata, secondo le norme ASTM A 123. Lo zinco per il bagno dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74. La quantità minima di zinco su ogni superficie di 300 g/m², pari cioè ad uno spessore di 43 µm.

32.3.2 - Posa in opera

Il corrimano strutturale andrà fissato alla barriera tipo New Jersey mediante bloccaggio alla piastra già predisposta, secondo gli schemi riportati nei disegni di progetto. In particolare si dovrà aver cura che i manicotti di collegamento del corrimano siano posti dopo il montante, rispetto al senso di marcia.

I montanti e le piastre degli elementi terminali curvi saranno collegati ai ferri fuoriuscenti dagli elementi N. J. con bulloni, resistenza HV 10.9.

32.3.3 - Prove sui materiali

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove analitiche previste dalla norma UNI 7806, fatta eccezione per la percentuale di alluminio che deve essere almeno pari allo 0,02% e del silicio che deve essere compresa tra lo 0,15% e lo 0,25%.

Per le verifiche di esecuzione e il controllo di spessori, tolleranze dimensionali, caratteristiche meccaniche e masse, si farà riferimento alla Norma UNI 7729 salvo per quanto riguarda la tolleranza massima sugli spessori che deve essere del ± 5%; le verifiche saranno fatte misurando i materiali in più punti e saranno ritenute positive se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI 3740.

Le caratteristiche del rivestimento a caldo di zinco dei tubi in acciaio sarà verificata secondo le seguenti prove:

- determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica;
- determinazione della massa dello strato di zinco (Norme UNI 5741);
- determinazione dello spessore dello strato di zinco (Norme UNI 5741);
- determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco (Norme UNI 5743).

Indipendentemente dalla certificazione rilasciata dal Produttore, la Direzione Lavori potrà prelevare in qualsiasi momento campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli ad analisi e prove, tutte le volte che lo riterrà opportuno, presso Laboratori Ufficiali allo scopo di rendere soddisfatte tutte le prescrizioni richiamate nelle presenti Norme.

I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti ed esclusivamente ad essi si farà riferimento a tutti gli effetti dell'appalto.

Le prove saranno eseguite su una serie di campioni prelevati dal materiale fornito, in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa.

Qualora le prove eseguite su questa prima serie di campioni dessero risultati negativi, esse saranno ripetute su altre due serie e soltanto se tutte e due queste ultime avranno dato esito positivo il materiale sarà ritenuto idoneo, in caso contrario la partita dovrà essere sostituita a cura e spese dell'Impresa.

32.4 - Barriere in acciaio a profilo New Jersey

32.4.1 - Materiali

Le lamiere componenti la barriera saranno in acciaio del tipo Fe 430B a Norma UNI 7070.

I bulloni per i mutui collegamenti tra barriere dovranno essere in acciaio 8.8 a Norma UNI 3740; i tubi del corrimano saranno collegati tra loro con manicotti tramite 2 bulloni M24 classe HV 10.9 a Norme UNI 5737 e 5712.

Il corrimano sarà realizzato con un tubo di acciaio Fe 510D, elettrosaldato ERW scordonato secondo Norma UNI 7091, di lunghezza 2940 o 5940 mm, diametro esterno 139.7 mm e spessore 12,5 mm.

32.4.2 - Zincatura

Sulle lamiere componenti la barriera e sul tubo corrimano si dovrà eseguire un processo di zincatura a caldo a Norma UNI 5744, per ottenere uno spessore di zinco di almeno 60 µm e un tasso superficiale di 450 g/m².

32.4.3 - Verniciatura protettiva

La verniciatura protettiva delle superfici metalliche della barriera dovrà essere eseguita in stabilimento di produzione, previa pulizia della superficie con acqua e detergente esente da lanolina, con vernice monocomponente ad alto spessore tipo ICOSIT 5530 SIKA, contenente cariche inerti, pigmenti ed a base di una combinazione di PVC e resine acriliche con solventi, tale da essere una vernice tixotropica che mantiene lo spessore anche in corrispondenza degli spigoli; dovrà avere un'ottima resistenza all'aggressività chimica, in atmosfere industriali con piogge acide o basiche ed agli effetti dei raggi UV.

Tale prodotto dovrà essere applicato in due mani ad airless sulle superfici a vista della barriera (con esclusione del tubo corrimano e relativo manicotto di collegamento) per una quantità di 400-420 g/m² per avere a secco uno spessore di almeno 100 µm.

Il colore da ottenere è il grigio RAL n. 7032.

Relativamente a detta verniciatura protettiva, è essenziale per il buon esito della fornitura che la protezione della lamiera abbia comunque una resistenza alla corrosione in nebbia salina, misurata secondo la Norma ASTM 8117, di almeno 1000 h (dopo 1000 h l'arrugginimento o la bollatura lungo l'incisione prevista non devono penetrare per più di 2 mm, con esclusione di qualsiasi altra alterazione visiva o di aderenza).

Tale requisito dovrà essere comprovato dalla Ditta fornitrice con la certificazione di prove, eseguite da un laboratorio ufficiale, su tre provini di lamiera di spessore 4 mm zincati a caldo e quindi protetti come sopra descritto; sulla certificazione dovrà comparire, oltre all'esito della prova, anche lo spessore dello strato protettivo.

La certificazione dovrà essere pronta e presentata (insieme ai tre campioni oggetto degli esami) in occasione del successivo collaudo dove si controllerà la conformità degli spessori della verniciatura sulle barriere collaudate con quelli certificati.

Resta salva la facoltà da parte della Direzione Lavori di prelevare altri provini da sottoporre ad eventuali ulteriori prove.

32.4.4 - Collaudo delle barriere

All'approntamento delle barriere presso lo stabilimento di produzione e per quantitativi minimi non inferiori ad un terzo dell'intera fornitura o pari alla fornitura richiesta in cantiere di posa dalla Direzione Lavori, sarà cura della Ditta fornitrice contattare la Direzione Lavori per richiedere il collaudo degli elementi approntati prima della posa in opera.

Il collaudo sarà effettuato a campione scegliendo a caso tre elementi di barriera ogni 200 approntati (per lotti inferiori si collauderanno comunque tre elementi) e sugli stessi sarà verificata l'osservanza delle prescrizioni tecniche previste ed in particolare il rispetto dei sei standard di qualità sotto riportati, per i quali si convengono due livelli di tolleranza come da tabella:

	TABELLA "STANDARD" E RELATIVE TOLLERANZE	
	"STANDARD" SPESSORE RICHIESTO	**LIVELLO DI TOLLERANZA ACCETTABILE**
Spessore lamiera (< 4 mm)	valore nominale	0.10 mm
Spessore lamiera (da 6 a 8 mm)	valore nominale	0.15 mm
Spessore lamiera (> 8 mm)	valore nominale	0.25 mm
Spessore zinco su barriera	min. 60 µm	0 µm
Spess. zinco su tubo mancorrente	min. 60 µm	0 µm
Spessore verniciatura su superfici a vista (mantello)	min. 100 µm	0 µm

Nel caso in cui anche uno solo dei tre elementi di barriera superi alla verifica il livello di tolleranza (per uno o più Standards), il lotto sarà rifiutato.

In ogni caso sia il riscontro di difettosità superficiali della verniciatura, che la presenza di ondulazioni o irregolarità della superficie a vista della barriera, renderanno inaccettabile il lotto.

A collaudo positivo sarà rilasciato dalla Direzione Lavori un "Verbale di approntamento e collaudo" con la certificazione delle quantità di barriere approntate e le risultanze delle verifiche effettuate. Le barriere collaudate con esito positivo saranno quindi consegnate in cantiere per la posa in opera, che avverrà in analogia a quanto descritto, nelle presenti Norme Tecniche, per le barriere in conglomerato cementizio.

Art. 33 - Recinzioni metalliche

33.1 - Caratteristiche delle opere

Le recinzioni si distinguono in funzione della loro destinazione e posizione, nelle tipologie seguenti:

a) Recinzione laterale tipo R.1.A alta 1,22 m con rete a maglie elettrosaldate

È la recinzione normalmente usata per i bordi laterali del corpo autostradale ed è costituita da una rete metallica in filo di acciaio, a maglie differenziate dell'altezza di 119,4 cm, sorretta da montanti costituiti da paletti di acciaio di sezione ad U, dell'altezza di 122 cm dal piano di campagna, posti mediamente ad interasse di 2.00 m.

Detta rete dovrà essere elettrosaldata, zincata e quando previsto, rivestita con una pellicola in PVC di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Ogni 30 m circa ed in corrispondenza di piccole deviazioni del tracciato, sarà posto un montante di controvento dotato di una saetta di sezione ad U, unita ad esso a mezzo di bulloncini zincati del tipo TDE M 8x25, completi di dado e rondella.

Ogni 100 m circa e nel caso di rilevanti variazioni angolari del tracciato, saranno posizionati montanti di caposaldo, uguali ai precedenti ma dotati di due saette, collegate al sostegno come sopra.

Ai suddetti montanti saranno fissati tre ordini di filo di irrigidimento in acciaio zincato e, se previsto, plasticato di color verde; a questi sarà fermata la rete mediante legature ogni 50 cm in modo che questa aderisca perfettamente e si presenti uniformemente tesa, senza ondulazioni o bombature.

I fili di tensione saranno legati ad ogni montante e tesi da tenditori ad occhiello in acciaio zincato o quando previsto, del tipo a molla e sfera di acciaio in monoblocco di zinco pressofuso, applicati ad ogni caposaldo.

Ogni 100 m di recinzione saranno apposte targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso".

b) Recinzione laterale tipo R.1.B. alta 2,12 m con rete a maglie elettrosaldate

È la recinzione normalmente usata per le stazioni - posti di manutenzione - parcheggi - depositi della Società - aree di servizio - sullo spartitraffico adiacente le aree di servizio, nella zona compresa tra gli scambi di carreggiata nei casi in cui il corpo stradale si trovi in prossimità di insediamenti residenziali, industriali o di viabilità ordinaria.

Sarà costituita da una rete delle medesime caratteristiche della precedente, a maglie differenziate, rivestita quando previsto, con una pellicola in PVC di color verde R.A.L. 6005, ma di altezza di 180,3 cm e sormontata da due ordini di corda spinosa, sovrapposti di 14,5 cm; la corda sarà composta da due fili di acciaio zincato con triboli a quattro punte distanziati fra loro di 10 cm e, quando previsto, plasticata di colore verde.

I montanti intermedi, di controvento e di caposaldo avranno altezza di 212 cm dal piano di campagna e saranno disposti come descritto per la rete del tipo R.1.A., uno o due saette completeranno il sistema di sostegno della recinzione.

La rete sarà fissata a quattro ordini di filo di irrigidimento e montata con le stesse modalità della precedente avendo cura di darla in opera perfettamente fissata e tesata.

Tutti gli altri componenti la recinzione: legatura, targhette, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno caratteristiche uguali a quelle descritte per la recinzione di tipo R.1.A.

c) Recinzione laterale tipo R.1.B. "FAUNISTICA" alta m 2,12

La recinzione "Faunistica" sarà uguale alla recinzione di tipo **R.1.B.** ad eccezione degli ordini di corda spinosa posti alla sommità della recinzione stessa, che saranno sostituiti da due ordini di filo liscio del tipo usato per i tenditori.

La recinzione **"Faunistica"** sarà installata nei bordi perimetrali della proprietà autostradale qualora il tracciato autostradale attraversi zone con presenza di ungulati o animali selvatici particolari: foreste, parchi Nazionali, aziende faunistiche e venatorie, enti produttori di selvaggina, zone adibite a ripopolamenti, ecc.

L'installazione di detta recinzione sarà eseguita prevalentemente nei tratti in trincea posti a monte della carreggiata dove il dislivello della scarpata favorisce il salto degli animali all'interno della carreggiata autostradale.

d) Recinzione laterale tipo R.2.A. alta 1,25 m con rete a maglie annodate

Sarà posta sui bordi laterali dei tratti autostradali montani o su terreni che presentano delle notevoli variazioni di pendenza.

Sarà composta da una rete a maglie annodate e differenziate, dell'altezza di 120,1 cm, con sostegni e saette delle stesse dimensioni della recinzione di tipo R.1.A.

La rete sarà realizzata con fili orizzontali continui, distanziati fra di loro e ad essi saranno fissati sulla stessa linea verticale n. 15 segmenti di filo aventi lunghezza uguale a quella delle maglie. I segmenti di filo verticali saranno avvolti con due spirali ai fili orizzontali continui.

I montanti di controvento, di caposaldo e gli accessori saranno disposti come quelli per la recinzione R.1.A., ma con diversa posizione dei fori per il fissaggio dei fili tenditori, delle saette e dei tenditori ad occhiello.

Ai montanti saranno fissati tre ordini di filo di irrigidimento ed a questi sarà fermata la rete mediante legature ogni 46 cm, in modo che si adatti perfettamente al profilo dei terreni di posa evitando così la presenza di ondulazioni o bombature di qualsiasi genere.

Tutti gli altri componenti la recinzione: legatura, targhette, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno caratteristiche uguali a quelle descritte per la recinzione di tipo R.1.A.

e) Recinzione laterale tipo R.3.A. alta 1,25 m con rete a maglie elettrosaldate

È la recinzione normalmente usata per i bordi laterali del corpo autostradale.

Sarà costituita da una rete metallica in filo di acciaio a maglie differenziate di altezza di 119,4 cm, sorretta da montanti costituiti da paletti di acciaio dell'altezza di 125 cm dal piano di campagna, posti mediamente ad interasse di 2,50 m.

Detta rete sarà elettrosaldata, zincata e quando previsto, rivestita con una pellicola in PVC di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Ogni 30 m circa ed in corrispondenza di piccole deviazioni del tracciato, sarà posto un montante di controvento dotato di una saetta, unita al sostegno a mezzo di un gancio zincato, oppure mediante staffe, collari e cappellotti. Le saette dovranno essere installate sulla stessa linea della rete.

Ogni 100 m circa e nel caso di rilevanti variazioni angolari del tracciato saranno posizionati montanti di caposaldo, uguali ai precedenti, ma dotati di due saette, anch'esse collegate al sostegno come descritto precedentemente.

I sostegni suddetti saranno costituiti da montanti tubolari in acciaio a sezione circolare con nervatura longitudinale sagomata per permettere il fissaggio della

rete; saranno zincati a caldo, sia esternamente che internamente, con una massa minima di zinco pari a 140 gr/mq e successivamente rivestiti con una pellicola in poliestere (PE) dello spessore minimo di 60 µm, di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR), oppure di colore grigio R.A.L. 7030 (in abbinamento alla rete di tipo zincata). Dovranno avere inoltre un modulo di resistenza minimo di Wx = Wy = 2,30 cm^3 per i sostegni intermedi e di 1,30 cm^3 per i sostegni di controvento e di caposaldo.

I sostegni saranno dotati di cappucci in alluminio o in plastica del colore previsto.

Il collegamento della rete ai sostegni avverrà mediante graffette a Clips-inox, poste in opera a mezzo di una speciale pinza sagomata, ogni 30 cm, in modo che la rete aderisca perfettamente e si presenti uniformemente tesa, senza ondulazioni o bombature.

I collegamenti tra montanti e saette saranno realizzati con bulloni in acciaio del tipo M 8X30 con un gancio opposto alla parte filettata, completi di bullone in acciaio, guarnizione e rondella in plastica, oppure mediante staffe o collari con i relativi cappellotti del colore previsto.

Ogni 100 m di recinzione saranno apposte targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso - I trasgressori saranno puniti a norma di legge".

f) Recinzione laterale tipo R.3.B. alta 1,85 m con rete a maglie elettrosaldate

Sarà ubicata in alcuni posti di manutenzione - parcheggi - depositi della Società - aree di servizio - sullo spartitraffico adiacente le aree di servizio - nella zona compresa tra gli scambi di carreggiata - nei casi in cui il corpo stradale si trovi in prossimità di insediamenti residenziali, industriali o di viabilità ordinaria.

Sarà composta da una rete del tipo R.3.A, ma di altezza 180,3 cm.

I montanti intermedi, di controvento e di caposaldo avranno l'altezza di 185 cm dal piano di campagna e saranno disposti come descritto per la recinzione R.3.A., protetti da un rivestimento dello stesso tipo, precedentemente descritto. Il loro modulo di resistenza minimo Wx e Wy sarà di 2,30 cm^3.

La rete sarà fissata ai montanti con le stesse modalità della precedente con graffette inox ogni 30 cm.

Tutti gli altri componenti la recinzione avranno le medesime caratteristiche descritte per la recinzione tipo R.3.A.

g) Recinzione di protezione sulle opere d'arte tipo R.9.A. alta 1,98 m

Questo tipo di protezione sarà montato sui cordoli delle opere d'arte a luce limitata con parapetto metallico nella cui area sottostante siano presenti

centri abitati, viabilità ordinaria o insediamenti industriali ed il cui scopo è quello di impedire la caduta di oggetti.

Sarà composta da una rete fissata a dei montanti in acciaio, di sezione ad U, posti dietro i sostegni del parapetto, normalmente ad interasse di 1,33 m, ai quali saranno uniti mediante due fasce di nastro metallico e graffettate.

La rete, alta 193 cm, sarà fissata con legature a quattro ordini sovrapposti di fili di tensione ogni 50 cm, legati ad ogni montante e tesi con tenditori applicati ai montanti terminali e di controvento, come già descritto per la normale recinzione laterale.

Dovrà essere elettrosaldata, zincata, a maglie quadrate e dovrà essere posizionata alla distanza di 2,5 cm dal cordolo del manufatto.

All'inizio ed al termine di ogni tratta saranno montate delle saette, di sezione ad U, ancorate con malta di cemento reoplastico in fori da predisporre nel coronamento dell'opera.

Tutti gli altri componenti la protezione: fili di tensione e legature, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno le stesse caratteristiche previste per le recinzioni laterali tipo R.1.A e R.1.B.

h) Recinzione antiscavalcamento per Aree Di Servizio tipo R.4.B. alta 2,40 m

La recinzione tipo R.4.B. sarà ubicata nei confini della proprietà autostradale in prossimità delle aree di servizio.

La recinzione è costituita da pannelli di rete metallica a maglie rettangolari dell'altezza di 240 cm, sorretta da montanti scatolari opportunamente sagomati, posti ad interasse di 2,53 m.

I pannelli di rete sono composti da due elementi sovrapposti per ogni interasse, di dimensione diverse, realizzati per mezzo di fili verticali e piatti orizzontali elettrosaldati; il secondo pannello avrà la parte superiore inclinata di 45 gradi verso l'esterno per una lunghezza di 40 cm, in modo da impedire l'accesso di persone dall'esterno.

Saranno zincati, previa fosfatazione e rivestiti con una pellicola di poliestere dello spessore di 100 µm, di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L 840 HR).

Ai tubolari, di sezione quadrata, saranno fissati i pannelli di rete mediante staffe inox e bulloni di sicurezza antisvitamento, ogni 40 cm, in modo che aderiscano perfettamente ai montanti stessi. In caso di terreni ondulati i pannelli saranno posizionati in modo sfalsato mediante l'utilizzo di sostegni più lunghi.

I tubolari saranno zincati a caldo, sia esternamente che internamente con una massa minima di zinco pari a 130 g/m^2 per ogni faccia, previa fosfatazione: dovranno avere un modulo di resistenza pari a Wx = Wy = 1,35 cm^3 e saranno

infine rivestiti con una pellicola di poliestere dello spessore minimo di 60 µm, di colore verde RAL. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Per collegare tra di loro il pannello inferiore a quello superiore ed entrambi al sostegno saranno utilizzati giunti di collegamento in profilato in acciaio a C, zincati e rivestiti come i tubolari, del colore verde previsto, mentre i cappucci per i sostegni saranno realizzati in plastica, del colore verde previsto, di forma tale da poter essere inseriti perfettamente nei pali scatolari.

Il collegamento della rete ai sostegni avverrà a mezzo di staffe di sicurezza in acciaio pressofuso utilizzando speciali viti di sicurezza che saranno realizzate in acciaio INOX AISI 303 dei tipo TT M 6x60; le suddette viti saranno formate da una semisfera filettata e da una testa esagonale che a serraggio avvenuto si distaccherà dalla parte sferica la quale invece rimarrà a vista.

I relativi copribulloni saranno realizzati in plastica a forma di asola e saranno collocati sulle cavità delle staffe di fissaggio in corrispondenza del bullone a mezzo di silicone, mentre le graffette in acciaio INOX, saranno impiegate per collegare i pannelli in caso di formazione di angolo acuto.

Per motivi di sicurezza, la recinzione dovrà essere installata in modo che la bulloneria e le staffe di fissaggio dei pannelli, rimangano all'interno della proprietà autostradale in modo da impedire eventuali manomissioni.

L'Impresa dovrà inoltre fornire tutti gli accessori necessari alla completa esecuzione del lavoro e in particolare nel caso di recinzione installata su tracciati con angoli acuti o ottusi, dovrà provvedere a fornire pali con forme particolari, graffe speciali e quanto altro occorra per avere l'opera rispondente alle necessità richieste.

I cancelli di sicurezza saranno realizzati secondo le prescrizioni, forme e dimensioni contenute nei disegni di progetto. Dovranno aprirsi verso l'interno della proprietà autostradale e dovranno essere muniti di serrature anti-trapano del tipo "kama" o di altro tipo che comunque dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori. Inoltre, le maniglie dovranno essere posizionate solo nella parte interna del cancello.

Ogni 100 m di recinzione saranno apposte le previste targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso - I trasgressori saranno puniti a norma di Legge".

33.2 - Qualità dei materiali - Prove

a) Qualità dei materiali

1) Caratteristiche dell'acciaio.

I montanti e le saette impiegati per le recinzioni dovranno essere esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra per spessori e finiture; dovrà essere della qualità UNI EN 10025 - S235 JR (ex Fe 360 B UNI 7070).

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici, dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.

La rete, i fili di tensione e la corda spinosa saranno realizzati in acciaio crudo UNI 3598/54, con resistenza minima unitaria di rottura di 45 kg/mm^2, mentre i fili di legatura, in acciaio dolce, sempre del tipo UNI 3598/54, ad eccezione dei fili longitudinali della rete a maglie annodate, che dovranno avere una resistenza minima unitaria di rottura di 110 kg/mm^2.

2) Tolleranze dimensionali.

Nella costruzione dei profilati di acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344/85. Per le tolleranze degli spessori dei profilati e della rete, sarà accettata una tolleranza massima di ± 0,05 mm.

3) Zincatura delle reti, fili, corde spinose.

La rete, i fili e la corda spinosa saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante), delle Norme UNI 7245/73. In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 g/m^2.

Il rivestimento protettivo della rete dei fili e della corda spinosa delle recinzioni sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95 UNI 2013/748 oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso, la percentuale di alluminio presente nella lega, non dovrà superare il 5%.

4) Zincatura dei sostegni e delle saette tradizionali ad U.

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo, il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n.7-6/ VII 1968. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 350 g/m^2. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

5) Zincatura dei sostegni e delle saette tubolari a sezione circolare.

Il rivestimento delle superfici sia interne che esterne dei tubolari a sezione circolare sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo o con processo sendzimir; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n7-6/VII 1968.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 140 g/m^2. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.

6) Zincatura dei pannelli e pali.

Il rivestimento delle superfici, sia interne che esterne, dei profilati formati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo; dovrà presentarsi uniforme,

perfettamente aderente, senza macchie e difetti secondo le norme UNI 5744/66. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 40 g/m^2 per i pannelli e di 130 g/m^2 per i pali.

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.

7) Fosfatazione.

I pannelli ed i pali per la recinzione di tipo R.4.B dovranno subire un processo di fosfatazione ai sali di zinco.

8) Rivestimento di protezione.

I pali e gli accessori della recinzione di tipo R.4.B e dei montanti a sezione circolare della recinzione di tipo R.3, saranno ricoperti con un film di poliestere dello spessore di 60 µm mentre i pannelli con un film dello spessore di 100 µm, di colore verde RAL 6005; le reti elettrosaldate saranno invece, quando previsto, ricoperte da un film in PVC dello stesso colore. Tali films dovranno essere perfettamente aderenti ad essi, resistenti all'azione da parte dei raggi ultravioletti ed infrarossi, alle variazioni di temperatura, essere non infiammabile e stabile nei colori.

La corda spinosa e i fili saranno zincati e rivestiti analogamente.

b) Prove sui materiali

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e della bulloneria.

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

2) Prove di corrosione.

La rete, i fili e la corda spinosa saranno sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva, di 28 cicli per la rete tradizionale o di 20 cicli per la rete relativa alla recinzione di tipo R.4.B, in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1.0S (un litro di SO_2 per un volume totale della camera di 300 litri). I relativi provini saranno deposti nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima dei 28 o 20 cicli previsti.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 h, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 h, i campioni saranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo composto da H_2O + SO_2; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo mediante aerazione degli stessi.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata dei cicli richiesti, i campioni non abbiano subito alcuna entità di ossidazione aderente e/o permanente.

La rete zincata rivestita con film in PVC sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva, precedentemente descritta, dopo aver asportato chimicamente la pellicola di PVC.

Gli eventuali films di PVC di rivestimento della rete dovranno rispondere inoltre ai seguenti requisiti senza che al termine delle prove subiscano alcuna alterazione:

- Resistenza all'invecchiamento ponendo i campioni in forno a ventilazione forzata, alla temperatura di 80° ± 2° C per 6 h secondo le Norme DIN 16938.
- Stabilità dei colori esponendo i campioni ad una sorgente luminosa UV di 2000 W per 24 h.
- Ciclaggio termico, ponendo i campioni a sbalzi di temperatura di ±20 °C alternati in maniera rapida ogni ora.

Relativamente ai sostegni e alle saette tradizionali zincati con sezione ad U, le caratteristiche del rivestimento di zinco saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- Determinazione della massa dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco (concordante con le Norme UNI 5743/66).
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Relativamente ai montanti e alle saette tubolari a sezione circolare zincate e rivestite in poliestere, dovranno essere sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva di 20 cicli in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa secondo le norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1,0 S.

I relativi provini saranno deposti nell'apparecchio di "Kesternich" dopo l’esecuzione di un intaglio sulla pellicola di poliestere parallelo all'asse del sostegno per la durata massima di 20 cicli e testati come previsto per la rete.

La pellicola di poliestere di rivestimento dovrà rispondere ai seguenti requisiti, senza che al termine dei quali subisca alcuna alterazione:

- Prova alla nebbia salina secondo le Norme ASTM-B 117 resistenza fino a 1000 h.
- Prova di aderenza della pellicola di poliestere (PE) secondo le Norme DIN 53151 (GT=G).

- Prova di resistenza alla luce con lampade XE-NON 6000 W, nessuna alterazione dopo 2000 h.

Relativamente a tutti gli altri accessori, dovranno essere verificati con le norme e i criteri dei relativi settori di appartenenza e comunque nel rispetto delle norme già descritte.

33.3 - Accettazione dei materiali

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione.

I materiali dovranno essere forniti da Produttori certificati secondo la UNI EN ISO 9002/94 in conformità a quanto previsto dalla Circolare del Ministero dei lavori Pubblici del 30/05/96 n.125 e successive modificazioni.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati circa le attestazioni e la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che questa lo riterrà opportuno.

Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito, tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti della recinzione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa:

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio:

   - un prelievo per ogni 5.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.

2) Prove relative alle caratteristiche anticorrosive:

   - un prelievo per ogni 3.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate dalla Direzione dei Lavori al "Laboratorio Autostrade" (Centro rilevamento dati e prove sui materiali), per essere sottoposte alle analisi di controllo a cura e spese dell'Impresa.

Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno invece inviate dalla Direzione dei Lavori presso un laboratorio qualificato a scelta della stessa Direzione Lavori. I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti e ad essi si farà riferimento a tutti gli effetti.

Qualora le prove eseguite su una serie di campioni risultasse fuori norma, esse saranno ripetute su ulteriori due serie e soltanto se i risultati di queste ultime avranno dato esito positivo il materiale sarà ritenuto idoneo; in caso contrario saranno applicate le penali di seguito elencate.

Tutte le spese inerenti le prove, oltre il prelievo dei materiali, la preparazione dei campioni, l'invio al laboratorio di prova, saranno a carico dell'Impresa.

Per quanto concerne il montaggio, la corretta e regolare esecuzione dei lavori sarà accertata dalla stessa Direzione Lavori che potrà richiedere anche la demolizione dell'opera in caso di grave negligenza.

33.4 - Modalità d'esecuzione

I lavori di posa in opera della recinzione si svolgeranno ai lati del corpo autostradale e delle sue pertinenze, lungo un tracciato che di norma seguirà il limite della proprietà autostradale, salvo disposizioni diverse.

L'Impresa dovrà predisporre per una fascia larga 1.00 m circa e per le tratte previste dal progetto, il taglio della vegetazione sia erbacea che arbustiva di qualsiasi specie e forma, comprese le piante di alto fusto, lo spianamento e la sistemazione del piano di posa della recinzione. I materiali rimossi dovranno essere di volta in volta allontanati dalle pertinenze autostradali a meno che la Direzione Lavori non disponga il loro reimpiego in sito.

I montanti, come le saette, dovranno essere ancorati al terreno con blocchetti di calcestruzzo o con cordoli di cemento armato, dimensionati fino a resistere senza visibile cedimento ad una spinta orizzontale di 60 kg, applicata sul paletto all'altezza di 1,00 m da terra mentre in caso di terreni rocciosi, strutture in calcestruzzo o pavimentazioni, saranno ancorati in fori di dimensioni adeguate, eseguiti preventivamente e successivamente riempiti di conglomerato cementizio reoplastico.

Al piede della rete e fino a coprire la prima maglia in basso, sarà eseguito un rincalzo con terra o altro materiale analogo.

In corrispondenza di fossi o tombini saranno riportati pezzi di rete verticali od orizzontali sistemati e fissati a chiusura del cavo del fosso o dell'imbocco del tombino; nel caso che la recinzione termini o inizi contro o sopra un muro di sostegno, la rete dovrà essere prolungata e fissata al muro mediante chiodi sparati in modo da impedire il passaggio o lo scavalcamento dello stesso.

Nel caso di sostituzione di tratti di recinzione obsoleta, è fatto obbligo che i lavori di posa in opera della nuova recinzione seguano immediatamente quelli di rimozione affinché non rimangano tratti non protetti o comunque varchi o passaggi aperti.

L'eventuale rimozione dei sostegni potrà avvenire ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, sia mediante il taglio alla base degli stessi, sia mediante la rottura in sito o l'asportazione dei blocchetti o dei cordoli di fondazione.

La misurazione della fornitura in opera o della rimozione delle varie tipologie di recinzione sarà eseguita per tratte continue comprese fra le due estremità e sarà valutata per il suo sviluppo in opera senza tener conto di eventuali sovrapposizioni.

33.5 - Penali

Qualora le caratteristiche e la qualità dei materiali, non dovessero corrispondere ai limiti in precedenza indicati, la partita sarà ritenuta in penale e la Direzione Lavori procederà alla loro applicazione nel modo di seguito descritto:

1) Per irregolarità relative alla qualità dell'acciaio, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti:

   in questo caso l'Impresa sarà tenuta a sostituire a sue spese i materiali in difetto con altri che rispondano alle caratteristiche richieste. I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

2) Per irregolarità relative alle caratteristiche delle protezioni anticorrosive dei materiali metallici od altro, che comunque non concorrano a compromettere la resistenza degli impianti:

   in questo caso si procederà all'applicazione di una sanzione pari a quelle indicate nella tabella seguente:

PENALI RELATIVE ALLE ZINCATURE	
Variazione percentuale di quantità o qualità anticorrosiva in meno, rispetto al richiesto	**Sanzione percentuale da applicarsi sul prezzo/i relativo all'opera non a norma**
Fino al 10% in meno	10%
Dal 10% al 20% in meno	15%
Oltre il 20% in meno	Sostituzione dei materiali in difetto

3) Per irregolarità relative alle modalità di esecuzione:

in questo caso l'Impresa è tenuta a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o a parte di essi se questi non fossero stati eseguiti secondo le indicazioni progettuali o della Direzione Lavori.

Art. 34 - Segnaletica verticale e orizzontale

34.0 - Premessa

Nelle presenti Norme Tecniche sono descritte le metodologie per l'esecuzione di tutte le opere, prestazioni e forniture che si renderanno necessarie per la realizzazione della segnaletica verticale ed orizzontale, Telepass, Viacard, sulle autostrade e loro pertinenze.

34.1 - Segnaletica verticale

La segnaletica verticale autostradale, integrata da quella orizzontale, regola il traffico a seconda delle diverse condizioni ambientali e planimetriche del tracciato, anche di notte e in condizioni climatiche avverse, contribuendo ad aumentare lo standard di sicurezza facilitando la percorrenza da parte dell'utenza.

I progetti e la relativa esecuzione devono attenersi rigorosamente a quanto prescritto dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada e dalle Circolari e Decreti Ministeriali vigenti.

La segnaletica verticale deve essere prodotta da costruttori autorizzati così come previsto dall'art. 45 comma 8 del Nuovo Codice della Strada e art. 193, 194 e 195 del relativo Regolamento di esecuzione e di attuazione.

34.1.1 - Costruzione dei cartelli

I pannelli facenti parte della fornitura devono essere realizzati secondo le seguenti caratteristiche.

34.1.1.1 - Forme e dimensioni dei segnali

Tutti i segnali devono avere forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche rigorosamente conformi a quelle prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R. 16 Dicembre 1992 n. 495, D.P.R. 16 Settembre 1996 n. 610, a quanto approvato con lettera prot. n. 575 del 4 Marzo 1996 del Ministero dei Lavori Pubblici, Ispettorato Generale per la Circolazione e la sicurezza stradale, dalle Norme Tecniche ed a quanto esposto dettagliatamente nei disegni di progetto.

L'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni (vedi tab. II 16 Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada) deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità non inferiore a 150 m.

34.1.1.1a - Supporto metallico

Il supporto metallico dei cartelli deve essere in lamiera di alluminio tipo P-AL 99,5 (1050A- UNI 9001/2), di spessore variabile in relazione alle dimensioni del cartello. Qualora i cartelli siano formati da più pannelli, questi dovranno essere nel più basso numero possibile e di dimensioni compatibili con la reperibilità delle lamiere sul mercato.

Tali lamiere, dopo avere subito le necessarie lavorazioni meccaniche e rese scabre in superficie mediante vibratrice elettrica, dovranno essere sottoposte ai seguenti trattamenti di preverniciatura:

a) sgrassatura mediante vapori di trielina o con bagno in soluzione alcalina per una durata di circa 15 min a temperatura di esercizio pari a circa 70 °C;

b) lavaggio con acqua e trattamento cromatante o fosforocromatante per un tempo sufficiente a depositare un rivestimento avente un peso compreso tra 105 e 375 mg/m² (valore medio ottimale 270 mg/m²) secondo le norme UNI 9921 relativo ai trattamenti di cromatazione e fosforocromatazione su alluminio e leghe;

c) lavaggio con acqua a perdere e passaggio in forno per essiccazione a temperatura compresa tra +60° e +70 °C;

d) applicazione ad immersione di una mano di vernice di fondo (Wash Primer), spessore 25-35 µm;

e) carteggiatura meccanica a secco con tela abrasiva a grana fine (220-240).

Trattamenti sostitutivi potranno essere eseguiti dopo preventivo esame e conseguente autorizzazione da parte della Direzione Lavori.

34.1.1.1b - Rinforzo perimetrale del cartello

Deve essere ottenuto mediante piegatura a scatola dei bordi del cartello che non dovranno essere inferiore a 1 cm, eccezione fatta per i dischi.

34.1.1.1c - Rinforzo sul retro del cartello

Il rinforzo sul retro del cartello deve essere costituito da traverse orizzontali o verticali in alluminio, saldate elettricamente, per punti, al cartello.

Dette traverse devono essere piegate ad omega o a C, dimensionate e spaziate secondo quanto previsto dal progetto.

34.1.1.1d - Saldatura elettrica per punti

La saldatura deve essere effettuata con puntatrice elettrica (la distanza massima fra due punti sarà di 15 cm) in modo da non creare sbavature o altra disuguaglianza sulla superficie del cartello.

In caso di utilizzo della traversa a C la distanza massima fra due punti di saldatura deve essere di 100 mm.

34.1.1.1e - Attacchi

Le traverse di rinforzo sul retro del cartello devono portare i relativi attacchi speciali completi di morsetti, staffe o cravatte, bulloni con relative piastrine di ferro, rondelle e quanto necessita per l'adattamento ed il fissaggio ai sostegni ed alle intelaiature di sostegno, tali da non richiedere alcuna foratura del cartello e degli accessori.

Nel caso di installazione di due cartelli a facce contrapposte ad una stessa altezza sugli stessi sostegni, devono essere adottate staffe doppie.

Tutti i materiali ferrosi devono essere zincati a caldo per immersione, come da art. 34.1.2.1l delle presenti Norme.

34.1.1.1f - Verniciatura sul retro e dei bordi a scatola del cartello

Deve essere ottenuta mediante l'applicazione di una doppia mano di smalto a base di resine, cotto al forno (temperatura di cottura 140 °C, spessore 25-35 µm), di colore grigio opaco, nella gradazione precisata dalla Direzione Lavori.

34.1.1.1g - Faccia anteriore del cartello

Fondi, lettere, simboli e bordini di contorno dovranno essere eseguiti secondo quanto prescritto per ogni segnale:

a) con pellicola non retroriflettente (PNR);

b) con pellicola retroriflettente di classe 1 (CL1);

c) con pellicola retroriflettente di classe 2 (CL2);

d) con pellicola retroriflettente di classe 2 trattata con materiali idonei atti ad evitare la formazione di condensa (CL2-a);

e) con procedimento serigrafico (SER).

L'applicazione della pellicola al supporto metallico deve essere eseguita, a seconda del tipo, con il "Vacuum applicator" o con l'adesivo presente nella pellicola stessa. Per i dischi ed i triangoli è da applicare pellicola a pezzo unico, intendendo con questa definizione un unico pezzo di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato con processo serigrafico; questo deve mantenere le proprie caratteristiche inalterate per un periodo uguale a quello previsto per la pellicola retroriflettente.

Le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche cui devono rispondere le pellicole retroriflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale, sono stabilite dal Ministero dei Lavori Pubblici con Decreto Ministeriale del 31 Marzo 1995 n. 1584 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 106 del 9 Maggio 1995.

34.1.1.1h - Faccia posteriore del cartello

Successivamente alla verniciatura come da art. 34.1.1.1f, devono essere chiaramente indicati: la dicitura "autostrade S.p.A."; il marchio della Ditta che ha fabbricato il segnale e l'anno di fabbricazione; il numero dell'autorizzazione concessa dal Ministero dei Lavori Pubblici alla Ditta medesima per la fabbricazione dei segnali stradali. L'insieme delle predette annotazioni non deve superare la superficie di 200 cm^2.

Per i segnali di prescrizione devono essere riportati inoltre, gli estremi dell'ordinanza di apposizione.

34.1.1.1i - Traverse intelaiature

Per il collegamento tra i vari pannelli che compongono i segnali di grandi dimensioni, sono prescritte traverse in ferro a C, qualità EN 10025 - S235JR. Dette traverse, dalle dimensioni indicate dal progetto, devono essere complete di staffe, con attacco a morsetto, per il collegamento alle traverse in alluminio nella quantità necessaria.

Sia le traverse in ferro che i vari attacchi devono essere zincati a caldo per immersione come da art. 34.1.2.1l delle presenti Norme.

34.1.1.1l - Congiunzioni dei pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni

Tali congiunzioni si devono ottenere con l'apposizione, lungo i lembi contigui dei pannelli, di angolari in anticorodal sia in senso orizzontale che verticale saldati come precedentemente descritto. Gli angolari devono essere opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini di acciaio inossidabile sufficienti ad ottenere il perfetto accostamento dei lembi dei pannelli.

34.1.1.1m - Pellicole retroriflettenti

Le pellicole retroriflettenti da impiegare devono rispondere alle caratteristiche prescritte dal Decreto Ministeriale del 31 Marzo 1995 n. 1584.

34.1.2.1 - Strutture per la segnaletica verticale

34.1.2.1a - Qualità dei materiali

I prodotti di origine impiegati nella costruzione dei materiali che devono essere sottoposti a zincatura; devono avere attitudine alla zincatura secondo quanto previsto dalla norma NF 35.503 Classe 1 e successiva norma europea EN 10025 riguardo alla designazione degli acciai.

34.1.2.1b - Sostegni per cartelli

Devono essere in ferro tubolare qualità EN 10025 - S235JR.

Devono essere zincati a caldo per immersione, come da art. 34.1.2.1l delle presenti Norme; possono essere anche del tipo antirotazione o sagomati per l'ottenimento di uno sbalzo come indicato dai disegni tipo.

Ogni sostegno e controvento deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e recherà al piede un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione. Non deve essere eseguita alcuna saldatura su sostegni e controventi già zincati.

Il tipo di sostegno, le dimensioni e la loro eventuale controventatura devono essere indicati nei disegni di progetto, fermo restando la responsabilità dell'Impresa in merito alla resistenza degli impianti.

La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

34.1.2.1c - Portali e strutture in acciaio

I portali a cavalletto, a farfalla ed a bandiera devono essere realizzati con profilato tubolare in acciaio qualità EN 10025 - S275JR; esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture; tutti i collegamenti tra gli elementi prefabbricati devono essere realizzati mediante flange e devono essere riuniti in opera con bulloni.

La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

Tutte le saldature necessarie per la realizzazione del traliccio devono essere esclusivamente del tipo a penetrazione e devono rispettare quanto previsto dalle norme CNR UNI 10011/88.

La base del piedritto deve essere provvista di piastra per l'ancoraggio tra il traliccio metallico ed il basamento di fondazione la cui connessione deve essere effettuata con l'impiego di tirafondi, collegati tra di loro con una piastra, annegati nel plinto e completi di doppi dadi di contrasto.

I tirafondi da annegare nel basamento in cls e da collegare con l'armatura devono essere in acciaio rispondenti alle prescrizioni della norma UNI 3740.

L'acciaio in tondini per l'armatura dei plinti deve essere della qualità Fe B 44K.

L'altezza minima tra il limite inferiore dei cartelli ed il piano stradale deve essere di 5,20 m.

I portali devono essere zincati a caldo come previsto dall'art. 34.1.2.1l delle presenti Norme, così come i tirafondi e la contropiastra.

Le strutture verticali quali portali a cavalletto, a farfalla, a bandiera, ecc., devono essere realizzati secondo i disegni specifici esecutivi di progetto. L'Impresa esecutrice dei lavori ha comunque l'obbligo di verificare la resistenza stessa degli impianti ed apportare eventuali integrazioni e/o variazioni ai disegni di progetto che devono comunque essere approvati dalla Direzione Lavori.

34.1.2.1d - Strutture su pensiline

I cartelli da posizionare al di sopra delle pensiline di stazione, per i cartelli Telepass e Viacard, devono essere installati su apposite strutture le quali devono essere realizzate con ferro di qualità EN 10025 - S235JR.

La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

34.1.2.1e - Strutture per segnali su New Jersey

I manufatti necessari per posizionare i segnali, fino ad una superficie di 0,810 m², sulle barriere di sicurezza New Jersey devono essere realizzati con una sella in acciaio, qualità EN 10025 - S235JR, di 5 mm che si adatti alla conformazione della barriera.

Nella testa della sella deve essere praticato un foro nel quale deve essere collocato un tubolare, di 200 mm, di diametro 76 mm, spessore 4 mm, con saldato all'estremità inferiore una piastra in ferro di 100x100 mm, spessore 3 mm.

Dopo aver inserito il bicchiere nel foro, realizzato nella sella, devono essere eseguite due saldature perimetrali interna ed esterna. Tale bicchiere deve essere predisposto, inoltre, con due fori passanti che consentano l'inserimento di due bulloni M12, per il bloccaggio del sostegno col cartello, classe 8.8 tesati a 2.000 kg.

In ogni faccia laterale della sella deve essere eseguita un'asola di 40x24 mm per l'alloggiamento della barra filettata e due fori diametro 15 mm per l'eventuale posa di bulloni e relativi prigionieri metallici.

34.1.2.1f - New Jersey con foro verticale

Alla piastra in ferro, di 100x100 mm saldata con la sella, deve essere saldato, nella parte inferiore un tubolare di 300 mm con diametro di 48 mm.

Il bicchiere di cui sopra e la sella, devono essere uniti tra di loro saldando due fazzoletti in acciaio triangolari, di 100x150 mm spessore 5 mm, applicati nel senso del massimo sforzo.

34.1.2.1g - New Jersey con foro orizzontale

Il bloccaggio del manufatto alla barriera deve avvenire con una barra filettata M20 e due dadi autobloccanti, classe 8.8 tesata a 5.000 kg usufruendo del foro passante esistente.

34.1.2.1h - New Jersey senza fori

Il bloccaggio del manufatto deve essere realizzato effettuando un foro passante al fine di poter inserire una barra filettata M20 e due dadi autobloccanti, classe 8.8 tesata a 5.000 kg.

34.1.2.1i - Supporto per sostegni su barriera metallica

Il supporto per il bloccaggio del sostegno alla barriera metallica deve essere realizzato utilizzando una staffa in ferro, qualità EN 10025 -S235JR, composta da un collare normale o antirotazione che avvolge il palo, una piastra sagomata a C, spessore 5 mm, sulla quale devono essere saldate due barre filettate diametro 14 mm e bulloneria necessaria.

34.1.2.1l - Zincatura a caldo per immersione

Tutti gli elementi di materiale ferroso impiegati per i lavori previsti nelle presenti Norme Tecniche devono essere zincati mediante immersione in zinco fuso

(zincatura detta a caldo ed anche a fuoco) a scopo protettivo contro la corrosione.

Questa operazione deve essere eseguita con le modalità e le prescrizioni previste dalla norma C.N.R. - CEI n. 7-6 del Luglio 1968.

Lo zinco da impiegare nel bagno deve essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

I valori di zincatura prescritti dalla succitata norma sono riassunti nella tabella seguente; gli elementi ferrosi non riportati nella stessa devono essere zincati in base al rispettivo spessore.

Tipologia oggetto	Massa dello strato di zinco g/m²		Spessore dello strato di zinco µm	
	media sui campioni esaminati	minima su campione singolo	medio sui campioni esaminati	minimo su campione esaminato
A Traverse e morsetti Tubolari e staffe ø 60 e ø 90 Portali Profilato per delineatori in gallerie con marciapiede Tutti gi oggetti in acciaio aventi 3 mm o più di spessore, esclusi gli oggetti assimilabili alle classi C e D	600	550	86	78
B Tubolari ø 48 Delineatori su guardavia Paletti scambio carreggiata Tutti gli oggetti in acciaio aventi spessore minore a 3 mm, esclusi gli oggetti assimilabili alle classi C e D	400	350	57	50
C Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diametro uguale o maggiore a 10 mm	400	350	57	50
D Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diametro minore di 10 mm	300	250	43	36

I campioni prelevati dalla Direzione Lavori devono essere sottoposti alle prove previste dalla succitata norma CEI e più precisamente:

a - determinazione della massa dello strato di zinco;

b - qualità dello zinco;

c - spessore dello strato di zinco;

d - uniformità di spessore del rivestimento di zinco;

e - aderenza dello strato di zinco.

34.1.3 - Posa in opera

Al fine di garantire la perfetta visibilità, di giorno come di notte, in qualsiasi condizione, per ciascun segnale deve essere garantito uno spazio di avvistamento, tra il conducente ed il segnale stesso, libero da ostacoli.

Le misure minime del suddetto spazio di avvistamento sono indicate dettagliatamente nel Nuovo Codice della Strada, nonché nel Regolamento di Esecuzione e di Attuazione aggiornato al D.P.R. 16-9-1996, n. 610.

Le targhe dei viadotti devono essere previste solo se la lunghezza del manufatto è uguale o superiore a 100 m.

Gli itinerari internazionali devono essere indicati con le modalità previste dai disegni progetto.

La distanza tra l'estremità del cartello, lato carreggiata, ed il margine della carreggiata stessa deve essere minima 0,50 m e massima 1,00 m; fanno eccezione tutti i cartelli dello spartitraffico, quelli a sbalzo, quelli in prossimità delle gallerie, quelli in galleria, ecc., che devono essere di volta in volta esaminati dalla Direzione Lavori.

L'altezza tra il bordo inferiore del cartello e la pavimentazione deve essere minimo 1,20 m e massimo 1,80 m secondo un criterio di proporzione inversa rispetto alle dimensioni del cartello; fanno eccezione le targhe chilometriche, i cartelli per la numerazione dei cavalcavia, la cui altezza deve essere di 1,70 - 1,80 m e tutti gli altri cartelli in posizioni particolari la cui altezza sarà stabilita di volta in volta dalla Direzione Lavori.

L'altezza minima tra la pavimentazione ed il bordo inferiore del o dei cartelli, collocati al di sopra della carreggiata deve essere di 5,20 m.

In ogni caso sullo stesso itinerario deve essere rispettata un'altezza uniforme.

La posa in opera della segnaletica deve essere eseguita in modo tale che il segnale abbia un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°.

I segnali, collocati al di sopra della carreggiata, devono essere installati in modo tale da avere un inclinazione rispetto al piano perpendicolare di circa 3° verso il lato da cui proviene il traffico. Il giudizio dell'esattezza di tale posizione è riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori.

Nella installazione degli impianti segnaletici su terra, si deve realizzare un blocco di ancoraggio in calcestruzzo di cemento secondo le indicazioni del progetto e comunque non inferiore alla classe Rck 20 MPa, delle dimensioni minime di 50x50x70 cm per l'installazione del tubolare in ferro di sostegno.

Nei casi in cui, per sopraggiunti motivi non prevedibili al momento della progettazione, si ritenga che detta fondazione non sia idonea per la stabilità dell'impianto, l'Impresa deve opportunamente dimensionarla, apportare integrazioni e/o variazioni ai disegni di progetto che devono, comunque, essere approvati dalla Direzione Lavori.

Il controvento deve essere ancorato al sostegno secondo quanto indicato negli elaborati progettuali.

Deve essere inoltre ripristinato, sia sullo spartitraffico, sulle scarpate o in qualunque altra situazione di continuità, il preesistente stato.

I portali devono essere posti in opera su basamenti di calcestruzzo armato, delle dimensioni come da progetto, di classe non inferiore a Rck 25 MPa.

Le dimensioni e l'armatura in ferro di detti basamenti devono essere in linea con quanto disposto negli elaborati progettuali.

L'Impresa è comunque tenuta a verificare i calcoli di dette strutture ed il loro posizionamento, apportare eventuali integrazioni e/o variazioni ai disegni di progetto che devono comunque essere approvati dalla Direzione Lavori.

Nel caso di portali a bandiera si deve realizzare il basamento sulla scarpata laterale, cercando di evitare il posizionamento sulla cuspide.

Inoltre, l'installazione degli impianti segnaletici su New Jersey, paletti M100 o di sostegno del guardrail, devono essere realizzati secondo quanto disposto dagli elaborati di progetto.

34.1.4 - Garanzie di durata

L'Impresa deve comunque garantire quanto segue:

a) le pellicole, applicate secondo le tecniche prescritte dal fabbricante e dalle presenti Norme, non dovranno presentare, per almeno 7 anni, per quelle non retroriflettenti e retroriflettenti di classe 1, 10 anni per quelle retroriflettenti di classe 2, di esposizione all'esterno, alcuna decolorazione, (restando nelle coordinate dei limiti cromatici di cui alla tabella I del Decreto Ministeriale del 31 marzo 1995 n. 1584) nessuna fessurazione, corrugamento, formazione di scaglie o bolle, cambio di dimensioni, segni di corrosione, distacco dal supporto o diminuzione dell'adesione;

b) i supporti, le traverse, le staffe, i sostegni e tutti i materiali metallici che compongono l'impianto segnaletico, per almeno 10 anni di esposizione all'esterno, non dovranno presentare alcuna forma di ossidazione, nemmeno in piccole quantità;

c) La posa in opera deve essere eseguita a perfetta regola d'arte e l'impianto segnaletico dovrà resistere al vento spirante a 150 km/h e non presentare per almeno 10 anni alcuna anomalia (distacco anche parziale di traverse, bulloni tranciati, staffe lente, ecc.).

34.1.5 - Certificazioni e prove

I materiali da impiegare nelle lavorazioni devono essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione, in conformità della Circolare del LL.PP.. n. 2357 del 16/05/1996 e successive modificazioni.

La qualità dei materiali deve essere comunque verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà necessario ed in qualsiasi fase della produzione e/o realizzazione dei lavori.

Le unioni bullonate, compresi i tirafondi di fondazione, devono essere sottoposte all'atto della posa in opera, dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Impresa, a verifica con chiave dinamometrica, tarata e dotata di bussole intercambiabili, dei valori della coppia di serraggio previsti in progetto, sulla base delle indicazioni riportate nella norma UNI CNR 10011/88.

Per ogni giunto devono essere verificati da quattro a sei bulloni e deve essere redatto il relativo verbale di constatazione.

L'Impresa inoltre deve produrre alla Direzione Lavori le certificazioni, rilasciate da Istituti o Laboratori di certificazione riconosciuti legalmente, le quali attestino che tutte le saldature relative a tutte le unioni di forza ed il 20% delle saldature di dettaglio di ogni singola struttura o portale, sono state sottoposte a controllo manuale mediante ultrasuoni nel rispetto della norma UNI 8387.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina o nei laboratori e di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso ed anche dopo la fornitura in opera, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli alle analisi e prove che riterrà opportuno eseguire presso noti Istituti specializzati, autorizzati e competenti, allo scopo di rendere soddisfatte tutte le prescrizioni richiamate nelle Norme Tecniche.

Le relative spese per sottoporre ad analisi e prove i vari campioni, comprese quelle di prelievo e di spedizione, prima e dopo la fornitura in opera, sono a totale carico dell'Impresa.

I prelievi di materiale devono avvenire in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa e deve essere redatto il relativo verbale di prelievo.

Le campionature relative alla zincatura devono essere inviate dalla Direzione Lavori al "Laboratorio Autostrade" (Centro rilevamento dati e prove sui materiali) per essere sottoposte alle analisi di controllo.

34.1.6 - Penali

Qualora i risultati delle certificazioni, relativi alla qualità dei materiali ed alla realizzazione dei manufatti e/o i risultati delle prove predisposte dalla Direzione Lavori, non fossero rispondenti alle Norme Tecniche, dovranno essere applicati i seguenti provvedimenti.

34.1.6.1 - Forme e dimensioni

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Impresa tutte i segnali realizzati con forme e dimensioni diverse da quelle previste dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R.

16/12/1992 n.495 e D.P.R. 16/9/1996 n.610, dalle Norme Tecniche ed a quanto esposto dettagliatamente nei disegni di progetto.

34.1.6.2 - Qualità dell'acciaio

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Impresa tutti i materiali e/o strutture sia forniti che posti in opera, realizzati con qualità di acciaio diverse da quelle richieste.

34.1.6.3 - Bulloneria

Dovrà essere sostituita a cura e spese dell'Impresa tutta la bulloneria sia fornite che posta in opera, se non rispondente alla norma UNI 3740 classe 8.8.

34.1.6.4 - Unioni saldate

Dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Impresa tutte le strutture sia fornite che poste in opera, realizzate con saldature non conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

34.1.6.5 - Zincatura

Dovranno essere applicate le penali sottoelencate sull'importo totale relativo alla fornitura della tipologia dei materiali ferrosi, presi in esame, se gli stessi presenteranno uno spessore di zinco inferiore a quanto previsto:

Tipo	Variazione percentuale di quantità o qualità di protezione anticorrosiva in meno, rispetto al richiesto	Sanzione percentuale da applicarsi sul prezzo/i relativo all'opera non a norma
A	Fino al 10%	5%
B	Dal 10% al 20%	10%
C	Oltre il 20%	Sostituzione completa dei materiali

34.1.6.6 - Alluminio

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Impresa tutti i segnali realizzati con lamiere di alluminio non rispondenti a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

34.1.6.7 - Pellicole retroriflettenti

Tutti i segnali realizzati con pellicole risultate non rispondenti a quanto previsto dalle Norme in vigore dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Impresa.

34.1.6.8 - Posa in opera

Tutti i basamenti realizzati con dimensioni inferiori rispetto a quelli riportati negli elaborati progettuali dovranno essere rimossi e nuovamente realizzati a cura e spese dell'Impresa; potranno anche essere adeguati secondo le direttive indicate dalla Direzione Lavori.

Dovranno essere ad esclusivo carico e spesa dell'Impresa ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

34.2 - Delineatori stradali

I delineatori stradali fanno parte del gruppo dei "Segnali complementari".

Per segnali complementari si intendono, ai sensi dell'articolo 42, comma 1, del Codice della Strada, quei dispositivi e mezzi segnaletici destinati ad evidenziare o rendere noto:

1) il tracciato stradale;

2) particolari curve e punti critici;

3) ostacoli posti sulla carreggiata o ad essa adiacenti ecc..

I segnali complementari, si suddividono in:

a) delineatori normali di margine;

b) delineatori speciali;

c) mezzi e dispositivi per segnalare gli ostacoli;

d) isole di traffico.

Nelle presenti Norme Tecniche sono trattati solo i delineatori di cui ai punti a e b.

34.2.1 - Delineatori normali di margine

Le caratteristiche dei delineatori normali di margine sono prescritte dall'art. 173 del Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Nuovo Codice della Strada.

Impiegati lungo le autostrade, ne indicano i margini visualizzando a distanza le carreggiate stradali ed autostradali.

Nelle autostrade i delineatori in sinistra dovranno avere due elementi catarifrangenti (catadiottri) e quelli in destra uno.

34.2.1a - Costruzione del delineatore

Le caratteristiche fisiche e chimiche dei materiali da usare per la costruzione dei delineatori normali, le dimensioni e le forme degli stessi, nonché i requisiti fotometrici e colorimetrici degli elementi rifrangenti sono stabiliti con apposito disciplinare tecnico approvato con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica.

I delineatori sono costituiti da paletti di colore bianco con fascia nera alta 25 cm, posta nella parte superiore, nella quale devono essere inseriti elementi rifrangenti volti verso le correnti di traffico interessate.

Il paletto del delineatore deve essere a sezione preferibilmente trapezoidale con spigoli arrotondati che devono potersi iscrivere in un rettangolo di 10x12 cm, con lato minore parallelo all'asse stradale.

Devono essere costruiti mediante soffiaggio, in appositi stampi, di una candela continua di polietilene ad alta densità e della migliore qualità, arricchito di additivi antinvecchiamento. La parte nera dovrà essere incorporata nel segnalimite in fase di stampaggio, escludendosi operazioni di verniciatura.

Il materiale impiegato deve essere sufficientemente elastico ed avere un'elevata resistenza strutturale.

34.2.1b - Norme di accettazione dei paletti

I paletti dei delineatori devono portare impresso l'anno di fabbricazione ed il marchio della Ditta produttrice.

La stabilità alle escursioni termiche devono essere garantita per una temperatura minima di -15 °C ed una massima di +80 °C.

Il polimero deve presentare valori compresi nei limiti seguenti:

a) purezza del polietilene ad alta densità (trattamento all'ebollizione con tricloetilene). (Il polietilene è puro se il provino assorbe meno del 35% di tricloroetilene e cede al tricloroetilene meno del 4% del suo peso);

b) indice di fluidità (meltindex): 0,2 - 0,4;

c) densità : 0,95;

d) carico di rottura: prima dell'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti in un apparecchio "Weather o meter" secondo le norme ASTM 4257 e D 1499 - 59T, deve essere di 220 kg/cm²; dopo l'esposizione deve essere almeno 85% del valore iniziale;

e) resistenza all'urto: prima dell'esposizione ai raggi ultravioletti, la resistenza all'urto secondo le norme ASTM 120-56T deve raggiungere un minimo di 9 kg/cm²; dopo l'irradiazione la resistenza deve raggiungere almeno l'80% del valore ottenuto prima dell'esposizione;

f) resistenza agli agenti chimici secondo la nonna ASTM D 543 - gli agenti aggressivi impiegati sono:

- cloruro di sodio al 20%;
- cloruro di calcio al 20%;
- idrossido di ammonio al 10%;
- acido cloridrico al 10%;
- acido solforico al 10%;
- olio minerale;
- benzina.

L'accertamento di eventuali modificazioni occorse al paletto segnalimite in esame sarà effettuato mediante pesatura dello stesso prima e dopo l'immersione nelle soluzioni di cui sopra.

34.2.1c - Forme e dimensioni degli elementi rifrangenti

Nel delineatore di destra, l'elemento rifrangente deve essere di colore giallo, di forma rettangolare e della superficie minima di 60 cm²; nel delineatore di sinistra i due elementi rifrangenti, posti in verticale, devono essere di colore giallo, di forma rettangolare e ciascuno, con una superficie attiva minima di 30 cm², ad una distanza fra loro pari al doppio dell'altezza di ciascun dispositivo, con una tolleranza in più del 10%.

Sia i catadiottri di destra che quelli di sinistra, corrispondenti, devono avere le stesse dimensioni e caratteristiche, con la base maggiore parallela alla pavimentazione stradale.

Gli elementi rifrangenti devono essere realizzati in metacrilato di metile di colore giallo.

34.2.1d - Norme di accettazione

1- devono essere omologati dal Ministero dei Lavori Pubblici e presentare impresso il relativo numero di omologazione ed il nome del fabbricante;

2- devono essere rettangolari con una superficie minima rifrangente di 60 cm² ed il valore minimo di intensità luminosa dovrà essere di 20 m.c.d./lux cm², rilevato a 20° di incidenza ed a 20° di divergenza;

3- devono presentarsi inalterati dopo la prova di resistenza all'esposizione per invecchiamento ai raggi ultravioletti ed infrarossi (durata della prova 72 h, lampade OSRAM ULTRA LIGHT da 1.000 W, temperatura massima 65 °C ± 1;

4- devono presentare una perfetta tenuta stagna nella prova di immersione in acqua (durata della prova 24 h, temperatura 20 °C ± 1.

34.2.1e - Posa in opera dei delineatori normali di margine

Devono essere collocati come stabilito dall'art. 173 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada: al limite esterno della banchina e comunque a non meno di 50 cm dal bordo esterno della carreggiata.

I delineatori devono essere infissi nel terreno per una profondità di 30 cm, curando sia la verticalità e l'allineamento del paletto stesso che l'angolarità del o dei catadiottri.

Il terreno intorno ai paletti va compattato.

I delineatori su cordoli e cunette in calcestruzzo devono essere infissi in un foro sagomato praticato nel calcestruzzo stesso.

L'altezza fuori terra deve essere compresa fra 70 e 110 cm.

L'altezza tra il bordo inferiore del catadiottro e la pavimentazione stradale deve essere quella figurante nei disegni, curando scrupolosamente che tali altezze restino costanti lungo la medesima strada anche quando si passa da un tipo all'altro di delineatore.

Su tratti di strada omogenei l'installazione dei delineatori deve essere continuativa, evitando installazioni saltuarie e usando lo stesso tipo di delineatore. Deve essere adottata la spaziatura indicata dall'art. 173, comma 4 del suddetto Regolamento.

Nel caso della sostituzione di delineatori in quelle autostrade ove vigono norme diverse dalle presenti, occorrerà effettuare l'installazione per tratte significative: scambio-scambio (per il centro), fine trincea, fine rilevato ecc., conformi alle prescrizioni del suddetto art. 173, comma 4.

34.2.1f - Delineatori su manufatti

Qualora si presentasse la necessità di installare delineatori su manufatti diversi da quelli di seguito indicati dovranno essere studiati i nuovi tipi di supporti e di attacchi, fermo restanti i principi basilari prescritti dalle vigenti Norme.

L'Impresa dovrà presentare i campioni di ogni tipo di delineatore i quali saranno esaminati dalla Direzione Lavori.

Eventuali proposte di nuove soluzioni presentate saranno prese in considerazione, esaminate e se idonee accettate; comunque, gli elementi rifrangenti devono essere fissati al supporto metallico mediante attacchi a baionetta o simili e comunque mai incollati.

Nel caso di delineatori su barriere di sicurezza tipo New Jersey, questi devono avere le caratteristiche previste dalle presenti Norme:

- i supporti devono essere realizzati in alluminio spessore 20/10 mm;
- i catadiottri sia quelli di sinistra che quelli di destra saranno di 10x6 cm e saranno accettati fino alle dimensioni massime di 7x10 cm.

Nel caso di New Jersey monofilari, i delineatori devono essere installati utilizzando i fori esistenti nel manufatto, con tassello ad espansione.

Detto tassello, sotto l'azione di una vite a brucola di 6 mm, dilatandosi, deve esercitare sulla parete del foro una pressione tale da ostacolarne la fuoriuscita.

Nel caso di New Jersey bifilari e laterali, i delineatori devono essere installati mediante l'impiego di n. 2 tasselli con vite a chiodo.

Dette viti devono essere zincate galvanicamente e passivate e devono avere una lunghezza minima di 35 mm con il foro di diametro 6 mm.

Nel caso di barriere metalliche, i delineatori devono avere le caratteristiche previste dalle presenti Norme.

I supporti devono essere realizzati in lamiera di ferro dello spessore figurante nei disegni e zincato a caldo secondo la norma C.E.I. 7.6 del Luglio 1968.

Nella realizzazione dei supporti si deve tenere conto della diversa inclinazione delle lame nei vari tipi di guardrails esistenti nella rete autostradale da cui scaturisce una diversa angolazione dell'asta di supporto dei catadiottri rispetto all'onda stessa; questo per mantenere costante la verticalità del dispositivo.

I catadiottri sia quelli di sinistra che quelli di destra devono essere di 10x6 cm e saranno accettati fino alle dimensioni massime di 7x10 cm.

Devono essere posizionati sulla parte superiore del nastro con sistemi di attacco tali da non interessare in nessun modo la bulloneria necessaria per l'unione tra le barriere e quella tra le barriere ed i montanti.

Il metodo di attacco deve essere del tipo indicato dagli elaborati progettuali, formato da piastre in acciaio sagomate e collegate al supporto tramite una vite a brucola del diametro 6 mm, anch'essi zincati come sopra.

Nel caso di muri di controripa, i delineatori devono avere le caratteristiche previste dalle presenti Norme.

I supporti devono essere realizzati in alluminio spessore 20/10 mm.

I catadiottri devono essere di 15x10 cm.

Per mantenere il lato maggiore del catadiottro orizzontale occorre determinare l'inclinazione del muro stesso e conseguentemente la piegatura da dare al supporto.

Nel caso di cordoli, muretti ed elementi prefabbricati di varie altezze devono essere realizzati delineatori con supporti tali da presentare costanza di orizzontalità.

Il fissaggio di detti delineatori deve essere eseguito come quello indicato per i New Jersey.

34.2.2 - Delineatori speciali

Per delineatori speciali, secondo l'art. 174 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, si intendono quei delineatori utilizzati come dispositivi permanenti tra cui:

a) - delineatori in galleria;

b) - delineatori modulari di curva.

34.2.2a - Delineatori in galleria

I delineatori in galleria devono avere le caratteristiche previste dalle presenti Norme.

I catadiottri sia quello di destra che quelli di sinistra, devono avere le dimensioni di 15x10 cm e saranno accettati fino alle dimensioni massime di 18x10 cm.

In sinistra oltre ai due catadiottri posti nel senso di marcia, il delineatore ne deve avere un terzo sul retro con caratteristiche e dimensioni uguale agli altri.

Data la tipologia delle gallerie si è reso necessario realizzare tre diversi tipi di delineatori e cioè:

a) gallerie con guardrails - i delineatori devono avere caratteristiche uguali a quelli sui guardrails a cielo aperto, ma di dimensioni maggiorate, sia nel supporto che nell'attacco. Anche in questo caso i delineatori devono essere installati sulla parte superiore del nastro;

b) galleria senza marciapiede e senza guardrails - i delineatori devono avere i supporti in alluminio 30/10 mm in sinistra e 25/10 mm in destra e devono essere installati sui piedritti delle gallerie mediante l'impiego di n. 3 tasselli con vite a chiodo. Dette viti devono essere uguali a quelle usate per i delineatori su New Jersey. Per rispettare la condizione di parallelismo bisogna sagomare opportunamente i supporti secondo l'inclinazione del piedritto stesso;

c) galleria con marciapiede - i delineatori devono avere il supporto in profilato di ferro, spess. 4 mm, avente alla base una piastra in ferro saldata di 10x15 cm, spess. 3 mm, con quattro fori e zincato a caldo.

   In detto supporto deve essere fissato un pannello in alluminio 30/10 mm per quelli in sinistra e 25/10 mm per quelli in destra, sul quale devono essere fissati i catadiottri necessari.

Il montaggio del delineatore al marciapiede deve essere ottenuto mediante n. 2 bulloni e prigionieri metallici ad espansione.
Va tenuto presente che in galleria la spaziatura longitudinale sarà di 15,00 m, salvo il tratto di imbocco, della galleria stessa, in cui il distanziamento deve essere di 8 m, per i primi 10 elementi.

34.2.2b - Delineatori modulari di curva

Sono regolamentati dall'art. 174, comma e, Regolamento.

Devono essere impiegati nei casi eccezionali qualora la percezione dello sviluppo della curva risulti poco agevole in guida notturna; la stessa deve essere segnalata con una serie di pannelli modulari di curva delle dimensioni di 90x90 cm. Se gli spazi disponibili per l'installazione non sono sufficienti per tale formato si potranno utilizzare quelli di dimensioni ridotte a 60x60 cm. Tali pannelli devono essere in alluminio 25/10 mm, con faccia anteriore ricoperta da una pellicola nera non retroriflettente ed il disegno a punta di freccia deve essere realizzato con pellicola bianca retroriflettente di classe 2.
I pannelli devono essere distanziati di circa 15 m ed essere installati nello spartitraffico, o sul bordo laterale della strada, lungo tutto lo sviluppo della curva tra i due punti di tangenza con i rettifili collegati dalla curva stessa. Il punto d'inizio e quello di fine dei pannelli potrà essere anticipato e prolungato qualora risultino i punti di tangenza sunnominati poco percepibili a distanza.
Infine, nelle autostrade con tracciato per clotoide e curve circolari, il punto d'inizio e fine deve corrispondere con l'inizio e la fine delle clotoidi.

34.2.3 - Penali

La Direzione Lavori ha la facoltà di prelevare, in qualunque momento, dei campioni per sottoporli alle prove previste dalle Norme Tecniche.

I delineatori dovranno essere tutti sostituiti, a cura e spese dell'Impresa, qualora i catadiottri non dovessero rispondere alle prescrizioni delle caratteristiche richieste al punto 1 e 2 dell'articolo 34.2.1d, riguardo ai delineatori normali di margine ed a quanto altro indicato per i delineatori speciali e su manufatti diversi.

Dovrà invece essere applicata una penale pari del 5% dell'importo totale relativo alla fornitura se i catadiottri dovessero presentare alterazioni dopo la prova indicata al punto 3 del suddetto articolo mentre, dovranno essere sostituiti tutti quei catadiottri che dovessero presentare opacità per effetto della scarsa tenuta stagna.

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Impresa tutti i paletti che non dovessero rispondere alle caratteristiche indicate dall'art. 34.2.1b delle presenti Norme.

Riguardo ai supporti dei delineatori realizzati in acciaio zincato, dovranno essere applicate le penali indicate nell'articolo 34.1.6.5.

34.3 - Segnaletica orizzontale

34.3.0 - Premessa

La segnaletica orizzontale da utilizzare come guida ottica presente sul tracciato autostradale ed impiegante materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse, deve soddisfare a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento.

Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal Nuovo Codice della Strada D.L. n. 285 del 30/04/1992, dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada D.P.R. n. 495 del 16/12/92, dal D.P.R. 16 Settembre 1996 n. 610 e dai disegni esecutivi di progetto.

34.3.1 - Classificazione dei materiali per segnaletica orizzontale

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati nel seguente modo:

a) Pitture:

Possono essere di due tipi:

1 - idropitture con microsfere di vetro post-spruzzate;

la pittura deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi, il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

Il residuo volatile è considerato pari al 25%.

2 - pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate;

la pittura deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi, da microsfere di vetro; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei.

Il residuo volatile è considerato pari al 25%.

b) Termoplastico:

il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro, premiscelate e post-spruzzate, da applicare a spruzzo e/o per estrusione a caldo.

c) Laminati elastoplastici:

i laminati autoadesivi prefabbricati, retroriflettenti con preinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione possono essere di tre tipi:

1 - per applicazioni provvisorie;

2 - per applicazioni poco sollecitate;

3 - per applicazioni altamente sollecitate.

I prodotti vernicianti sono distinti in tre livelli di applicazione le cui proprietà rispondono a differenti standard qualitativi:

1° LIVELLO: APPLICAZIONI PROVVISORIE O PER ZONE POCO SOLLECITATE (PROVVISORIO, EMERGENZA, FUORI STAGIONE, CONDIZIONI ATMOSFERICHE PARTICOLARI).

2° LIVELLO: APPLICAZIONI DI ROUTINE.

3° LIVELLO: APPLICAZIONI PARTICOLARI

34.3.1.1 - 1° LIVELLO prodotti di tipo "a" (pitture-idropitture)

Con questi prodotti possono essere realizzati i seguenti lavori:

- segnaletica per piccoli tratti (rappezzi);
- segnaletica su pavimentazioni da ricoprire (strato di binder);
- segnaletica interna agli svincoli;
- segnaletica inerente le intersezioni esterne;
- segnaletica interna alle aree di servizio;
- segnaletica interna alle aree di parcheggio;
- zebrature;
- fascioni di arresto;
- scritte, frecce e simboli;
- piste di accelerazione e di decelerazione;

- ripasso striscia margine sinistro;

- semiellissi in zone antinebbia.

Per le lavorazioni di primo livello devono essere impiegate le idropitture, le pitture a solvente, secondo le disposizioni progettuali.

Nel caso di condizioni atmosferiche non compatibile con l'applicazione delle idropitture, su indicazione della Direzione Lavori, devono essere impiegate le pitture a solvente.

34.3.1.2 - 2° LIVELLO prodotti di tipo "b" (termoplastico)

Con questi materiali possono essere realizzati i seguenti lavori:

- segnaletica per la delimitazione delle corsie autostradali in condizioni normali;

- doppia bianca svincoli;

- piste di accelerazione e di decelerazione.

34.3.1.3 - 3° LIVELLO prodotti di tipo "b"-"c" (termoplastico-antinebbia-elastoplastico)

Con questi materiali possono essere realizzati i seguenti lavori:

tipo b

- striscia margine destro con rilievi ottici-sonori in zone ad alta intensità nebbiosa.

tipo c 1

- segnaletica in entrata ed uscita cantieri di lunga durata.

tipo c 2

- margine sinistro della carreggiata;

- margine destro della carreggiata senza emergenza;

- zebrature.

tipo c 3

- strisce discontinue;

- margine destro con emergenza;

- scritte, frecce e simboli;

- fascioni di arresto;

- linea di arresto in presenza del segnale dare precedenza.

34.3.1.4 - Tratti antinebbia

I tratti autostradali individuati come "antinebbia" devono essere mantenuti costantemente efficienti.

Lo spessore della striscia con elementi a rilievo non deve essere maggiore di 6 mm, così come descritto all'Art. 141 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada (D.P.R. 16.12.1992 n. 495).

La forma, dimensioni e frequenza del rilievo deve essere come indicato nei disegni di progetto.

34.3.1.5 - Verniciature rifrangenti su archi di imbocco gallerie e isole spartitraffico

Gli archi di imbocco delle gallerie, i cordoli delimitanti le isole spartitraffico e tutte le superfici di quei manufatti che devono essere evidenziate, saranno verniciati con pitture rifrangenti previo la spazzolature ed eventuale ripresa dell'intonaco.

Relativamente agli imbocchi delle gallerie la larghezza della striscia deve essere di 30 cm per l'intero sviluppo del portale della galleria.

34.3.2 - Caratteristiche dei materiali

Vengono di seguito definiti i requisiti ai quali tutti i materiali impiegati nei lavori di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita utile.

Valori minori a quelli richiesti sono considerati insufficienti per il mantenimento degli standard di sicurezza previsti.

La segnaletica orizzontale deve essere efficiente fin dalla posa in opera e questa, in termini di visibilità notturna, antiscivolosità ecc. deve essere mantenuta per tutta la vita utile prevista.

Le caratteristiche prestazionali richieste sono:

- colore;
- visibilità notturna;
- abradibilità;
- tempo di essiccazione.

34.3.2.1 - Colore

Il colore della pittura è la sensazione cromatica percepita dall'osservatore; è definito mediante le coordinate tricromatiche riferite al diagramma colorimetrico standard C.I.E. 1931 (Commission International d'Eclairage).

I colori dei prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c devono rientrare, per tutta la loro vita utile, all'interno delle zone determinate dalle coordinate tricromatiche, rilevate secondo le metodologie di cui ai successivi articoli e riportate nella tabella seguente:

Colore	Coordinate tricromatiche				
Bianco	x	0,36	0,31	0,29	0,34
	y	0,36	0,31	0,33	0,38
Giallo	x	0,44	0,55	0,47	0,39
	y	0,40	0,46	0,54	0,43
Blu	x	0,08			0,14
	y	0,17			0,04
Giallo temporaneo	x	0,49	0,55	0,47	0,43
	y	0,43	0,46	0,54	0,48
Illuminante normalizzato D65, geometria 45/0					

34.3.2.2 - Visibilità notturna

La visibilità notturna della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore di retroriflessione.

Il valore di retroriflessione, rilevato secondo le metodologie di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c, per tutta la loro vita utile di:

150 $mcd.lux^{-1}m^{-2}$.

34.3.2.3 - Valore abradibilità SRT

La segnaletica orizzontale deve possedere nelle sue caratteristiche una resistenza allo slittamento dovuto al contatto tra il pneumatico ed il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli.

Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo **a**, **b** e **c** e per tutta la loro vita utile di:

50 SRT (british portable Skid Resistance Tester).

34.3.2.4 - Tempo di essiccazione

Il tempo di essiccazione rilevato secondo le metodologie di cui al successivo articolo, deve rientrare nei tempi di seguito indicati.

34.3.2.4.1 - Pitture

La pittura applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10 °C e +40 °C ed umidità relativa non superiore al 70% deve asciugarsi entro 15-20 min dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Le idropitture devono essere impiegate con una temperatura dell'aria superiore a 10 °C e con un umidità relativa inferiore a 80%.

34.3.2.4.2 - Termoplastico

La pittura applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10 °C e +40 °C ed umidità relativa non superiore al 70% deve solidificarsi entro 30-40 s per lo spruzzato ed entro 180-240 s per l'estruso, dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento viene controllato in laboratorio secondo la norma ASTM D 711-55.

In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, a discrezione della Direzione Lavori e/o per motivi di sicurezza del traffico, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase di asciugatura della pavimentazione (termoriscaldatura) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto.

34.3.2.4.3 - Laminati

La completa essiccazione del primer, al fine di facilitare l'adesione del prodotto alla pavimentazione, deve avvenire entro 15-20 min dall'applicazione.

Dopo la rullatura i laminati devono essere immediatamente trafficabili.

34.3.3 - Caratteristiche fisico chimiche di riferimento dei materiali per segnaletica orizzontale

Le caratteristiche fisico-chimiche dei materiali di segnaletica orizzontale, riportate di seguito, devono essere considerate come proprietà di riferimento per la realizzazione dei prodotti segnaletici.

34.3.3.1 - Idropitture post-spruzzate con microsfere di vetro

Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni):		
1-	Massa volumica (T=25 °C)	1,65 - 1,7 g/cm^3
2-	Residuo non volatile	80% in peso ± 5%
3-	Quantità pigmenti (*)	45% in peso ± 5%
4-	Quantità di TiO_2 (**)	25% in peso ± 5%
5-	Quantità microsfere post-spruzzate	300 g/m^2
6-	Ph	10 ± 0,5

Metodi per le prove: "2", "3", "4"

2-ASTM D-2832

3-F.T.M.S. 141a-4021

4-ASTM D-1394

(*) Riferito a 100 g di prodotto esente da microsfere

(**) Riferito alla quantità di pigmenti

34.3.3.2 - Pitture a freddo premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro

Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni):		
1-	Massa volumica (T=20 °C)	1,6 - 1,9 g/cm^3
2-	Residuo non volatile	75 - 85/100 g
3-	Quantità pigmenti (*)	35 g/100 g
4-	Quantità di TiO_2 (**)	30%
5-	Quantità microsfere premix	30%
6-	Quantità microsfere post-spruzzate	300 g/m^2

Metodi per le prove: "1", "2", "3", "4"

1-F.T.M.S. 141a-4184

2-ASTM D-2832

3-F.T.M.S. 141a-4021

4-ASTM D-1394

(*) Riferito a 100 g di prodotto esente da microsfere

(**) Riferito alla quantità di pigmenti

34.3.3.3 - Pitture termoplastiche da applicarsi a spruzzo e/o estrusione premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro

Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni):		
1-	Massa volumica (T=20 °C)	1,8 - 2,1 g/cm^3
2-	Quantità di pigmenti (*)	6% in peso
3-	Quantità pigmenti+oli	20% in peso
4-	Quantità di legante (resina+oli)	20% in peso
5-	Quantità microsfere premix	20% in peso
6-	Quantità microsfere post-spruzzate	300 g/m^2

Metodi per le prove: "1", "2", "4"

1-F.T.M.S. 141a-4184

2-ASTM D-1394

4-BS 3262: Part.1: 1987

(*) Riferito solo al biossido di titanio (TiO2)

Caratteristiche fisiche (per le tre pigmentazioni):		
1-	Punto di rammollimento	$\geq$ 80 °C
2-	Punto di infiammabilità	$\geq$ 230 °C
3-	Resistenza alle escursioni termiche	-25 °C +80 °C
4-	Grado di resistenza allo SKID TESTER	50 SRT

Metodi di prova per le prove "1", "4"

1-BS 4692

4-Road Research Note n. 27 (BS 3262:1976) append.G

34.3.3.4 - Granulometria delle microsfere

TAVOLA - GRANULOMETRIE MICROSFERE DI VETRO					
PREMISCELATURA				POSTSPRUZZATURA	
TERMOPLASTICO E TERMOCOLATO		PITTURE A SOLVENTE			
n. Setaccio (ISO 565) standard (mm)	Materiale % passante	n. Setaccio (ISO 565) standard (mm)	Materiale % passante	n. Setaccio (ISO 565) standard (mm)	Materiale % passante
1,00	100,00	250,00	100,00	850,00	100,00
0,85	75 - 100	212,00	95-100	590,00	80-95
0,60	10 - 35	180,00	85-100	300,00	25-70
0,43	0 - 10	106,00	15-55	180,00	0-15
0,36	0 - 5	63,00	0-10		
FUSO 1		FUSO 2		FUSO 3	

- indice di rifrazione: $\geq$ 1,52
- esigenze di Qualità (controllo visuale):

  minimo 85% di microsfere di vetro senza difetto (in numero)

  massimo 5% di graniglie di vetri (in numero);
- trattamento con silicone:

  senza;
- sfericità:

  minimo 80% per i trattenuti ai tre setacci più grandi

  minimo 75% per i trattenuti ai rimanenti setacci;
- trattamento microsfere post-spruzzate:

  le microsfere con cui si effettua la post-spruzzatura delle strisce, devono essere rivestiste con agenti di accoppiamento specifici per il tipo di legante presente nel prodotto verniciante, al fine di aumentare l'aderenza tra le stesse microsfere ed il prodotto applicato.

  Le granulometrie delle microsfere devono essere determinate secondo il metodo ASTM D-1214.

34.3.4 - Strisce laminate autoadesive prefabbricate, retroriflettenti con preinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione

La striscia laminata deve essere costituita da laminati elastoplastici, autoadesivi costituiti da polimeri di alta qualità, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucciolo, di pigmenti stabili nel tempo e con microsfere di vetro o di ceramica con ottime caratteristiche di rifrazione ed a elevata resistenza all'usura.

Devono essere inoltre impermeabili, idrorepellenti, antiderapanti, resistenti alle soluzioni saline, alle escursioni termiche, all'abrasione e non deve scolorire al sole.

La scelta del laminato, tipo c2 o c3, incassato su pavimentazione nuova o applicato su pavimentazioni esistenti, deve essere effettuata in base alla vita utile prevista del manto bituminoso.

34.3.4.1 - Posa in opera

I laminati devono essere facilmente applicabili su qualunque tipo di superficie: manto bituminoso drenante o no, manti in cemento.

Devono essere posti in opera mediante i procedimenti seguenti:

- incassandoli in pavimentazioni nuove a addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50 °C e i 70 °C;
- riscaldando la superficie di incasso di pavimentazioni esistenti, con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.

  (In entrambi i casi, l'incasso deve essere realizzato con l'impiego di un rullo costipatore a ruote metalliche, di adeguato peso e dimensioni, accettato dalla Direzione Lavori);
- utilizzando del primer su pavimentazioni esistenti, preventivamente pulite, per facilitarne l'adesione. prima di applicare il laminato, il primer deve essere completamente essiccato. Dopo l'applicazione deve essere pressato con l'impiego di un rullo costipatore a ruote metalliche di adeguato peso e dimensioni, accettato dalla Direzione Lavori.

L'applicazione dei laminati deve avvenire con l'impiego di idonea attrezzatura, approvata dalla Direzione Lavori, automatica e semovente, dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del laminato e lame da taglio comandate automaticamente.

Le frecce, le lettere e le zebrature saranno poste in opera manualmente e successivamente sottoposte a rullatura.

34.3.5 - Norme di accettazione

I materiali da impiegare nelle lavorazioni devono essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione, secondo quanto disposto dalla Circolare del Ministero LL.PP. n. 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta Ufficiale n. 125 del 30.05.1996) e successive modificazioni.

Qualsiasi prodotto per l'esecuzione della segnaletica orizzontale deve essere approvato dalla Direzione Lavori, sentito il parere del Centro Ricerche e Sviluppo per i Lavori Autostradali della Società.

Il materiale sarà accettato in relazione alla verifica di rispondenza, tra le caratteristiche richieste negli artt. 34.3.2 e 34.3.3 e i campioni presentati, nonché la verifica del rispetto delle norme antinquinamento vigenti.

I campioni di materiale da sottoporre alle prove di accettazione devono essere consegnati in confezioni metalliche da 1 kg (barattoli) sigillati con stagno e riportare su apposita fascetta o cartellino i seguenti dati:

- nome commerciale del prodotto.
- rapporto di diluizione (solo se previsto il diluente).
- caratteristiche delle microsfere di vetro (sia per le premiscelate che le post-spruzzate).
- data di produzione.

Le quantità delle singole campionature devono essere le seguenti:

- 4 kg di pittura (a - b) per ogni colore.
- 4 kg di diluente (se previsto).
- 2 kg di microsfere di vetro da premiscelare.
- 2 kg di microsfere di vetro da post-spruzzare.
- n. 3 lamierini di acciaio (dimensioni: 30x50 cm, spessore 0,5 mm) su cui devono essere stati applicati i prodotti.

34.3.6 - Prove sui materiali applicati

I controlli relativi alle caratteristiche prestazionali dei materiali, previsti dall'art. 34.3.2, devono essere effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti per tutta la vita utile. Tali verifiche dovranno essere effettuate tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

Il prelievo dei materiali per le prove, deve essere effettuato dal Centro Ricerche e Sviluppo per i Lavori Autostradali della Società, su richiesta e sotto il controllo della Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Impresa.

I materiali dovranno essere inviati al Laboratorio del Centro sopracitato il quale, eseguite le prove previste, invierà i risultati, nel più breve tempo possibile, alla Direzione Lavori.

Le prove a cui dovranno essere sottoposti i prodotti potranno essere eseguite in laboratorio o in cantiere con strumentazione portatile in sito e/o con macchine ad alto rendimento ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

34.3.6.1 - Controlli in laboratorio

34.3.6.1.1 - Corrispondenza tra prodotto accettato e prodotto impiegato

Il controllo della rispondenza tra prodotto accettato e quello impiegato deve essere effettuato prelevando una campionatura di minimo 4 kg dalle confezioni integre di pittura presenti sul cantiere o prelevando una pari campionatura dai serbatoi delle macchine operatrici e una quantità minima di 5 kg di perline.

Questo prodotto deve essere sottoposto alle seguenti verifiche:

- determinazione del colore (coordinate tricromatiche);
- determinazione delle caratteristiche chimico fisiche;
- tempo di essiccazione;
- verifica della granulometria;
- verifica dell'indice di rifrazione;
- verifica della qualità delle perline.

34.3.6.1.2 - Numero controlli

Tali prelievi devono essere effettuati per ogni tipo di materiale impiegato (pitture a freddo, termoplastico, ecc.) e per ogni partita pervenuta in cantiere.

34.3.6.2 - Controlli con strumentazione portatile in sito

34.3.6.2.1 - Colore

I controlli delle coordinate tricromatiche devono essere eseguiti con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526.

La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo di illuminazione di 45°±5° e un angolo di osservazione di 0°±10°.

Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica.

La superficie minima misurata deve essere di 5 cm^2.

Per superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm^2, ad esempio 25 cm^2.

Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

a) linee longitudinali

Deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportini giornalieri).

In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.

b) simboli

Per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, deve essere dato dalla media di cinque letture.

c) lettere

Per ogni lettera, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di tre letture.

d) linee trasversali

Per ogni striscia trasversale, il valore delle coordinate tricromatiche, deve essere dato dalla media di cinque letture.

34.3.6.2.2 - Visibilità notturna

I controlli dei valori di retroriflessione devono essere eseguiti con l'apparecchio "ECOLUX - L.C.P.C." con un angolo di incidenza di 86° 30' e l'angolo di divergenza di 1°.

Il valore di retroriflessione deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

a) linee longitudinali

Deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportini giornalieri).

In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo dieci letture dei valori di retroriflessione.

b) simboli

Per ogni simbolo, il valore di retroriflessione deve essere dato dalla media di dieci letture.

c) lettere

Per ogni lettera, il valore di retroriflessione deve essere dato dalla media di tre letture.

d) strisce trasversali

Per ogni striscia trasversale, il valore di retroriflessione deve essere dato dalla media di dieci letture.

34.3.6.2.3 - Abradibilità

I controlli dei valori di abradibilità devono essere eseguiti con l'apparecchio "Skid Tester Resistance", consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.

Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.

Il valore di abradibilità deve essere dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.

34.3.6.3 - Controlli con strumentazione ad alto rendimento

I controlli devono essere eseguiti dal Centro Ricerche e Sviluppo per i Lavori Autostradali di Fiano Romano che impiegherà attrezzature idonee a misurare le caratteristiche prestazionali dei materiali in continuo, automaticamente e ad una velocità sostenuta. Tali attrezzature devono impiegare l'apparecchiatura "Ecodyn" a geometria "ECOLUX - L.C.P.C." con un angolo di incidenza di 86° 30' e l'angolo di divergenza di 1°.

I valori della visibilità notturna devono essere rilevati in continuo con un intervallo di 40 cm, e devono essere restituiti con il loro valore medio per tratti omogenei di 100 m.

Tali rilievi devono essere effettuati sulle strisce longitudinali continue e discontinue.

Devono essere effettuati minimo due controlli, nel corso della vita utile stabilita dal contratto.

34.3.7 - Esecuzione dei lavori

Le superfici interessate dalla segnaletica orizzontale devono essere accuratamente pulite in modo da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati. È vietata l'eliminazione di tracce di olio o grasso a mezzo di solventi.

L'applicazione dei materiali deve avvenire su superfici asciutte e deve essere effettuata con mezzi meccanici idonei, cercando, inoltre, di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata.

La posa in opera dei materiali per segnaletica orizzontale deve essere eseguita secondo quando stabilito dagli elaborati progettuali.

L'eventuale rimozione della segnaletica orizzontale deve essere eseguita con sistemi che prevedono l'impiego di mezzi meccanici, che non modifichino la regolarità della pavimentazione creando solchi (tipo pallinatrice), esplicitamente approvati dalla Direzione Lavori.

34.3.8 - Penali

Qualora i risultati delle certificazioni relativi sia alla qualità che alla posa in opera dei materiali, ottenuti dalle prove predisposte dalla Direzione Lavori,

non fossero rispondenti a quanto prescritto dalle presenti Norme Tecniche, dovranno essere applicati i seguenti provvedimenti.

34.3.8.1 - Certificazione di qualità

I materiali forniti da Produttori che non sono in possesso dei requisiti previsti dalla Circolare del Ministero LL.PP. n. 2357 del 16.05.96 e quanto altro espresso nelle presenti Norme, non saranno accettati.

34.3.8.2 - Prodotti non approvati

L'uso di prodotti non approvati dalla Direzione Lavori comporterà il non pagamento dei lavori eseguiti.

34.3.8.3 - Vita utile della segnaletica orizzontale

Durante il periodo della vita utile della segnaletica orizzontale, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, a tutti i ripristini e rifacimenti che si dovessero rendere necessari (anche se non esplicitamente richiesto dalla Direzione Lavori) a causa della carenza, anche di una sola, delle caratteristiche prestazionali richieste, come indicato dalle presenti Norme.

Allegato n. 1

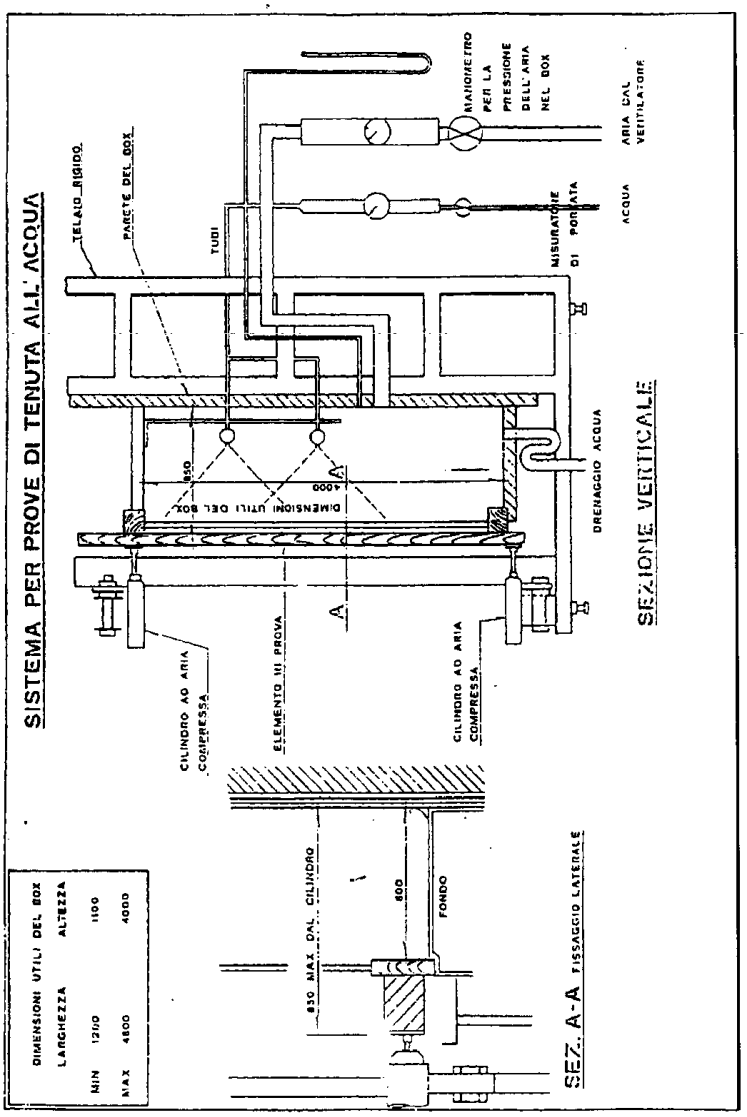

Fig. 1 - Sistema per prove di tenuta all' acqua

Allegato n. 2

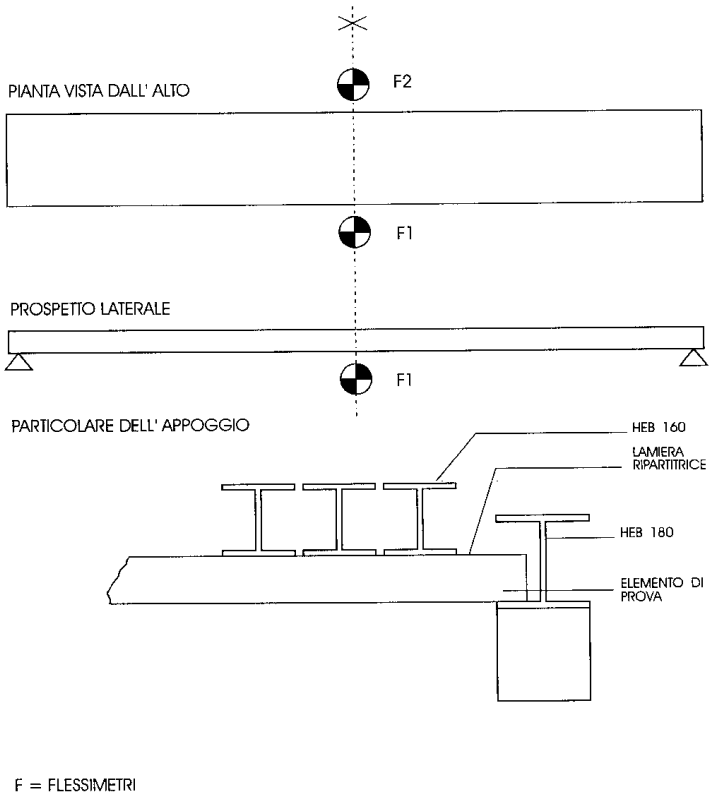

Fig. 1 - Schema di prova della stabilita' degli elementi delle pareti antirumore con carico dovuto al vento

Allegato n. 3

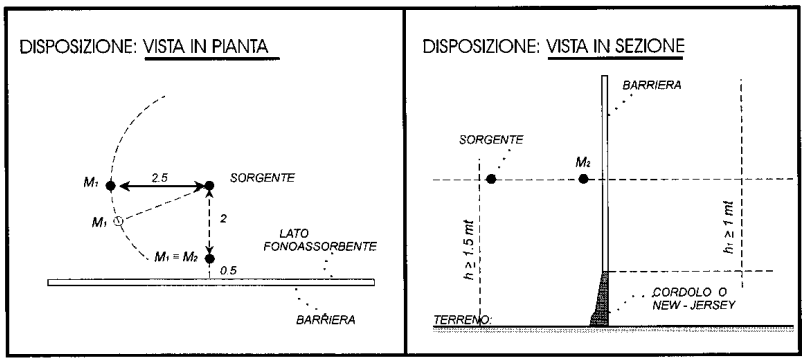

Fig. A - Fonoassorbimento in incidenza normale

Art. 35 - Norme generali

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, numerici o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

I lavori a misura saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se, dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati, dovessero risultare spessori, lunghezze, larghezze, superfici e cubature effettivamente superiori.

Soltanto nel caso in cui la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione.

Per la quota delle lavorazioni affidate a corpo, le corrispondenti misurazioni saranno utilizzate per verificare la rispondenza delle opere eseguite a quelle progettate e la loro liquidazione sarà effettuata a percentuale d'avanzamento d'opere compiute secondo lo schema prestabilito contrattualmente.

Nel caso, invece, che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori rispetto a quelle indicate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori, sarà in facoltà insindacabile della Direzione Lavori ordinare la demolizione delle opere e la loro ricostruzione a cura ed a spese dell'Impresa; soltanto se le minori dimensioni, sentito il Progettista, risultassero compatibili con la funzionalità e la stabilità delle opere, la Direzione Lavori potrà ammettere in contabilità le quantità effettivamente eseguite.

Le misure saranno prese in contraddittorio a mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Impresa.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Si precisa inoltre, per maggiore completezza e chiarimento, che tutte le prove di campionatura, di verifica delle caratteristiche meccaniche dei terreni, d'accettazione e qualificazione dei materiali, di controllo delle lavorazioni eseguite, i campi di prova con le relative verifiche, le prove di carico, l'assistenza ai collaudi e in genere qualsiasi verifica e prova atta a dimostrare la qualità della lavorazione, saranno svolte a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori; pertanto l'Impresa dovrà tenere conto nella sua offerta di tali oneri.

Art. 36 - Lavori in economia

Le prestazioni in economia dovranno essere assolutamente eccezionali e potranno adottarsi solo per lavori del tutto marginali.

In ogni caso saranno contabilizzate soltanto se riconosciute oggetto di un preventivo ordine ed autorizzazione scritti della Direzione Lavori.

Art. 37 - Scavi - demolizioni - rilevati

La misurazione degli scavi di sbancamento e dei rilevati sarà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate. All'atto della consegna dei lavori l'Impresa eseguirà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse di progetto.

In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti.

Resta inteso che, sia in trincea sia in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto sia della banchina di sosta che della carreggiata e del piazzale, come risulta dalla sezione tipo.

Con riferimento al trasporto dei materiali (a discarica o da cava), per «lotto» deve intendersi: il lotto autostradale, le singole strade di servizio, gli eventuali campi e cantieri; le quantità dei materiali movimentati faranno riferimento a tali tratte.

37.1 - Scavi

37.1.1 - Scavi in genere

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà della Società; l'Impresa potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che siano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, limitatamente ai quantitativi necessari all’esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro di cui è previsto l'impiego nel progetto. È fatta salva la facoltà riservata alla Direzione Lavori di cederli all'Impresa, addebbitandoglieli a norma del Capitolato Generale dello Stato approvato con D.P.R. 16.7.1962 n. 1063. Qualora però di detti materiali non esistesse la voce di reimpiego, questo potrà eventualmente essere desunto dai prezzi offerti dall'Impresa per le forniture di materiali a piè d'opera, diviso per il coefficiente 1,10.

Gli articoli dell'Elenco prezzi relativi agli scavi in genere comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed inoltre:

- la perfetta sagomatura dei fossi, la sistemazione di banchine e cassonetti anche in roccia, la configurazione delle scarpate e dei cigli;
- il rinterro intorno alle murature e sopra le condotte, le fognature e i drenaggi;

- gli esaurimenti d'acqua (che saranno contabilizzati solo per gli scavi di fondazione considerati subacquei) compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge;
- le prove in laboratorio ed in sito per la verifica dell'idoneità dei materiali da reimpiegare.

Negli scavi in terra è compreso il disfacimento d'eventuali drenaggi in pietrame o in misto granulare, rinvenuti durante i lavori.

Saranno contabilizzati a parte soltanto i trovanti rocciosi, se frantumati, o le fondazioni in muratura, aventi singolo volume superiore a 1,00 m^3, applicando a tali quantità gli articoli previsti dall'Elenco prezzi per gli scavi in roccia o per le demolizioni di murature, avendole detratte dagli scavi in terra.

37.1.2 - Scavi di sbancamento

Tali s'intendono quelli definiti dall'art. 4.1. Si precisa che nel caso degli scavi di sbancamento per impianto d'opere d'arte, non sarà computato il riempimento a ridosso della muratura, gli eventuali drenaggi a tergo della stessa, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese sino a raggiungere la quota del preesistente terreno naturale.

37.1.3 - Scavo di fondazione

Tali s'intendono quelli definiti dall'art. 4.2 o ad essi assimilabili.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento o del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non è effettuato.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata ma, in tal caso, non sarà computato il maggior volume, né degli scavi di fondazione né di quelli di sbancamento.

Solo nel caso che le pareti a scarpata siano ordinate dalla Direzione Lavori, saranno computati i maggiori volumi corrispondenti.

In ogni caso non sarà computato il riempimento a ridosso delle murature o degli eventuali drenaggi a tergo delle stesse, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese, sino a raggiungere la quota dei piani di sbancamento o del preesistente terreno naturale. Saranno individuati inoltre i volumi relativi alle classi di profondità indicate negli articoli d'Elenco prezzi ed a questi saranno applicate le maggiorazioni previste.

Gli scavi di fondazione saranno considerati subacquei, e come tali contabilizzati, solo se eseguiti a profondità maggiori di 20 cm dal livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Qualora la Direzione Lavori ritenesse opportuno provvedere direttamente all'esaurimento delle acque mediante opere di deviazione o pompaggio, lo scavo sarà contabilizzato com'eseguito all'asciutto.

Si ribadisce quanto stabilito all'art. 4 delle presenti Norme in ordine alle competenze degli oneri per l'espletamento delle pratiche d'autorizzazione allo scarico nonché per i provvedimenti necessari all'eventuale trattamento delle acque.

37.2 - Demolizioni

La demolizione di murature di qualsiasi genere e di strutture in conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, sarà computata a metro cubo del loro effettivo volume. La demolizione di gabbionate o di materassi in filo di ferro e pietrame sarà computata, sulla base degli effettivi volumi, utilizzando l'articolo d'Elenco prezzi relativo alla demolizione di murature di qualsiasi genere. Tali articoli, che comprendono il trasporto a rifiuto presso discariche idonee alla ricezione dei materiali, si applicano anche per la demolizione entro terra fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

La demolizione di fabbricati, di qualsiasi specie e genere, sarà invece computata a metro cubo vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna al livello della gronda del tetto; dovranno essere demoliti, oltre ai pavimenti del piano terreno, anche le fondazioni di qualsiasi tipo fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

La demolizione integrale d'impalcati d'opere d'arte in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso sarà computato a metro cubo del loro effettivo volume.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

La demolizione integrale d'impalcati di cavalcavia in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso, o a struttura mista in acciaio e conglomerato cementizio armato, su autostrada in esercizio, sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva, misurata in proiezione orizzontale.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

L'asportazione di strati di conglomerato cementizio ammalorato, sia mediante scalpellatura sia con l'impiego di macchine idrodemolitrici, sarà computato misurando lo spessore medio mediante rilievo su un reticolo di lato metri uno.

L'articolo dell'Elenco prezzi per le idrodemolizioni comprende anche gli oneri per l'approvvigionamento dell'acqua occorrente, per l'asportazione del materiale fresato e per la pulizia della superficie risultante.

La demolizione di fondazioni stradali e di pavimentazioni di conglomerato bituminoso sarà contabilizzata con i relativi articoli d'Elenco prezzi.

Nel caso di demolizione parziale di strati di conglomerato bituminoso con impiego di macchina scarificatrice, dovrà essere computata la superficie

effettiva per lo spessore medio ottenuto misurando la profondità di fresatura in corrispondenza dei bordi e del centro del cavo.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Le demolizioni di pavimentazioni, rivestimenti e tramezzi saranno computate a metro quadrato per la loro effettiva superficie.

Lo smontaggio di manti di copertura, compresa la rimozione dell'orditura portante, il trasporto a rifiuto del materiale non riutilizzabile e l'accatastamento di quello riutilizzabile nei depositi della Società, sarà computato a metro quadrato di proiezione orizzontale delle falde, qualunque sia la loro pendenza.

La rimozione di serramenti di porte e finestre sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva.

L'apertura di vani di porte sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva, misurata nella luce del vano ultimato.

La spicconatura d'intonaci sarà computata a metro quadrato di superficie misurato vuoto per pieno, salvo la detrazione dei vani di superficie superiore a 4,00 m².

37.3 - Preparazione del piano di posa

37.3.1 - Rilevati

Gli articoli dell'Elenco prezzi per la preparazione del piano di posa dei rilevati comprendono tutte le lavorazioni ivi previste ed inoltre tutti gli oneri per controlli e prove indicati nelle Norme Tecniche.

Nel caso d'eventuale bonifica del piano di posa, il maggiore scavo, oltre lo spessore di 20 cm, per la rimozione del terreno vegetale, sarà contabilizzato a parte con il relativo articolo d'Elenco prezzi. In questo caso il compattamento del fondo scavo di scotico sarà eseguito sul fondo dallo scavo di bonifica.

37.3.2 - Sovrastruttura stradale in trincea

Con l'articolo d'Elenco prezzi, relativo al compattamento del piano di posa della fondazione stradale nei tratti in trincea, applicato alla superficie del fondo di cassonetto, si intendono esauriti tutti gli oneri, le lavorazioni, i controlli e le prove delle presenti Norme Tecniche.

37.3.3 - Telo di tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene

Computato a metro quadrato senza tenere conto delle sovrapposizioni longitudinali e trasversali fra i teli; tra gli oneri del relativo articolo d'Elenco prezzi è compresa anche la graffatura.

37.4 - Formazione di rilevati, riempimenti di cavi e rilevati di precarico

La computazione del volume della fornitura dei materiali idonei per la formazione di rilevati, provenienti da cave di prestito, risulterà dalla differenza fra:

- il volume totale dei rilevati;
- la somma dei volumi degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei al reimpiego dalla Direzione Lavori e dei volumi di materiali di proprietà della Società prelevati da depositi e misurati in opera. Qualora il prelievo dei materiali di proprietà della Società avvenisse da parte dell'Impresa in ambito esterno ai confini di lotto, sarà riconosciuto alla stessa tramite l'applicazione del prezzo corrispondente, l'onere del carico, trasporto e scarico del materiale altrove prelevato. Detto materiale sarà computato dopo la messa in opera tra sezioni note.

Gli articoli, relativi alla formazione di rilevati, di riempimenti, di cavi e di rilevati di precarico comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed in particolare:

- prove e sondaggi in laboratorio ed in sito per l'accertamento della idoneità dei materiali;
- l'ottenimento dei benestare da parte degli Enti competenti per l'apertura e la coltivazione delle cave, relativamente alla normativa emanata dalle singole Regioni;
- le indennità e/o i canoni relativi al prelievo dei materiali da aree appartenenti a privati, Enti Pubblici, Demanio, ecc.;
- l'apertura di nuove cave e la loro coltivazione, compresa la sistemazione a cavatura ultimata, sulla base dei progetti che la Società e/o la stessa Impresa dovranno redigere, anche in relazione alla normativa emanata dalle singole Regioni.

Nel caso che il progetto debba essere redatto dall'Impresa, dovrà essere sottoposto anche al preventivo benestare della Direzione Lavori.

Nel volume degli scavi da considerarsi agli effetti del bilancio delle terre, dovranno essere tenuti in evidenza anche i materiali provenienti dallo scoticamento del piano di posa dei rilevati, in quanto ritenuti idonei dalla Direzione Lavori e utilizzati in tutto o in parte per la formazione della coltre vegetativa sulle scarpate.

I volumi relativi saranno determinati moltiplicando per 0,20 i metri quadrati contabilizzati con l'articolo relativo alla preparazione del piano di posa dei rilevati.

Nel caso si rendessero necessari volumi di terra vegetale per il rivestimento delle scarpate, eccedenti quelli provenienti dallo scotico del piano di posa dei rilevati, dagli scavi in genere e/o da depositi di materiali di proprietà della

Società, la fornitura sarà garantita tramite l'utilizzo di materiale idoneo proveniente da cave di prestito, che sarà contabilizzata con l'articolo d'Elenco prezzi relativo alla fornitura di materiali idonei per la formazione di rilevati.

La computazione per la sistemazione in rilevato di materiali provenienti da cave, da scavi o da depositi, avverrà misurando il totale volume dei rilevati eseguiti secondo le norme indicate nelle presenti Norme per la formazione della sede dell'autostrada e delle deviazioni di strade statali, provinciali e comunali, nonché degli altri eventuali rilevati per i quali fossero ordinate operazioni analoghe.

Gli articoli dell'Elenco prezzi relativi alle sistemazioni sopracitate prevedono le operazioni, i controlli e le prove tutte prescritte nelle presenti Norme Tecniche.

Si precisa inoltre che nel computo dei volumi dei movimenti di materie, eseguito con il metodo delle sezioni ragguagliate, la sagoma nera è quella del terreno naturale riscontrata all'atto del rilievo, ciò perché lo scavo dello scotico ed il ripristino del piano di campagna saranno contabilizzati con l'articolo per la preparazione del piano di posa dei rilevati.

Nel caso, invece, di scavo di scotico avente una profondità maggiore dei 20 cm previsti dal relativo articolo, le quantità eccedenti saranno contabilizzate con gli articoli per scavi di bonifica e per riempimento dei medesimi mediante i materiali opportuni.

Le gradonature, da eseguirsi al di sotto del piano di scotico per la preparazione del piano di posa dei rilevati, sui terreni con pendenza maggiore del 20% (come prescritto dalle presenti Norme), saranno contabilizzate con l'articolo d'Elenco prezzi relativo allo scavo di sbancamento per gli scavi necessari alla realizzazione dei gradoni e con gli articoli relativi alla fornitura e sistemazione in rilevato per il riempimento dei medesimi.

Nel caso di rilevati misti, a ciascun strato si applicheranno i relativi articoli d'Elenco prezzi, sia per la fornitura sia per la sistemazione in rilevato, secondo il gruppo d'appartenenza delle terre.

La sistemazione in rilevato delle terre costituenti la coltre vegetale di rivestimento delle scarpate sarà contabilizzata con lo stesso articolo dell'Elenco prezzi applicato per il nucleo del rilevato.

L'articolo dell'Elenco prezzi per la sistemazione in rilevato si applicherà anche agli strati di sottofondazione posti in trincea; la preparazione del loro piano di posa, qualora ordinata, sarà contabilizzata con il relativo articolo di Elenco prezzi.

Dal computo dei volumi dei rilevati si detrarranno i volumi delle opere d'arte e dei materiali altrimenti contabilizzati.

Non saranno considerati i cedimenti del piano di posa dei rilevati inferiori a 15 cm, essendosi valutati i corrispondenti oneri nel formulare il relativo articolo.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Impresa sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestimetriche.

La posa in opera delle piastre e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno fatte a cura e spese dell'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori.

Saranno computati gli eventuali maggiori volumi di rilevato, fatta eccezione per quelli derivanti dai primi 15 cm di cedimento.

La sistemazione a riempimento di cavi e la formazione di rilevati di precarico saranno misurati in opera e contabilizzati con i relativi articoli di Elenco prezzi; analogamente la eventuale fornitura di materiali idonei provenienti da cave di prestito per il riempimento di cavi e per i rilevati di precarico, sarà misurata in opera dopo l'addensamento.

Il volume dei materiali, di proprietà della Società, prelevati da depositi, caricati, trasportati e scaricati a rilevato, sarà computato sul materiale misurato in opera dopo la compattazione.

Gli oneri per l'esecuzione dei rilevati di prova, eventualmente richiesti dalla Direzione Lavori, sono a carico dell'Impresa.

L'onere per la stabilizzazione a cemento del rilevato a tergo delle murature e la relativa fornitura del cemento troveranno applicazione nei relativi articoli di Elenco prezzi.

Art. 38 - Pali di fondazione

Le caratteristiche strutturali e geometriche dei pali e dei singoli componenti dovranno essere conformi alle caratteristiche progettuali entro le tolleranze previste dalle presenti Norme.

Maggiorazioni volumetriche o migliori caratteristiche meccaniche dei materiali, non richieste dalla Direzione Lavori, saranno computate e contabilizzate per le caratteristiche previste in progetto. L'esecuzione di pali inclinati sino a 15° rispetto alla verticale non darà luogo a maggiorazione alcuna.

La lunghezza dei pali prefabbricati, ai fini della computazione, comprende anche la parte appuntita. Quando il palo abbia raggiunto la capacità portante prima che la punta sia stata infissa fino alla profondità prevista dal progetto, il palo sarà reciso a cura e spese dell'Impresa, ma nel computo sarà tenuto conto della lunghezza di progetto.

La lunghezza per tutti i pali costruiti in opera (pali battuti, micropali e pali trivellati a medio e a grande diametro) sarà quella accertata mediante

misurazione dalla quota di sottoplinto fino alla massima profondità misurata, in contraddittorio tra Direzione Lavori e Impresa e con stesura di un verbale di misurazione immediatamente prima del getto; tale lunghezza dovrà risultare conforme al progetto con tolleranza di ± 20 cm.

Nei relativi articoli di Elenco prezzi si intendono comprese tutte le prestazioni, forniture ed oneri per dare i pali completi in opera secondo le previsioni di progetto e le prescrizioni delle presenti Norme.

Sono compresi tra gli altri:

- la preparazione del piano di lavoro ed i tracciamenti;
- l'eventuale scavo a vuoto;
- il carico e trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, compreso il trattamento dei fanghi secondo le leggi vigenti;
- tutte le prove (di carico, vibrazionali, geofisiche, sulle caratteristiche dei fanghi bentonitici, sui pali prova, di carico sul palo, a rottura sui cubetti di conglomerato cementizio, carotaggi, ultrasuoni, scavi attorno al fusto del palo, ecc.), i controlli e la documentazione dei lavori, secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche.

Sono esclusi:

- ad eccezione dei micropali per i quali l'onere della perforazione è compensata direttamente nel relativo prezzo e dei pali battuti, l'eventuale impiego di speciali attrezzature, anche fresanti, per l'attraversamento di trovanti in roccia dura non estraibili con i normali metodi di scavo e per l'immorsatura del palo nel substrato di base in roccia dura, oltre la profondità eccedente il diametro del palo stesso;
- l'eventuale fornitura della controcamicia in lamierino per i pali a grande diametro;
- la fornitura e posa in opera dell'armatura metallica;
- la preparazione per il piano di lavoro in alveo;

che saranno contabilizzati con i relativi articoli dell'Elenco prezzi.

Qualora dovesse sorgere la necessità di sostituire un palo per ovviare ad inconvenienti o ad errori, non sarà corrisposto all'Impresa alcun compenso per il palo abbandonato, mentre dei pali che lo sostituiscono ne sarà computato uno soltanto.

Art. 39 - Murature in genere e conglomerati cementizi

39.1 - Murature

Tutte le murature in genere saranno computate geometricamente, a volume od a superficie, secondo le indicazioni contenute negli articoli di Elenco Prezzi, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci.

Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m² e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m². Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc. in calcestruzzo anche armato, nonché di pietre naturali od artificiali, da contabilizzare con i relativi articoli di Elenco prezzi.

Altresì la muratura con lavorazione a «faccia vista», compresa la stuccatura e stilatura dei giunti con malta cementizia, sarà computata, a superficie effettiva di parete, con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

Gli articoli di Elenco per le murature comprendono anche gli oneri sottoelencati:

- formazione di piattabande in muratura, spalle, pilastrini, mazzette, sguinci, strombature, incassature, ammorsature, canne, ecc.;
- esecuzione di murature a pianta curva, di volte, archi ecc.;
- fornitura e posa in opera di controtelai in legno abete nei vani di porte interne.

39.2 - Conglomerati cementizi

I conglomerati cementizi, siano essi di fondazione od in elevazione, semplici od armati, normali o precompressi, saranno computati a volume con metodi geometrici, secondo i corrispondenti tipi e classi, in base alle prescrizioni di cui alle precedenti Norme Tecniche, effettuando le misurazioni di controllo sul vivo, esclusi gli intonaci ove prescritti e dedotti i vani od i materiali di differente natura in essi compenetrati che dovranno essere contabilizzati con i relativi articoli previsti dall'Elenco prezzi. In ogni caso non si dedurranno i volumi del ferro d'armatura, dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore od uguale a 0,20 m³ ciascuno, intendendosi con ciò compreso l'eventuale maggiore magistero richiesto, anche per la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte.

Le strutture d'impalcato alleggerite con vuoti saranno computate per il volume effettivo di calcestruzzo con la deduzione dei vuoti e le casseforme, in qualsiasi modo realizzate, saranno contabilizzate con i relativi articoli d'Elenco prezzi applicati all'intera superficie bagnata.

Gli articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri descritti nelle presenti Norme Tecniche ed in particolare:

- la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti (aggregati, leganti, acqua, aggiunte minerali, additivi aeranti, fluidificanti, superfluidificanti, iperfluidificanti, acceleranti, ritardanti, ecc.); la mano d'opera, i ponteggi e le impalcature, le attrezzature e macchinari per la confezione, l'eventuale esaurimento dell'acqua nei casseri, la sistemazione della carpenteria e delle armature metalliche, l'esecuzione dei getti da effettuare senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa impiegando anche manodopera su più turni ed in giornate festive; la

vibrazione, la predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature ecc.; la necessità di coordinare le attività qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate; il taglio di filo, chiodi, reggette con funzione di legatura di collegamento casseri con la sigillatura degli incavi e la regolarizzazione delle superfici di getto; le prove e i controlli, con la frequenza indicata nelle presenti Norme o prescritta dalla Direzione Lavori e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Non sono compresi negli articoli di cui sopra gli oneri per:

- le casseforme, salvo quelle occorrenti per murature in conglomerato cementizio con paramento in pietrame, magrone, conglomerato cementizio per opere di fondazione;
- le centinature ed armature di sostegno delle casseforme, salvo quelle per getti di luce retta inferiore a quanto indicato nei relativi articoli di Elenco Prezzi;
- gli acciai di armatura;

che verranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

È previsto inoltre che nel caso di sospensione dei getti per effetto di un abbassamento della temperatura atmosferica al di sotto dei 273 K, l'Impresa non abbia diritto a nessun risarcimento, come pure non possa richiedere alcun compenso per particolari accorgimenti da adottarsi nel caso di esecuzione di getti a basse temperature.

In merito alla valutazione della penale prevista, nel caso che la resistenza caratteristica riscontrata risultasse minore di non più del 10% rispetto a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, 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 il lotto non soddisfacente i requisiti, verrà decurtato del 15% del suo valore.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti 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 dalla Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista.

Nessun indennizzo sarà dovuto all'Impresa se la classe di resistenza risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Le stesse modalità verranno applicate ai manufatti prefabbricati.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione o giunti speciali aperti a cuneo, secondo i tipi approvati dalla Direzione Lavori,

l'onere relativo all'esecuzione della sede del giunto compreso quello di eventuali casseforme, s'intende compreso negli articoli di Elenco per le murature in genere ed i conglomerati cementizi.

Quando sia prevista in progetto o venga prescritta dalla Direzione Lavori la solidarizzazione in opera di travi prefabbricate di ponti e viadotti per la costituzione di impalcati continui, il relativo onere deve intendersi compreso nei prezzi di elenco delle singole lavorazioni relative alla costruzione degli impalcati stessi.

Nel caso di ripristino di elementi strutturali, la Direzione Lavori eseguirà in corso d'opera con la frequenza che riterrà opportuna le prove di controllo dei requisiti.

Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli indicati nelle presenti Norme Tecniche o previsti in progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale soggetto a ripristino/adeguamento.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo il materiale verrà accettato ma il valore della lavorazione verrà decurtata del 25% per tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato e per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stata compensata.

Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti e nel caso in cui sussistano contemporaneamente più difetti, qualunque siano i valori di scostamento riscontrati rispetto alle previsioni progettuali, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera ed al loro ripristino.

In caso si evidenziassero microfessure, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà inferiore al 20% dell'area totale di intervento, verrà applicata su tali superfici o volumi, la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato il lavoro risultato non idoneo. Se l'incidenza dell'area fessurata sarà superiore al suddetto 20%, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura e alla protezione della superficie con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.

Le superfici risonanti a vuoto con il controllo al martello verranno verificate in contraddittorio e su di esse verrà applicata la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui é stato compensato il lavoro risultato non idoneo, salvo richiesta della Direzione Lavori di far effettuare, a cura e spese dell'Impresa, le asportazioni ed il rifacimento del ripristino delle superfici risonanti.

Nel caso di sistemi protettivi filmogeni, qualora dalle prove eseguite, risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla sostituzione dei materiali già posti in opera.

In corso d'opera la Direzione Lavori effettuerà controlli dello spessore sul film umido[1] della singola mano applicata con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante "pettine" d'idonea graduazione secondo le specifiche dell'ASTM D 4414 (o D 1212);
- per superfici globali da proteggere inferiori a 2000 m^2 almeno una serie di 20 misure;
- per superfici globali da proteggere superiori a 2000 m^2 almeno una serie di 40 misure;
- la serie di misure sarà, se possibile, omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di progetto. Nel caso risulti un valore medio inferiore allo spessore di progetto, l'Impresa, a sua cura e spese, provvederà ad integrare lo spessore mancante mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione.

Art. 40 - Casseforme - Armature - Centinature - Varo travi prefabbricate

Casseforme, armature di sostegno, centinature e varo di travi prefabbricate saranno contabilizzate a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli d'Elenco prezzi. Tali articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, disarmanti ecc..

40.1 - Casseforme

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

40.2 - Armature

Gli oneri per le armature di sostegno delle casseforme per getti in opera di conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, per impalcati, piattabande e travate e quelle di sostegno delle centine per archi o volte, di luce retta fino a 2,00 m, misurata al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, sono compresi negli articoli dell'Elenco Prezzi relativi ai conglomerati cementizi.

Le armature di luce retta superiore a 2,00 m saranno computate per classi di luci, secondo le indicazioni contenute nei relativi articoli dell'Elenco prezzi.

La superficie dell'armatura di ciascuna luce sarà determinata in proiezione orizzontale misurandola in lunghezza, al piano d'imposta lungo l'asse mediano

[1] Lo spessore di film umido, corrispondente allo spessore di film secco previsto in progetto, si ottiene moltiplicando lo spessore di film secco per 100 e dividendo per il valore dei solidi in volume del prodotto da applicare (derivato dalla scheda tecnica del prodotto), il valore ottenuto verrà arrotondato alla decina.

dell'opera, fra i fili interni dei sostegni ed in larghezza, normalmente all'asse mediano dell'opera, fra i fili esterni dell'impalcato.

Quando l'altezza media di ciascuna luce, misurata fra l'intradosso dell'opera (impalcato, piattabanda, travata, sostegno di centine d'archi o volte) ed il piano di campagna in corrispondenza dell'asse mediano dell'opera stessa superi l'altezza di 10 m, si determinerà l'incremento, previsto dagli articoli d'Elenco prezzi per le armature, applicando la maggiorazione in percentuale, per altezze medie delle armature superiori ai 10 m, tante volte quante sono le zone di 5 m eccedenti i primi 10 metri.

Saranno computate anche le armature di sostegno delle casseforme per il getto in opera di conglomerato cementizio di parti aggettanti dalle strutture in elevazione, quali ad esempio le orecchie delle spalle d'opere d'arte e gli sbalzi laterali delle pile.

In questi casi gli articoli saranno contabilizzati applicando quelli corrispondenti a luci convenzionali, uguali a due volte la lunghezza dello sbalzo (misurata lungo il suo asse mediano tra il filo d'incastro ed il filo esterno dello sbalzo stesso) e la superficie alla quale detto articolo dovrà essere applicato sarà quella determinata, in proiezione orizzontale, dalla lunghezza dello sbalzo, misurata come sopra e dalla larghezza misurata normalmente all'asse mediano dello sbalzo.

40.3 - Attrezzature speciali autovaranti e autoportanti per l'esecuzione in opera d'impalcati di ponti e viadotti

Le attrezzature speciali autovaranti, per l'esecuzione in opera a qualsiasi altezza d'impalcati di ponti e viadotti, a cassone o a piastra, in c.a. o in c.a.p., anche a sezione variabile, saranno computate a metro quadrato di proiezione dell'impalcato stesso, misurando la luce fra gli assi degli appoggi.

Le attrezzature speciali autoportanti, per l'esecuzione d'impalcati a cassone di ponti e viadotti in c.a.p. gettati in opera a sbalzo per conci successivi a sezione variabile, saranno computate a metro quadrato di proiezione dell'impalcato stesso, misurando la lunghezza degli sbalzi dal filo esterno della struttura di pila fino all'estremità libera o fino all'attacco con gli sbalzi adiacenti.

Nei relativi articoli dell'Elenco prezzi sono compresi tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni occorrenti; tra gli altri in particolare:

- eventuali diritti di brevetto;
- trasporto, montaggio in opera, smontaggio e ripresa delle attrezzature;
- il nolo d'attrezzature complementari (carri portaferro, carrelli autovaranti, centraline idrauliche, motorizzazioni, ponteggi ecc.);
- eventuali fermi conseguenti a specifiche modalità d'impiego.

L'applicazione degli articoli dell'Elenco prezzi per l'impiego delle attrezzature speciali autovaranti e autoportanti naturalmente esclude l'utilizzo

degli articoli per gli altri tipi d'armature di sostegno e loro maggiorazioni, compresi quelli per eventuali armature di sostegno di casseforme all'interno dei cassoni stessi.

Sono escluse soltanto le casseforme da contabilizzare a parte con i relativi articoli.

40.4 - Varo di travi prefabbricate in c.a. o c.a.p. - Armatura di sostegno per getto di solette e traversi su travi varate

Quando nell'esecuzione d'impalcati sono impiegate travi costruite fuori opera in c.a. o in c.a.p., di luce superiore a 2,0 m, il loro sollevamento, trasporto e collegamento in opera a qualsiasi altezza, sarà contabilizzato con i relativi articoli dell'Elenco prezzi.

Se in una stessa opera d'arte sono impiegate travi di luci diverse, gli aumenti o le detrazioni per variazioni del numero delle travi, saranno applicate separatamente per gruppi di travi rientranti nella stessa classe di luci.

Per luci inferiori a 2,0 m, l'onere di sollevamento, trasporto e collocamento in opera è compreso negli articoli dell'Elenco prezzi relativi ai conglomerati cementizi.

L'armatura di sostegno di casseforme per getti in opera, a qualsiasi altezza, di solette su travi varate in c.a., c.a.p. o acciaio, anche per le parti a sbalzo, sarà computata in base alla superficie determinata misurando in larghezza, normalmente all'asse delle travi, la distanza tra i bordi delle travi o tra il bordo della trave ed il filo esterno dello sbalzo ed in lunghezza la distanza fra le testate della soletta misurata parallelamente all'asse delle travi; l'articolo di cui sopra comprende anche l'onere per la fornitura e messa in opera dell'armatura di sostegno delle casseforme per il getto dei traversi.

L'armatura di sostegno per le dalle impiegate come casseforme a perdere sarà contabilizzata con l'articolo dell'Elenco prezzi relativo alle armature di sostegno di casseforme per getto in opera di solette e traversi su travi varate.

40.5 - Centinature

Gli oneri per centinature per archi o volte, complete delle eventuali armature di sostegno delle casseforme per qualsiasi struttura da costruirsi superiormente all'estradosso delle centine, fino a 2,00 m di luce retta, sono comprese negli articoli dell'Elenco prezzi dei conglomerati cementizi.

Le centinature per luci rette superiori a 2,00 m, misurate in proiezione orizzontale fra i vivi di pile o spalle, per l'effettiva larghezza degli archi o volti, saranno contabilizzate per classi di luci, secondo le indicazioni dei relativi articoli dell'Elenco prezzi.

Le centinature, costruite anche a sbalzo, per il sostegno di casseforme per volte di gallerie artificiali in conglomerato cementizio semplice od armato, saranno misurate in proiezione orizzontale, in larghezza fra i vivi dei piedritti all'imposta dell'arco ed in lunghezza secondo l'effettiva lunghezza dell'arco e saranno contabilizzate per classi di luci secondo le indicazioni dei relativi articoli dell'Elenco prezzi.

Art. 41 - Acciaio per c.a. e c.a.p.

L'acciaio in barre per armatura di conglomerati cementizi sarà computato in base al peso teorico dei vari diametri nominali indicati nei progetti esecutivi, trascurando le quantità superiori alle indicazioni di progetto, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso degli acciai sarà determinato con metodo analitico misurando lo sviluppo teorico di progetto d'ogni barra e moltiplicandolo per la corrispondente massa lineica nominale indicata nel prospetto IV della Norma UNI 6407/88.

Essendo equivalenti i diametri e le aree delle sezioni nominali delle barre nervate a quelli delle barre lisce, per la computazione sarà adottata per entrambi la medesima massa lineica nominale.

Per le barre d'acciaio zincato che non soddisfano i requisiti relativi alla prova di Preece per la determinazione dell'uniformità dello spessore dello zinco, sarà applicata una penale di 55 L/Kg (lire cinquantacinque a chilogrammo).

Nel caso che il materiale non risulti idoneo, sarà allontanato dal cantiere, a cura e spese dell'Impresa.

Il peso dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con il sistema a cavi scorrevoli sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei cavi, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il numero dei fili componenti il cavo e per il peso unitario dei fili stessi, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm^3.

Il peso dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con il sistema a fili aderenti sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei fili, compreso tra le facce esterne delle testate della struttura, per il peso unitario dei fili, calcolato in funzione del loro diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm^3.

Il peso di trefoli o trecce di acciaio per strutture in c.a.p. sarà determinato moltiplicando il loro sviluppo teorico, compreso tra le facce esterne degli

apparecchi di bloccaggio, per il peso dell'unità di misura determinato mediante pesatura.

Il peso dell'acciaio in barre per calcestruzzi precompressi sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto delle barre, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di ancoraggio, per il peso unitario della barra, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm³.

L'articolo di Elenco prezzi dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso comprende la fornitura dell'acciaio, tutti gli oneri necessari per dare l'acciaio in opera a perfetta regola d'arte ed inoltre:

a) per il sistema a cavi scorrevoli:

   la fornitura e posa in opera delle guaine, comprese le relative giunzioni con legature per mezzo di nastro adesivo; la fornitura e posa in opera dei ferri distanziatori dei cavi e di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80÷100 cm; le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo con nastro adesivo ad intervalli di 70 cm; le iniezioni di boiacca di cemento a ritiro compensato nelle guaine dei cavi; le teste e le piastre di ancoraggio; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione di cavi e per il bloccaggio dei dispositivi;

b) per il sistema a fili aderenti:

   la fornitura e posa in opera dei dispositivi di posizionamento dei fili all'interno della struttura, degli annessi metallici ed accessori di ogni tipo; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali necessari per la messa in tensione dei fili, per il bloccaggio degli stessi e per il taglio a stagionatura avvenuta della struttura, delle estremità dei fili non annegate nel conglomerato cementizio; la perfetta sigillatura con malta dosata a 300 kg di cemento per metro cubo di sabbia, delle sbrecciature nell'intorno dei fili tagliati sulla superficie delle testate della struttura;

c) per il sistema a barre:

   eventuali diritti doganali e di brevetto; il trasporto; la fornitura e posa in opera di guaine, ancoraggi, manicotti ed accessori di ogni genere; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione delle barre nonché per il bloccaggio dei dispositivi; le iniezioni di boiacca di cemento a ritiro compensato nelle guaine; ecc..

Art. 42 - Muri in elementi prefabbricati - Strutture di sostegno - Pannelli di rivestimento prefabbricati

42.1 - Muri di sostegno e di controripa costituiti da pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato, anche precompresso

Misurazione dell'effettiva lunghezza del muro per ciascun'altezza.

L'altezza misurata sulla faccia in vista di ogni pannello, dall'estradosso della fondazione alla sommità del pannello stesso.

Pannelli con profilo superiore inclinato saranno misurati fino all'orizzontale passante per lo spigolo più alto. Pannelli di altezza intermedia fra quelle quotate in Elenco prezzi saranno contabilizzati interpolando linearmente la quotazione dei due articoli corrispondenti contigui.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, contengono anche quelli previsti nelle presenti Norme; solo esclusi: gli scavi per l'impianto del muro; le opere di fondazione; l'eventuale drenaggio a tergo del muro, l'eventuale coronamento in sommità; la formazione del rilevato a tergo del muro; che saranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco.

42.2 - Muro di sostegno in terra armata

Si considera la consistenza effettiva di ciascun componente, ed in particolare:

a) - **paramento in pannelli prefabbricati**: la superficie va determinata misurando l'effettiva lunghezza del muro e l'altezza dall'estradosso del cordolo di livellamento al filo superiore dell'ultimo ricorso di pannelli;

b) - **attacchi**: il numero effettivo degli attacchi, che comunque non potrà essere superiore a quello teorico di progetto;

c) - **armature lineari**: l'effettiva lunghezza, che comunque non potrà essere superiore a quella teorica di progetto;

d) - **pilastri d'angolo e lastre coprigiunto**: la lunghezza effettiva;

e) - **geotessile**: l'effettiva superficie, escluse le sovrapposizioni.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi, oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, prevedono anche quelli delle presenti Norme ed in particolare anche della maggiore frequenza delle prove di accettazione dei terreni costituenti il rilevato e del loro costipamento; solo esclusi: gli scavi occorrenti; il cordolo di livellamento; l'eventuale coronamento in sommità; la formazione del rilevato a tergo del muro; che saranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco.

42.3 - Struttura di contenimento e/o sostegno a scomparti cellulari in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio armato e vibrato

Misurazione del volume effettivo tra le facce esterne degli elementi longitudinali e trasversali, dal piano di appoggio all'estradosso dell'ultimo elemento longitudinale superiore.

Gli articoli dell'Elenco prezzi, oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, prevedono anche quelli delle presenti Norme ed in particolare: la fornitura e posa in opera degli elementi prefabbricati in c.a.v., del materiale di riempimento degli scomparti cellulari, del terreno agrario e delle essenze arbustive; solo escluso gli scavi per la formazione del piano di posa da contabilizzare con il relativo articolo.

Nel calcolo del rapporto volumetrico tra elementi in conglomerato cementizio e struttura complessiva si dovrà adottare per i primi il volume effettivo che comunque non dovrà essere superiore a quello teorico di progetto e per la seconda, il volume della stessa.

42.4 - Struttura di contenimento in elementi scatolari prefabbricati di conglomerato cementizio armato e vibrato

Misurazione in proiezione verticale della superficie in vista, sulla base della lunghezza effettiva della struttura e dell'altezza dall'intradosso dell'elemento inferiore all'estradosso di quello superiore, distintamente per strutture costituite da elementi tipo di uguali dimensioni.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi, oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, prevedono anche quelli delle presenti Norme ed in particolare: la fornitura e posa in opera di elementi prefabbricati in c.a.v. compresi i relativi elementi speciali; i materiale di riempimento; le essenze arbustive; la sistemazioni del terreno a monte del coronamento; solo escluso gli scavi e la fondazione in conglomerato cementizio armato da contabilizzare con i relativi articoli.

42.5 - Struttura di sostegno a paramento inclinato, costituita da strati di materiali idonei alternati con teli di armatura in geotessile

Misurazione in proiezione verticale della superficie in vista, in base allo sviluppo effettivo della struttura ed all'altezza dal piano d'imposta alla sommità. I relativi articoli di Elenco prezzi sono differenziati e si applicano per scaglioni di altezza totale della struttura. Strutture di altezza intermedia fra quelle quotate in elenco prezzi saranno contabilizzate interpolando linearmente le quotazioni dei due articoli corrispondenti contigui.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi, oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, prevedono anche quelli delle presenti Norme ed in particolare: la fornitura e posa in opera dei pannelli, compresi gli ancoraggi in geotessile ed i geodreni in corrispondenza dei giunti; i maggiori oneri di compattazione del rilevato a tergo del muro derivanti anche dalla presenza dei geotessili di ancoraggio; solo escluso gli scavi per l'imposta della struttura, le opere di

fondazione comunque eseguite, l'eventuale drenaggio a tergo del muro, l'eventuale coronamento in sommità del muro e la fornitura e posa in opera dei materiali per rilevato; che saranno contabilizzati con i relativi articoli.

42.6 - Pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato per rivestimenti di pareti

Misurazione della superficie effettiva in vista di ciascun pannello escluse eventuali sovrapposizioni o immaschiature. I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri in essi richiamati.

Art. 43 - Intonaco - Impermeabilizzazioni - Trattamento impregnante di superfici in conglomerato cementizio - Conglomerato cementizio spruzzato per rivestimento di pareti

Intonaci verticali, orizzontali, piani o curvi, saranno computati a metro quadrato di superficie effettiva, misurata al civile, detraendo soltanto i vani di superficie superiore a 1,00 m².

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche l'onere della esecuzione in più strati; della fornitura e posa in opera di paraspigoli; della chiusura e rifinitura di tracce; della ripresa in corrispondenza di pavimenti, zoccolature, rivestimenti, serramenti, ecc.; della eventuale esecuzione di gusci di raccordo tra pareti e soffitti, se richiesta; della eventuale fornitura di additivi.

L'intonaco ed il trattamento impregnante di superfici in conglomerato cementizio saranno computati per la loro superficie effettiva, piana o curva, senza effettuare detrazioni per vani di superficie inferiore a 1,00 m² e senza tenere conto di rientranze o sporgenze dal vivo inferiore a 10 cm.

Il conglomerato cementizio spruzzato per il rivestimento di pareti di pozzi di fondazione, di scavi in genere o di pendici, sarà computato per i volumi convenzionalmente risultanti dalle superfici effettivamente da rivestire per gli spessori teorici previsti.

La rilevazione per il controllo degli spessori medi dovrà essere fatta su un reticolo di un metro di lato.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri ivi richiamati ed inoltre quelli relativi agli eventuali ponteggi ed impalcature occorrenti.

Solo escluso eventuali armature metalliche da contabilizzare a parte con i relativi articoli di Elenco.

43.1 - Impermeabilizzazioni in cartonfeltro bitumato e in mastice d'asfalto sintetico e manti impermeabili costituiti da membrane a base bituminosa

Saranno computati in superficie effettiva, piana o curva, orizzontale, verticale o comunque inclinata, senza tenere conto delle sovrapposizioni e degli sfridi.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche tutte le forniture, prestazioni ed oneri, in essi compresi la preparazione dei piani di posa, la fornitura e stesa di primer, la formazione di risvolti e colli di raccordo.

43.2 - Manti impermeabili di copertura costituiti da fogli in PVC o in gomma sintetica

Saranno computati in proiezione orizzontale della superficie netta coperta.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche i risvolti perimetrali, il fissaggio alle strutture sottostanti con coprifilo in profilato estruso di alluminio, i pezzi speciali saldati al manto per il convogliamento dell'acqua ai pluviali, eventuali griglie parafoglie, i collari per il raccordo con le strutture emergenti, la prova di tenuta dei giunti, le sovrapposizioni e quant'altro occorrente per dare i manti finiti.

43.3 - Impermeabilizzazione di impalcati e gallerie artificiali

Le impermeabilizzazioni di impalcati e di gallerie artificiali saranno computate per la loro superficie effettiva, che dovrà essere conforme alle previsioni di progetto.

Art. 44 - Manufatti metallici

I manufatti d’acciaio, di qualsiasi genere e per ogni utilizzo, composti da lamiere, lamiere ondulate, profilati, tubi, barre, getti di fusione, ecc., saranno contabilizzati secondo i relativi articoli d’Elenco prezzi e computati in base al loro peso, che dovrà essere determinato prima della posa in opera mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa, con stesura d’apposito verbale controfirmato dalle parti.

Rispetto al peso teorico, determinato sulla base delle distinte dei materiali riportate nei disegni di progetto, è ammesso una tolleranza in più o in meno del 4% (quattro per cento); detta tolleranza non si applica nel caso d’appalti a corpo.

Se il peso effettivo sarà inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Se il peso effettivo sarà invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, sarà computato solo il peso teorico aumentato del valore di tolleranza.

Ogni operazione di pesatura dovrà riferirsi a parti di uno stesso manufatto.

È pertanto esclusa la pesatura cumulativa d’elementi appartenenti a manufatti diversi, anche quando si tratta di controventi, piastrame, bullonerie, rosette, ecc..

I relativi articoli d’Elenco prezzi comprendono: la fornitura di tutti i materiali; la lavorazione secondo i disegni costruttivi; la posa ed il fissaggio

in opera; la sabbiatura e la sua eventuale ripetizione in caso di formazione di ruggine; la verniciatura secondo i cicli previsti; ogni altra fornitura, prestazione ed onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.

Nel caso di manufatti di ponti e viadotti costituiti da acciai di tipo diverso, si determineranno preventivamente, sulla base delle distinte dei materiali sopracitate, le incidenze di ciascun tipo d'acciaio, da contabilizzare con i corrispondenti articoli d'Elenco.

Per i manufatti d'acciaio, sui materiali presenti in cantiere a piè d'opera, già verificati tecnologicamente, come dimensione e pesati a cura della Direzione Lavori, potrà essere corrisposto un acconto pari al 50% dell'importo determinato sulla base dei prezzi offerti dall'Impresa.

Le dimensioni e gli spessori dei manufatti da computare in metri quadrati di superficie effettiva dovranno essere corrispondenti ai disegni di progetto.

Se la superficie effettiva risulterà inferiore a quella teorica di progetto, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura; se invece la superficie effettiva risulterà superiore a quella teorica di progetto sarà computata solo quella teorica ferma restando la facoltà della Direzione Lavori di chiedere il rispetto dimensionale dei manufatti.

S'intendono comunque compresi nei relativi articoli d'Elenco prezzi gli oneri per: le lavorazioni quali, le forature, le saldature, le bullonerie, le piastre, i relativi sfridi, le opere murarie compresi i collegamenti strutturali e gli ancoraggi, anche con l'impiego di malta reoplastiche, le finiture con sabbiature di grado SA 2½ della SVENSK STANDARD SIS, la sgrassatura, la zincatura, la verniciatura secondo i cicli previsti.

Nel caso di manufatti di ferro per cancelli, cancellate e parapetti, sono compresi negli oneri le serrature e le ferramenta di manovra per i cancelli, i corrimano rivestiti di plastica per i parapetti.

Art. 45 - Fondazioni stradali

Le fondazioni stradali saranno computate a volume, in opera dopo il compattamento. Il calcolo del volume sarà fatto assumendo la larghezza teorica di progetto, senza tenere conto d'eventuali eccedenze, misurando la lunghezza sull'asse mediano di ciascuna carreggiata e determinando lo spessore medio sulla base di sondaggi eseguiti a cura ed a spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori escludendo le eccedenze rispetto allo spessore teorico di progetto.

Il materiale fresco d'apporto per l'esecuzione di fondazioni in misto granulometricamente stabilizzato con materiali provenienti dalla demolizione d'esistenti fondazioni stradali sarà computato a volume, misurato a piè d'opera prima del compattamento.

Art. 46 - Conglomerati bituminosi

I conglomerati bituminosi per gli strati di base, di collegamento (binder) e d'usura saranno computati sulla base delle quantità effettivamente eseguite, senza tenere conto d'eventuali eccedenze rispetto alle quantità teoriche di progetto, sia per quanto si riferisce a volumi e superfici che per gli spessori dei singoli strati.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri in essi richiamati e nelle presenti Norme.

Art. 47 - Drenaggi

I drenaggi a tergo delle murature saranno computati per il loro volume effettivo, senza tenere conto d'eventuali eccedenze rispetto alle dimensioni teoriche di progetto.

I drenaggi per bonifica saranno computati in base all'effettiva profondità di scavo e di riempimento, alla lunghezza misurata in asse al drenaggio ed alla larghezza effettiva, senza tenere conto d'eventuali eccedenze rispetto alla larghezza teorica di progetto.

I dreni a nastro saranno computati per l'effettiva lunghezza di nastro infisso nel terreno. L'articolo relativo al sovrapprezzo per la perforazione preliminare sarà computato misurando l'effettiva profondità di perforazione dal piano di lavoro dell'attrezzatura. Il materasso di sabbia sopra i dreni a nastro sarà computato per l'effettivo volume, dopo il compattamento, senza tenere conto di volumi eccedenti le quantità teoriche di progetto.

I pozzi drenanti costituenti gli schermi discontinui drenanti saranno computati per la profondità misurata dal piano di lavoro dell'attrezzatura di scavo al fondo del pozzo; tale profondità dovrà essere conforme alle previsioni di progetto, con tolleranze non superiori a 20 cm. I relativi articoli dell'Elenco prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri in essi richiamati oltre quelli delle presenti Norme.

Le colonne tubolari definitive all'interno dei pozzi drenanti, costituite da elementi imbullonati in lamiera ondulata d'acciaio zincato saranno computate in base al loro peso determinato mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa con stesura d'apposito verbale controfirmato dalle parti e secondo il disposto delle presenti Norme.

Dreni sub-orizzontali eseguiti dall'interno di pozzi drenanti saranno computati in base alla lunghezza del tubo filtrante misurata dalla bocca-foro in corrispondenza della colonna tubolare in lamiera ondulata d'acciaio zincato.

La trincea drenante sarà computata per l'effettiva superficie in proiezione verticale, misurata in altezza dal piano di lavoro dell'attrezzatura di scavo fino alla profondità raggiunta ed in lunghezza sull'effettivo sviluppo.

Art. 48 - Opere in verde

La sistemazione superficiale del terreno coltivo delle aiuole sarà computata in base alla sua superficie effettiva.

La fornitura d'idoneo terreno vegetale sarà computata in base all'effettivo volume, misurato dopo l'assestamento.

Semine, idrosemine e rivestimenti di scarpate saranno computate per le effettive superfici trattate; i relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri attinenti alla preparazione del terreno, alla fornitura di tutti i materiali occorrenti quali: seme, fertilizzanti, materiale per il fissaggio e la protezione del seme, acqua, ecc.; il nolo della speciale attrezzatura di proiezione ed ogni altra prestazione, fornitura ed onere necessario.

La fornitura e messa a dimora di piante prive di deformazioni, ferite, attacchi parassitari in corso o passati, con chioma ben ramificata, equilibrata e uniforme, devono avere le caratteristiche dettagliate nelle presenti Norme Tecniche; d'altezza, sviluppo e caratteristiche come specificate in progetto, compreso ogni onere, provvista e manutenzione.

Le forniture relative ai singoli taxon sono riferite, come specificato negli articoli d'Elenco prezzi, a piante arboree allevate e fornite in contenitore oppure fornite in zolla o a radice nuda.

Le dimensioni dei contenitori e/o delle zolle, nel caso in cui sia espressamente richiesta la fornitura in tale forma, dovranno essere proporzionate alle dimensioni delle singole piante.

Le zolle devono essere imballate, per non pregiudicarne la consistenza, con appositi involucri: juta, teli di plastica, ecc.; tali involucri di protezione dovranno essere imprescindibilmente rinforzati, qualora le singole piante superino altezze di 3,50 m, con rete metallica, con pellicola di plastica porosa o altro materiale equivalente.

Le piante fornite in contenitore devono avere l'apparato radicale completamente compenetrato in questo, tale cioè da non fuoriuscirne; l'apparato radicale deve in ogni modo presentarsi, sia in piante allevate in contenitore sia in zolla, ben accestito, ricco di ramificazioni, con capillizi freschi e sani ed esente da infestazioni patologiche in corso o passate.

Le piante arbustive di qualsiasi genere e di qualsiasi tipo di fornitura (radice nuda, zolla e contenitore) dovranno avere un minimo di 3 fusti al colletto.

La protezione di scarpate in trincea mediante stuoie o reti sarà computata in base all'effettiva superficie protetta, senza tenere conto delle sovrapposizioni dei teli.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi comprendono anche le forniture, prestazioni ed oneri elencati nelle presenti Norme.

Art. 49 - Segnaletica verticale ed orizzontale

Le quantità dei lavori saranno determinate con metodi geometrici in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate, anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessore, lunghezze e superfici effettivamente superiori; soltanto nel caso che la Direzione Lavori abbia ordinato in corso d'opera, per iscritto, tali maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle previste e l'Impresa sarà chiamata ad eseguirne il rifacimento a sua cura e spese.

Le misure saranno prese in contraddittorio, a mano a mano che si procederà all'esecuzione delle opere e riportate su apposito libretto che sarà firmato dagli incaricati della Direzione dei Lavori e dell'Impresa.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di liquidazione finale dei lavori.

Segnaletica verticale

a) L'area dei pannelli metallici di qualsiasi forma e consistenza deve essere misurata rilevando la superficie netta della faccia anteriore dei pannelli stessi, non tenendo conto dei risvolti costituenti l'eventuale scatolatura, ad esclusione dei dischi e triangoli, che saranno computati a numero;

b) qualora lo spessore della lamiera fosse inferiore a quello stabilito, la Direzione Lavori ordinerà la sua completa sostituzione con lamiere dello spessore richiesto; tale operazione sarà eseguita a cura e spese dell'Impresa. Resta inteso che l'accertamento dello spessore del pannello deve essere eseguito al netto di pellicole;

c) i metalli lavorati e sagomati per l'intelaiatura dei pannelli devono essere valutati a peso e dati in opera completi d’ogni onere per il fissaggio e l'irrigidimento;

d) i pali devono essere valutati a peso, dati a piè d'opera.

Segnaletica orizzontale

- l'area delle strisce continue od intermittenti, dei contorni d’isole e delle frecce direzionali sarà valutata in base all'effettiva superficie verniciata;
- l'area delle zebrature sarà valutata a vuoto per pieno qualora il rapporto vuoto/pieno dell'intera superficie zebrata sia inferiore o uguale a 2/1. Nel caso in cui detto rapporto sia maggiore di 2/1, sarà computata la sola superficie verniciata;
- l'area delle lettere sarà valutata misurando la superficie del parallelogramma ortogonale che circoscrive ogni singola lettera.

L'eventuale rimozione della segnaletica orizzontale sarà computata sempre per l’effettiva superficie rimossa, fatta eccezione per le scritte che saranno

valutate misurando la superficie del parallelogramma ortogonale che circoscrive ogni singola lettera.

Art. 50 - Controsoffitti

Saranno computati a metro quadrato di superficie netta misurata al vivo della struttura d'ambito. I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono anche tutte le forniture, l'orditura di sostegno, gli attacchi e sospensioni alle strutture portanti, coprifili, staffe, eventuali asolature per l'incasso d'apparecchi (plafoniere, bocchette aria, ecc.) e quant'altro necessario per dare i controsoffitti finiti in opera secondo quanto previsto nelle presenti Norme.

Art. 51 - Manti di copertura

Saranno computati a metro quadrato di superficie effettiva delle falde senza detrazioni delle superfici di comignoli, lucernari ed altre parti sporgenti dal tetto, purché non eccedenti ciascuna la superficie di 1,00 m².

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono anche la fornitura e posa in opera di pezzi speciali quali: colmi, converse, canali di gronda, griglie parafoglie, raccordi, scossaline; l'orditura di listelli di legno fissati alle strutture portanti; la bulloneria e gli accessori di fissaggio e tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme; le eventuali orditure in listelli metallici saranno contabilizzate con i relativi articoli d'Elenco.

Art. 52 - Mantovane

Saranno computate a metro d'effettivo sviluppo.

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono anche tutte le prestazioni, forniture ed oneri in essi descritti. Sono esclusi gli elementi delle strutture portanti da contabilizzare con i relativi articoli d'Elenco prezzi.

Art. 53 - Opere in pietra

53.1 - Lastre in pietra naturale

Per rivestimenti verticali, alzate di gradini, zoccoletti rampanti, soglie, controsoglie, pedate di gradini e stangoni: saranno computate a metro quadrato di superficie effettiva, misurata in base al minimo rettangolo circoscrivibile.

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono anche la levigatura e lucidatura delle superfici in vista, le grappe eventualmente occorrenti per la posa in opera, nonché per le soglie sagomate, il battente costituito da listelli incassati nelle stesse.

53.2 - Masselli segati in travertino

Per soglie, cordonature, parabordi ecc.: saranno computati a metro cubo di volume effettivo in base al minimo parallelepipedo retto circoscrivibile.

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono anche la levigatura delle superfici in vista, eventuali smussi agli spigoli e la malta d'allettamento.

53.3 - Le cordonature

Saranno computate a metro d'effettiva lunghezza, sia in retto sia in curva.

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono anche gli oneri per la formazione di vani «a bocca di lupo», il conglomerato cementizio e la malta d'allettament

Art. 54 - Cordonature, soglie e davanzali in conglomerato cementizio

Saranno computati a metro d'effettiva lunghezza.

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono anche il materiale per l'allettamento.

Art. 55 - Pavimentazioni, vespai, pavimenti

55.1 - Detriti di cava o ghiaia mista

Per la formazione del letto di posa di fondazioni stradali o di vespai, la fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato e lo strato di base in misto cementato: saranno computati a metro cubo misurati in opera dopo il compattamento.

55.2 - La pavimentazione in cubetti di porfido

Sarà computata a metro quadrato d'effettiva superficie, intendendosi compresi nei relativi articoli oltre alla scarnitura e sigillatura dei giunti ed il successivo spandimento di sabbia per saturazione, tutti gli oneri previsti nelle presenti Norme.

55.3 - Le pavimentazioni per corsie di stazione

Saranno computate a metro quadrato d'effettiva superficie.

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono anche la formazione e sigillatura dei giunti, la realizzazione d'incavi per la posa di spire magnetiche e tutti gli oneri previsti nelle presenti Norme. Solo escluso la fornitura e posa in opera dell'armatura in rete d'acciaio e la posa in opera di pedane e pedanine da contabilizzare con i relativi articoli d'Elenco prezzi.

55.4 - Vespai e massetti

I vespai in ghiaia mista o detriti di cava e quelli a secco in scheggioni di pietra saranno computati a metro cubo d'effettivo volume misurato in opera dopo l'assestamento.

I vespai a camera d'aria e massetti di sottofondo ai pavimenti saranno computati a metro quadrato d'effettiva superficie.

55.5 - I pavimenti

Saranno computati a metro quadrato di superficie effettiva misurata a filo intonaco.

Gli oneri sono richiamati nei rispettivi articoli d'Elenco prezzi; eventuali trattamenti particolari (antiusura, colorazione, ecc.) saranno computati con i rispettivi articoli.

Art. 56 - Tubazioni, fognature, manufatti

56.1 - Generalità

Gli articoli d'Elenco prezzi relativi alle varie tubazioni: per esalazioni, per scarichi e fognature, comprendono gli oneri per:

- la realizzazione dei giunti, compreso gli accessori quali collanti, manicotti, saldature, collari di presa, raccorderia, ecc.;
- la compenetrazione dei tubi maschio-femmina;
- tagli, sfridi, ecc..

Inoltre per le tubazioni:

a) **incassate nella muratura:** l'apertura e chiusura delle tracce ed eventuali fori per l'attraversamento di pareti e/o solai;

b) **a vista, staffettate alle strutture portanti:** i collari, le staffe d'ancoraggio che potranno essere saldate, imbullonate o inghisate alle strutture, compreso gli accessori di posa;

c) **interrate:** la selezione del materiale fino, la regolarizzazione del fondo scavo, la preparazione del letto di posa, il rivestimento ed il successivo reinterro con il materiale di risulta.

I pezzi speciali saranno computati ragguagliandoli al tubo di pari diametro, secondo le seguenti misure:

- 1,00 m per curve, gomiti e cappellotti terminali;
- 1,25 m per braghe semplici e giunti a squadra;
- 1,75 m per braghe doppie e giunti a croce;
- 6,00 m per braghe multiple e sifoni;
- 1,00 m del diametro minore per riduzioni.

56.2 - Tubazioni in PVC rigido

Saranno computate a metro di lunghezza effettiva, compresi gli oneri previsti nei relativi articoli d'Elenco Prezzi.

56.2.1 - Tubazioni in polietilene ad alta densità

Saranno computate a metro di lunghezza effettiva senza tener conto delle compenetrazioni in corrispondenza dei giunti.

I prezzi comprendono e compensano anche gli oneri per l'esecuzione dei giunti e la fornitura di collari e staffe d'ancoraggio, murate, saldate o imbullonate alle strutture portanti.

56.3 - Tubi in cemento pressato per fognature

Saranno computati a metro di lunghezza effettiva, compresi gli oneri previsti nei relativi articoli d'Elenco Prezzi.

56.4 - Pozzetti

a) prefabbricati in c.a.v.:

saranno computati a numero, compresi il collegamento con le tubazioni in entrata ed in uscita e tutti gli altri oneri previsti nei relativi articoli d'Elenco Prezzi.

b) con pareti in muratura:

saranno computati a metro cubo vuoto per pieno; misurazione: in pianta sul filo esterno delle murature; in altezza dal piano di posa della platea di fondo alla sommità della muratura. L'articolo si applica limitatamente a pozzetti aventi volumi, valutati come sopra, compresi fra 2 e 4 m^3. Compreso anche lo scavo; solo escluso la fornitura e posa in opera del chiusino da contabilizzare con l'articolo relativo.

56.5 - Vasche

Le vasche settiche tipo IMHOFF, le vasche per il trattamento e depurazione biologica delle acque nere e i disoleatori, saranno computate a numero.

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri ivi richiamati. Solo escluso lo scavo da contabilizzare con l'articolo dello scavo di fondazione.

56.6 - Le canne fumarie

Saranno computate a metro, misurate dalla base fino alla sommità del comignolo.

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono anche la fornitura e posa in opera dei ferri d'ancoraggio alle strutture, degli sportelli d'ispezione, dei pezzi speciali, del diffusore tipo SUPERIOR, nonché le opere murarie.

Art. 57 - Tinteggiature - verniciature

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri in essi richiamati.

57.1 - Imbiancature e tinteggiature interne ed esterne di pareti e soffitti

Saranno computate a metro quadrato di superficie effettivamente trattata; saranno detratti soltanto i vani di superficie superiore a 1,00 m². La lavorazione comprende anche la realizzazione di filettature, fascette e zoccolini.

57.2 - Verniciature di superfici metalliche esistenti e verniciature tipo carrozzeria

Saranno computate a metro quadrato di superficie effettivamente trattata.

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono anche la preparazione delle superfici da trattare.

57.3 - Rivestimenti di pareti interne

Con tappezzeria, rivestimenti plastici interni ed esterni su pareti e soffitti, verniciature di pareti interne ed esterne: saranno computati a metro quadrato di superficie effettivamente trattata.

57.4 - Verniciature protettive di strutture metalliche a base di pittura ignifuga intumescente

Saranno computate a metro quadrato di superficie effettivamente trattata.

57.5 - La protezione al fuoco di strutture d'acciaio mediante strato spruzzato

Sarà computato a metro quadrato di superficie effettivamente trattata.

Art. 58 - Impianto idrico - sanitario

Nei relativi articoli d'Elenco prezzi sono compresi anche tutti gli oneri e gli adempimenti previsti nelle presenti Norme.

58.1 - Gli articoli d'Elenco prezzi da computare a numero

Comprendono e compensano anche gli oneri in essi richiamati.

58.2 - Tubazioni d'acciaio zincato

Saranno computate a metro di lunghezza effettiva, misurata lungo il loro asse, senza tenere conto di compenetrazioni.

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono anche: la fornitura e posa in opera di manicotti e raccorderie; tutte le lavorazioni; gli sfridi; la verniciatura antiruggine; il rivestimento; l'esecuzione di tracce.

Inoltre per quelle in vista: la fornitura e posa in opera di staffe e collari ancorati alle strutture portanti; la verniciatura a finire.

58.3 - Tubazioni interrate

In acciaio saldato e in polietilene, saranno computate a metro di lunghezza effettiva, misurata lungo il loro asse, senza tenere conto di compenetrazioni.

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono anche: la fornitura e posa in opera di manicotti, raccorderie e pezzi speciali; i rivestimenti; tutte le lavorazioni; i giunti; gli sfridi; il letto di posa in materiale fino. Solo escluso lo scavo e il successivo rinterro da contabilizzare con gli articoli per lo scavo di fondazione.

Art. 59 - Impianto elettrico, telefonico, antenna TV

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche tutti gli oneri e gli adempimenti previsti nelle presenti Norme.

59.1 - Impianto elettrico

Interno ai fabbricati per illuminazione, energia industriale e forza motrice, è considerato a partire dal quadro elettrico principale di ciascun fabbricato.

Gli articoli di Elenco prezzi per le derivazioni sono riferiti alle diverse tipologie di impianti:

- incassati in esecuzione normale;
- incassati in esecuzione stagna;
- in vista, staffettati alle strutture portanti, in esecuzione stagna;
- installati entro canalette portacavi in PVC;

e comprendono, oltre agli oneri ed adempimenti previsti nelle Norme per l'esecuzione dei lavori, le forniture, le prestazioni e gli oneri qui di seguito elencati a titolo esemplificativo e non limitativo:

a) fornitura e posa in opera di tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione di ciascuna derivazione e delle reti di distribuzione e di terra, comprese linee dorsali e diramazioni (tubazioni, conduttori, cassette e scatole di derivazione, apparecchi di comando, prese, ecc.);

b) assistenza muraria comprendente materiali, mano d'opera e ponteggi;

c) allacciamenti, cablaggi e quant'altro necessario per dare ciascuna derivazione completa e funzionante.

59.2 - Tubazione vuota dell'impianto telefonico

Considerata a partire dal pozzetto di derivazione esterno al fabbricato; i relativi articoli di Elenco prezzi per le derivazioni sono riferiti alle tipologie:

- tubazioni incassate
- tubazioni in vista staffettate alle strutture portanti

e comprendono: la fornitura e posa in opera delle tubazioni principali e secondarie, delle cassette box e delle cassette di derivazione a pavimento e a parete; l'assistenza muraria compreso materiali, mano d'opera e ponteggi.

59.3 - Impianto antenna TV

Computato secondo capacità in derivazioni e guadagno VHF e UHF della centralina.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono la fornitura e posa in opera di quanto segue:

- antenna e palo portantenna;
- centralina;
- cavi di collegamento tra antenna e centralina;
- accessori ed assistenza muraria, compreso materiali, mano d'opera e ponteggi.

59.4 - Tutti i relativi articoli di Elenco prezzi da computare a numero

Comprendono anche gli oneri in essi richiamati.

59.5 - Canalette e passerelle portacavi

Saranno computate a metro di effettiva lunghezza, misurata sul loro asse, senza tenere conto di sovrapposizioni o compenetrazioni.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche la fornitura e posa in opera dei pezzi speciali (angolari, incroci, giunti, terminali, ecc.) e l'assistenza muraria.

59.6 - Le tubazioni protettive rigide in P.V.C.

Saranno computate a metro di effettiva lunghezza, misurata sul loro asse, senza tenere conto di compenetrazioni.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche la fornitura e posa in opera delle scatole e l'assistenza muraria.

59.7 - Cavi

Saranno computati a metro di effettiva lunghezza. I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche le intestazioni ed i collegamenti.

59.8 - Rete di collegamento dei dispersori di terra

Sarà computata a metro di effettiva lunghezza senza tenere conto di sovrapposizioni. Gli articoli di Elenco Prezzi comprendono anche l'esecuzione dei collegamenti e la fornitura delle minuterie. Solo escluso l'eventuale scavo ed il rinterro da contabilizzare con l'articolo dello scavo di fondazione.

59.9 - Conduttori e cavallotti della rete di protezione dalle scariche atmosferiche

Saranno computati a metro di effettiva lunghezza.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche il fissaggio alle strutture portanti, le giunzioni, i collegamenti ed i distanziatori.

Le giunzioni dei cavallotti con i conduttori e le strutture metalliche saranno computate a numero.

INDICE

PARTE I *1*
QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI *1*
Art. 1 - Condizioni generali d'accettazione - Prove di controllo **1**
Art. 2 - Caratteristiche dei vari materiali **2**
PARTE II *11*
NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI *11*
Premessa **11**
Art. 3 - Sondaggi e tracciati **12**
Art. 4 - Scavi **12**
4.0 - Norme generali 12
4.1 - Scavi di sbancamento 14
4.2 - Scavi di fondazione 14
4.3 - Scavi subacquei 15
Art. 5 - Demolizioni e Rimozioni **15**
5.1 - Demolizione di murature e fabbricati 15
5.2 - Idrodemolizioni 16
5.3 - Demolizione di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese ... 17
5.3.1 - Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali 18
5.4 - Rimozioni 18
Art. 6 - Rilevati **19**
6.0 - Definizione 19
6.1 - Materiali per la formazione di rilevati 20
6.1.1 - Provenienza dei materiali 20
6.1.2 - Prove di controllo dei materiali 21
6.1.3 - Autorizzazioni 22
6.2 - Preparazione del piano di posa dei rilevati 22
6.2.1 - Scotico, bonifica e gradonature 22
6.2.2 - Caratteristiche del piano di posa del rilevato e della pavimentazione autostradale in trincea 23
6.2.3 - Strato di transizione (Rilevato-Terreno) 24
6.2.3.1 - Strato granulare anticapillare 24
6.2.3.2 - Geotessile non tessuto 24
6.2.4 - Prove di controllo sul piano di posa 25
6.3 - Formazione del rilevato 26
6.3.1 - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali 26
6.3.1.1 - Rilevati autostradali 28
6.3.1.1.1 - Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7 28
6.3.1.2 - Rilevati in "Terra Armata" 28
6.3.1.3 - Rilevati di precarico e riempimenti 29
6.3.2 - Costruzione del rilevato 29
6.3.2.1 - Stesa dei materiali 29
6.3.2.2 - Compattazione 30
6.3.2.3 - Condizioni climatiche 31
6.3.2.4 - Rilevati di prova 32
6.3.2.5 - Prove di controllo ed autorizzazione 33
Art. 7 - Pali di fondazione **34**
7.0 - Generalità 34
7.0.1 - Prove tecnologiche preliminari 34
7.0.2 - Preparazione del piano di lavoro 35
7.1 - Pali prefabbricati 35
7.1.1 - Definizione 35
7.1.2 - Soggezioni geotecniche e ambientali 35

7.1.3 - Caratteristiche dei materiali ... 36
7.1.4 - Tolleranze geometriche ... 36
7.1.5 - Tracciamento ... 37
7.1.6 - Infissione ... 37
7.1.7 - Controlli e documentazione lavori ... 38
7.2 - Pali battuti ... 39
7.2.1 - Definizione ... 39
7.2.2 - Soggezioni geotecniche e ambientali ... 39
7.2.3 - Tolleranze geometriche ... 40
7.2.4 - Tracciamento ... 40
7.2.5 - Infissione ... 40
7.2.6 - Formazione del fusto del palo ... 42
7.2.6.1 - Posa in opera del conglomerato cementizio ... 42
7.2.6.2 - Posa in opera delle armature ... 43
7.2.7 - Controlli e documentazione dei lavori ... 44
7.3 - Micropali ... 44
7.3.1 - Definizione, classificazione e campi di applicazione ... 44
7.3.2 - Soggezioni geotecniche e idrogeologiche ... 45
7.3.3 - Tolleranze geometriche ... 45
7.3.4 - Tracciamento ... 45
7.3.5 - Perforazione ... 46
7.3.6 - Confezione e posa delle armature ... 46
7.3.6.1 - Armatura con barre di acciaio per c.a. ... 47
7.3.6.2 - Armature tubolari ... 47
7.3.7 - Formazione del fusto del micropalo ... 47
7.3.7.1 - Riempimento a gravità ... 48
7.3.7.2 - Riempimento a bassa pressione ... 48
7.3.7.3 - Iniezione ripetuta ad alta pressione ... 48
7.3.7.4 - Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali ... 49
7.3.8 - Controlli ... 50
7.3.8.1 - Misure del peso specifico ... 51
7.3.9 - Documentazione dei lavori ... 51
7.4 - Pali trivellati di medio e grande diametro ... 51
7.4.1 - Definizione ... 51
7.4.2 - Soggezioni geotecniche e idrogeologiche ... 52
7.4.3 - Tolleranze geometriche ... 52
7.4.4 - Tracciamento ... 53
7.4.5 - Perforazione ... 53
7.4.5.1 - Attrezzature ... 53
7.4.5.2 - Perforazione a secco senza rivestimento ... 53
7.4.5.3 - Perforazione con impiego di tubazione di rivestimento provvisoria ... 54
7.4.5.4 - Perforazione in presenza di fango bentonitico ... 55
7.4.5.5 - Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose ... 55
7.4.5.6 - Controlli ... 56
7.4.6 - Armature metalliche ... 56
7.4.7 - Formazione del fusto del palo ... 57
7.4.7.1 - Preparazione e trasporto del conglomerato cementizio ... 57
7.4.7.2 - Posa in opera del conglomerato cementizio ... 58
7.4.7.3 - Controlli ... 58
7.4.8 - Documentazione dei lavori ... 59
7.5 - Prove di controllo sui pali ... 59
7.5.1 - Prove di carico ... 59
7.5.2 - Controlli non distruttivi ... 61
7.5.2.1 - Prove geofisiche ... 61
7.5.2.2 - Carotaggio continuo meccanico ... 62
7.5.2.3 - Scavi attorno al fusto del palo ... 62
Art. 8 - Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi) ... 62
8.1 - Materiali ... 62
8.1.1 - Cemento ... 62
8.1.2 - Aggregati ... 63
8.1.3 - Acqua di impasto ... 66

8.1.4 - Additivi 66
8.1.4.1 - Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti 67
8.1.4.2 - Additivi aeranti 68
8.1.4.3 - Additivi ritardanti e acceleranti 69
8.1.4.4 - Additivi antigelo 69
8.1.4.5 - Silice ad alta superficie specifica (Silicafume) 69
8.2 - Tipi e classi dei conglomerati cementizi 70
8.3 - Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi 71
8.4 - Controlli in corso d'opera 73
8.5 - Resistenza dei conglomerati cementizi 73
8.6 - Durabilità dei conglomerati cementizi 75
8.7 - Tecnologia esecutiva delle opere 76
8.7.1 - Confezione dei conglomerati cementizi 76
8.7.1.1 - Disposizioni alle quali attenersi per la realizzazione (confezione, getto, stagionatura e disarmo) del conglomerato cementizio, in presenza di temperature inferiori ai 278 K (soglia minima al di sotto della quale sono messi in crisi i normali tempi di maturazione) nonché in presenza di temperature al di sotto di 273 K 78
8.7.2 - Trasporto 80
8.7.3 - Posa in opera 80
8.7.4 - Stagionatura e disarmo 82
8.7.4.1 - Prevenzione delle fessure da ritiro plastico 82
8.7.4.2 - Maturazione accelerata a vapore 83
8.7.4.3 - Disarmo e scasseratura 84
8.7.4.4 - Protezione dopo la scasseratura 84
8.7.5 - Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari 84
8.7.6 - Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco 85
8.7.7 - Armature per c.a. 86
8.7.8 - Armatura di precompressione 87
8.7.9 - Protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti e viadotti 87
8.8 - Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio 88
8.8.1 - Apparecchiature e materiali impiegati nella prova 88
8.8.2 - Metodologia di prova 88
8.8.3 - Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi 89
8.8.4 - Resoconto di prova 89
8.9 - Rivestimento delle pareti di scavo, pendici o pozzi di fondazione 89

Art. 9 - Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso 93

Art. 10 - Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione 95

Art. 11 - Murature 96
11.0 - Norme generali 96
11.1 - Murature di mattoni 96
11.1.1 - Murature di laterizi pieni e forati, per fabbricati 97
11.1.2 - Murature a faccia-vista, per fabbricati 97
11.1.3 - Murature ad intercapedine, per fabbricati 98
11.1.4 - Murature in blocchetti forati prefabbricati, per fabbricati 98
11.2 - Murature di pietrame a secco 99
11.3 - Murature di pietrame e malta 100
11.4 - Muratura in pietra da taglio 101
11.5 - Muratura in pietrame e conglomerato cementizio 102

Art. 12 - Impermeabilizzazioni 102
12.0 - Norme Generali 102
12.1 - Manto di impermeabilizzazione realizzato con membrana elastica continua in materiale sintetico epossipoliuretanico 103
12.1.1 - Primer di adesione 103
12.1.2 - Membrana impermeabilizzante sintetica elastica continua spruzzata in opera 103
12.1.3 - Mano d'attacco per il collegamento della membrana impermeabile con la sovrastante pavimentazione 104
12.1.4 - Modalità di applicazione 104
12.2 - Manto di impermeabilizzazione realizzato, mediante cappa di mastice di asfalto 105
12.2.1 - Materiali 105
12.2.2 - Modalità di preparazione del mastice di asfalto colato 107
12.2.3 - Modalità di applicazione 107

12.3 - Manto di impermeabilizzazione continuo realizzato in opera con bitume modificato con elastomeri ed armato con tessuto non-tessuto ... 109
12.3.1 - Materiali ... 109
12.3.2 - Modalità esecutive ... 109
12.4 - Manto di impermeabilizzazione continuo, realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armate con geotessile non tessuto in poliestere ... 110
12.4.1 - Materiali ... 110
12.4.2 - Modalità di posa in opera ... 111
12.5 - Con cartonfeltro bitumato ... 112
12.6 - Con membrane prefabbricate a base bituminosa ... 112
12.7 - Con fogli di PVC o di gomma sintetica (Hypalon) ... 113
12.8 - Con fogli di PVC e coibentazione in pannelli di poliuretano espanso ... 113
12.9 - Barriera antivapore ... 114
12.10 - Geotessile ... 114
12.11 - Impermeabilizzazioni vasche ... 114

Art. 13 - Acciaio per c.a. e c.a.p. ... 114
13.0 - Generalità ... 114
13.1 - Acciaio in barre ad aderenza migliorata - Fe B 38k, Fe B 44k - controllato in stabilimento ... 115
13.2 - Reti in barre di acciaio elettrosaldate ... 115
13.3 - Zincatura a caldo degli acciai ... 115
13.3.1 - Qualità degli acciai da zincare a caldo ... 115
13.3.2 - Zincatura a caldo per immersione ... 115
13.3.2.1 - Trattamento preliminare ... 115
13.3.2.2 - Immersione in bagno di zinco ... 115
13.3.2.3 - Finitura ed aderenza del rivestimento ... 116
13.3.2.4 - Verifiche ... 116
13.3.2.5 - Certificazioni ... 117
13.3.2.6 - Lavorazione ... 117
13.4 - Acciai inossidabili ... 117
13.5 - Acciaio per c.a.p. ... 118
13.5.1 - Fili, barre, trefoli ... 118
13.5.2 - Cavo inguainato monotrefolo ... 119
13.5.3 - Ancoraggi dell'armatura di precompressione ... 120
13.6 - Acciai provenienti dall'estero ... 120

Art. 14 - Acciaio per carpenteria ... 120
14.0 - Generalità ... 120
14.1 - Collaudo tecnologico dei materiali ... 121
14.2 - Controlli in corso di lavorazione ... 122
14.3 - Montaggio ... 124
14.3.1 - Strutture portanti ... 125
14.4 - Verniciature ... 126
14.4.1 - Generalità ... 126
14.4.2 - Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie ... 127
14.4.3 - Preparazione delle superfici ... 127
14.4.3.1 - Sabbiature ... 127
14.4.3.2 - Spazzolatura ... 128
14.4.4 - Cicli di verniciatura ... 128
14.4.4.1 - Ciclo per superfici in vista - Tabella 11 A - ... 128
14.4.4.1.1 - Esecuzione in officina a lavorazione ultimata: ... 128
14.4.4.1.2 - Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio ... 129
14.4.4.2 - Ciclo per superfici interne - Tabella 11 B - ... 130
14.4.4.2.1 - Esecuzione in officina a lavorazione ultimata ... 130
14.4.4.2.2 - Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio ... 130
14.5 - Ciclo di verniciatura con pittura ignifuga intumescente ... 133
14.6 - Manufatti in acciaio profilato ... 133
14.7 - Botole, chiusini, ecc. ... 134
14.8 - Scala retrattile ... 134
14.9 - Griglie pedonabili e/o carrabili ... 134

Art. 15 - Apparecchi d'appoggio per impalcati ... 134
15.1 - Scopo ... 134

15.2 - Riferimenti normativi 135
15.3 - Caratteristiche e tipologie degli apparecchi d'appoggio 135
15.3.1 - Caratteristiche generali 135
15.3.2 - Appoggi d'acciaio e in acciaio con PTFE 135
15.3.2.1 - Appoggi fissi 135
15.3.2.2 - Appoggi semifissi 136
15.3.2.3 - Appoggi mobili 136
15.3.3 - Appoggi di gomma (elastomerici) 137
15.4 - Materiali-requisiti 137
15.4.1 - Acciaio da costruzione 137
15.4.2 - Acciaio inossidabile 138
15.4.3 - Ancoraggi e bulloneria 138
15.4.4 - Altri materiali 138
15.4.5 - Gomma (elastomeri) 138
15.4.6 - Malte, betoncini e resine 139
15.4.7 - Grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici 140
15.5 - Prescrizioni costruttive 140
15.5.1 - Prescrizioni sugli elementi costruttivi 140
15.5.1.1 - Ancoraggio degli appoggi 140
15.5.1.2 - Barre di guida 140
15.5.1.3 - Piastre di scorrimento 141
15.5.1.4 - Superfici di accoppiamento 141
15.5.1.5 - Tolleranze negli accoppiamenti e gioco totale 141
15.5.1.6 - Politetrafluoroetilene (PTFE) 141
15.5.1.7 - Lamiere di acciaio inossidabile 142
15.5.1.8 - Protezioni 142
15.5.2 - Prescrizioni costruttive per appoggi oscillanti 142
15.5.3 - Saldature 143
15.5.3.1 - Saldature non strutturali 143
15.5.3.2 - Saldature strutturali 144
15.5.4 – Accessori 144
15.5.4.1 - Bloccaggi temporanei per il trasporto e la preregolazione 144
15.5.4.2 - Accessori per la movimentazione 145
15.5.4.3 - Bloccaggi provvisori di forza 145
15.5.4.4 - Sistemi di protezione 146
15.6 - Posa in opera 146
15.6.1 - Generalità 147
15.6.2 - Preregolazioni 147
15.6.3 - Posa in opera degli appoggi di gomma (elastomerici) 147
15.6.4 - Posa in opera di appoggi di acciaio ed in acciaio-teflon 147
15.7 - Prove 148
15.7.1 - Generalità 148
15.7.2 - Prove di accettazione: appoggi di gomma (elastomerici), in acciaio e in acciaio PTFE 148
15.7.3 - Prove di accettazione: appoggi oscillanti a disco elastomerico confinato 149
15.7.3.1 - Controllo della documentazione di progetto 149
15.7.3.2 - Prova di carico e rotazione 150
15.7.3.3 - Determinazione del momento parassita 151
15.7.3.4 - Prova di usura del sistema di guarnizione 152
15.7.4 - Attrezzature di prova 154
15.7.5 - Prove di protezione anticorrosiva 155
15.7.6 - Prova di adesione al cls 155
15.8 - Precisazioni sulle prove da eseguire 156
15.8.1 - Controllo delle materie prime e dei componenti 156
15.8.2 - Controlli sui prodotti finiti 156
15.8.3 - Controlli sulle saldature 157
15.8.4 - Controllo in corso di montaggio 159
15.9 - Piano di assicurazione qualità 159
15.10 - Manutenzione 159
15.11 - Penali 160
15.12 - Sollevamento impalcati per sostituzione apparecchi di appoggio 163
15.13 - Ammortizzatori antisismici, generalità 164

15.13.1 - Caratteristiche degli apparecchi ... 164
15.13.2 - Materiali ... 165
15.13.3 - Prove sui materiali ... 165
15.13.4 - Posa in opera ... 165
15.13.5 - Collaudo in opera ... 165
15.14 - Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso ... 166

Art. 16 - Giunti di dilatazione su opere d'arte ... 166
16.1 - Giunti di dilatazione in acciaio-gomma, a pettine, a piastre metalliche, a lamelle ... 166
16.1.1 - Scopo ... 166
16.1.2 - Riferimenti normativi ... 166
16.1.3 - Tipologie di giunti ... 166
16.1.4 - Materiali - requisiti ... 167
16.1.4.1 - Acciaio da costruzione ... 167
16.1.4.2 - Acciaio inossidabile ... 167
16.1.4.2.1 - Superfici di scorrimento e scossaline ... 168
16.1.4.2.2 - Ancoraggi e bulloneria ... 168
16.1.4.3 - Leghe di alluminio ... 168
16.1.4.4 - Gomma ... 168
16.1.4.5 - Malte, betoncini e resine ... 169
16.1.5 - Posa in opera ... 171
16.1.5.1 - Piani e vani di posa ... 171
16.1.5.2 - Sistema di raccolta delle acque ... 172
16.1.6 - Prove e controlli ... 172
16.1.6.1 - Generalità ... 172
16.1.6.2 - Prova funzionale del giunto ... 173
16.1.6.3 - Prove di carico ... 173
16.1.6.4 - Prova a fatica ... 173
16.1.6.5 - Prova di adesione al cls ... 174
16.1.6.6 - Prova di sfilamento tirafondi ... 174
16.1.6.7 - Prove di protezione anticorrosiva ... 174
16.1.6.8 - Controllo delle materie prime e componenti ... 175
16.1.6.9 - Controlli in corso di montaggio ... 177
16.1.6.10 - Controlli sui prodotti finiti ... 178
16.1.6.11 - Controllo dell'inquinamento acustico sui giunti ... 178
16.1.7 - Piano di assicurazione qualità ... 179
16.1.8 - Manutenzione dei dispositivi ... 179
16.1.9. - Penali ... 180
16.2 - Giunti di dilatazione a tampone ... 181
16.2.1 - Generalità ... 181
16.2.1.1 - Malte e betoncini per ripristini di testate di solette ... 181
16.2.1.2 - Dispositivo per i cordoli ... 182
16.2.1.3 - Sistema di raccolta delle acque ... 182
16.2.1.4 - Prescrizioni acustiche dei giunti a tampone ... 182
16.2.2 - Giunto a tampone viscoelastico ... 183
16.2.2.1 - Modalità di esecuzione del giunto ... 184
16.2.2.2 - Tampone in bitume modificato ed inerti ... 185
16.2.3 - Giunti a tampone ANIDRO (brev. AUTOSTRADE n. RM 9400038) ... 186
16.2.3.1 - Modalità di esecuzione del giunto ... 186
16.2.3.2 - Tampone in bitume modificato ed inerti ... 188
16.2.4 - Controllo dei requisiti di accettazione e penalità ... 188

Art. 17 - Strutture di sostegno e contenimento in elementi prefabbricati ... 191
17.1 - Generalità ... 191
17.2 - Muri di sostegno in pannelli di c.a.v. ... 192
17.3 - Muri di sostegno in pannelli di c.a.p. ... 193
17.4 - Muri di controripa in pannelli di c.a.v. ... 193
17.5 - Muri di sostegno in terra armata ... 194
17.6 - Strutture di sostegno a scomparti cellulari ... 195
17.7 - Strutture di contenimento in elementi scatolari ... 196
17.8 - Strutture di sostegno a paramento verde ... 196
17.9 - Struttura di sostegno in terra rinforzata costituita da paramento in pietrame di forma a scatola (terramesh) 198

Art. 18 - Misto granulare non legato per fondazione 200
18.1 - Descrizione 200
18.2 - Caratteristiche dei materiali da impiegare 201
18.3 - Studio preliminare 202
18.4 - Modalità esecutive 202

Art. 19 - Fondazioni a legante idraulico 203
19.1 - Fondazione (sottobase) in misto cementato confezionato in centrale 204
19.1.1 - Descrizione 204
19.1.2 - Caratteristiche dei materiali da impiegare 204
19.1.2.1 - Inerti 204
19.1.2.2 - Legante 205
19.1.2.3 - Acqua 205
19.1.3 - Studio della miscela in laboratorio 205
19.1.4 - Formazione e confezione delle miscele 206
19.1.5 - Posa in opera - tempo di maturazione 206
19.1.6 - Protezione superficiale 208
19.1.7 - Norme di controllo delle lavorazioni-prestazioni 208
19.2 - Riciclaggio in sito del misto cementato e/o granulare con aggiunta di cemento e acqua 209
19.2.1 - Descrizione 209
19.2.2 - Caratteristiche dei materiali 210
19.2.2.1 - Inerti 210
19.2.2.2 - Cemento 210
19.2.2.3 - Acqua 210
19.2.3 - Studio della miscela di laboratorio 210
19.2.4 - Posa in opera 212
19.2.5 - Norme di controllo delle lavorazioni - prestazioni 212
19.3 - Fondazione in misto cementato realizzato in “situ” con impiego di prodotti stabilizzanti 212
19.3.1 - Descrizione 212
19.3.1.1 - Materiali 213
19.3.1.2 - Studio della miscela 213
19.3.1.3 - Modalità esecutive 213
19.3.2 - Norme di controllo delle lavorazioni 214

Art. 20 - Pavimentazioni in conglomerato bituminoso 214
20.1 - Leganti bituminosi di base e modificati 214
20.1.1 - Leganti bituminosi semisolidi - caratteristiche e penali 214
20.1.1.1 - Bitumi di base 217
20.1.1.2 - Bitumi modificati 217
20.1.2 - Bitumi con modifica “SOFT” 218
20.1.3 - Bitumi con modifica “HARD” 219
20.1.4 - Attivanti chimici funzionali (A.C.F.) 221
20.1.5 - Modificanti strutturali (MST) 222
20.1.5.1 - Fibre di natura minerale (vetro) 222
20.1.5.2 - Fibre di natura minerale (vetro) a filo continuo 222
20.1.6 - Leganti sintetici 223
20.2 - Conglomerati bituminosi a caldo 223
20.2.1 - Conglomerati bituminosi normali di base, collegamento, usura 224
20.2.1.1 - Descrizione 224
20.2.1.2 - Bitume 224
20.2.1.3 - Materiali inerti 224
20.2.1.4 - Aggregato grosso 224
20.2.1.4.1 - Strato di base 225
20.2.1.4.2 - Strato di collegamento 225
20.2.1.4.3 - Strato di usura 225
20.2.1.5 - Aggregato fino 226
20.2.1.6 - Additivi 227
20.2.1.7 - Miscele 227
20.2.1.7.1 - Strato di base 227
20.2.1.7.2 - Strato di collegamento 228
20.2.1.7.3 - Strato di usura 228
20.2.1.8 - Requisiti di accettazione 228

20.2.1.8.1 - Strato di base ... 228
20.2.1.8.2 - Strato di collegamento (binder) ... 229
20.2.1.8.3 - Strato di usura - tipo “A” e “B” ... 231
20.2.1.8.4 - Modalità di esecuzione dei provini marshall ... 232
20.2.1.8.5 - Controllo dei requisiti di accettazione ... 233
20.2.1.8.6 - Formazione e confezione delle miscele ... 234
20.2.1.8.7 - Attivanti di adesione ... 235
20.2.1.8.8 - Posa in opera ... 236
20.2.2 - Conglomerato bituminoso speciale confezionato a caldo in impianto con bitumi a modifica di tipo "SOFT" ... 238
20.2.2.1 - Descrizione ... 238
20.2.2.2 - Materiali inerti ... 238
20.2.2.3 - Legante ... 238
20.2.2.4 - Miscela ... 239
20.2.2.5 - Miscela di base ... 239
20.2.2.6 - Miscela di collegamento (binder) ... 240
20.2.2.7 - Miscela di usura ... 241
20.2.3 - Conglomerato bituminoso speciale confezionato a caldo in impianto con bitumi a modifica di tipo “HARD” ... 242
20.2.3.1 - Descrizione ... 242
20.2.3.2 - Materiali inerti ... 242
20.2.3.3 - Legante ... 242
20.2.3.4 - Miscela ... 242
20.2.3.4.1 - Fibre minerali ... 243
20.2.3.5 - Miscela di base ... 243
20.2.3.6 - Miscela di collegamento (binder) ... 244
20.2.3.7 - Miscela di usura ... 245
20.2.4 - Controllo dei requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi confezionati con legante di tipo “SOFT” ed “HARD” ... 246
20.2.5 - Conglomerato bituminoso drenante - fonoassorbente per strati di usura ... 246
20.2.5.1 - Aggregati ... 246
20.2.5.2 - Miscela ... 246
20.2.5.2.1 - Fibre di additivazione ... 249
20.2.5.3 - Controllo dei requisiti di accettazione ... 249
20.2.5.3.1 - Formazione e confezione delle miscele ... 249
20.2.5.3.2 - Posa in opera delle miscele ... 249
20.2.5.3.3 - Penali ... 250
20.2.7 - Conglomerati bituminosi con inerti di argilla espansa ... 250
20.2.7.1 - Aggregati ... 250
20.2.7.2 - Confezione delle miscele ... 251
20.2.7.3 - Requisiti di accettazione ... 251
20.2.7.4 - Posa in opera delle miscele ... 252
20.2.9 - Microtappeti a caldo ... 252
20.2.9.1 - Descrizione ... 252
20.2.9.2 - Materiali inerti ... 252
20.2.9.3 - Aggregato fino ... 253
20.2.9.4 - Additivi ... 254
20.2.9.5 - Miscele ... 254
20.2.9.6 - Granulometria ... 255
20.2.9.7 - Bitume ... 255
20.2.9.8 - Fibre minerali ... 255
20.2.9.9 - Mano di attacco ... 255
20.2.9.10 - Requisiti di accettazione ... 255
20.2.9.11 - Formazione e confezione delle miscele ... 258
20.2.9.12 - Posa in opera ... 258
20.2.11 - Conglomerato bituminoso per strati di collegamento e di usura di ponti e viadotti ... 259
20.2.11.1 - Materiali inerti ... 260
20.2.11.2 - Legante ... 260
20.2.11.3 - Miscela ... 260
20.2.11.3.1 - Strato di usura ... 260
20.2.11.3.2 - Strato di collegamento (binder) ... 261

20.2.11.3.3 - Controllo dei requisiti di accettazione 263
20.2.11.3.4 - Formazione e confezione degli impasti 263
20.2.11.3.5 - Posa in opera delle miscele 263
20.2.11.3.6 - Altri requisiti 263
20.2.11.4 - Requisiti di idoneità 263
20.4 - Trattamenti superficiali d'irruvidimento 263
20.4.3 - Microtappeti a freddo (tipo macro seal) 263
20.4.3.1 - Descrizione 263
20.4.3.2 - Inerti 264
20.4.3.3 - Additivi 264
20.4.3.4 - Miscele 264
20.4.3.5 - Malta bituminosa 265
20.4.3.6 - Composizione e dosaggi della miscela 265
20.4.3.7 - Acqua 265
20.4.3.8 - Confezionamento e posa in opera 265
20.4.4 - Microtappeti a freddo (tipo macro seal) fibrorinforzati 267
20.4.4.1 - Descrizione 267
20.4.4.2 - Inerti 267
20.4.4.3 - Additivi 267
20.4.4.4 - Miscele 267
20.4.4.5 - Fibre minerali 267
20.4.4.6 - Malta bituminosa 267
20.4.4.7 - Composizione e dosaggi della miscela 267
20.4.4.8 - Acqua 268
20.4.4.9 - Confezionamento e posa in opera 268
20.8 - Controlli prestazionali e relative penali 269
20.8.1 - Controlli ad alto rendimento: tutti i tipi di conglomerato bituminoso 270
20.8.1.1 - Portanza: requisiti 270
20.8.1.2 - Portanza: penali 272
20.8.1.3 - Aderenza e macrotessitura: requisiti 272
20.8.1.4 - Aderenza e macrotessitura: penali 274
20.8.1.5 - Regolarità: requisiti 275
20.8.1.6 - Regolarità: penali 276
20.8.1.7 - Spessori: penali 277
20.8.2 - Controlli ad alto rendimento: PCP 278
20.8.2.1 - Controllo della regolarità longitudinale: requisiti 278
20.8.2.2 - Controllo della regolarità longitudinale: penali 280
20.9 - Prestazioni di controllo da parte della Direzione Lavori 282
ALLEGATO N. 1 284
ALLEGATO N. 2 289
ALLEGATO N. 3 291
ALLEGATO N. 4 292

Art. 21 - Drenaggi 293
21.1.1 - Drenaggi tradizionali 293
21.1.2 - Drenaggi a tergo di murature 293
21.2 - Drenaggi con filtro in geotessile non tessuto 293
21.3 - Drenaggi longitudinali con riempimento in conglomerato cementizio poroso (per pavimentazioni esistenti) 294
21.4 - Drenaggi delle cunette in trincea 295
21.5 - Schermi drenanti discontinui modulari 296
21.5.1 - Definizione 296
21.5.2 - Modalità esecutive dei pozzi 296
21.5.2.1 - Pozzo drenante non ispezionabile 297
21.5.2.2 - Pozzo drenante ispezionabile 298
21.5.2.3 - Pozzo drenante ispezionabile con funzione strutturale 298
21.5.3 - Modalità esecutive della condotta di fondo 299
21.5.4 - Caratteristiche del materiale drenante 299

Art. 22 - Tubazioni, pozzetti, canalette, mantellate, cunette e fossi di guardia, cordonature, manufatti 300
22.1 - Tubazioni 300

22.1.1 - Generalità ... 300
22.1.2 - Tubi di P.V.C. rigido ... 301
22.1.3 - Tubi di polietilene ... 301
22.1.3.1 - Giunzioni per saldatura ... 302
22.1.3.2 - Saldature testa a testa ... 302
22.1.3.3 - Giunzioni elettrosaldabili ... 302
22.1.3.4 - Giunzioni mediante serraggio meccanico ... 302
22.1.3.5 - Giunzioni per flangiatura ... 303
22.1.3.6 - Collegamento fra tubi in P.E.a.d. e tubazioni di altro materiale ... 303
22.1.3.7 - Tubi in polietilene flessibili, in rotoli od in barre per il passaggio di cavi in genere ... 303
22.1.4 - Tubi in c.a.v. ... 304
22.2 - Pozzetti, chiusini, griglie ... 304
22.2.1 - Pozzetti prefabbricati in c.a.v. ... 305
22.2.2 - Pozzetti in muratura ... 305
22.2.3 - Chiusini e griglie ... 305
22.3 - Canalette ... 305
22.4 - Mantellate in lastre ... 306
22.5 - Mantellate a grigliato articolato ... 307
22.6 - Rivestimento per cunette e fossi di guardia ... 307
22.7 - Cordonature ... 308
22.8 - Varo di manufatto scatolare ... 308
22.9 - Vasche settiche tipo IMHOFF ... 309
22.10 - Sifone di cacciata tipo contarino ... 310
22.11 - Impianti di depurazione ad ossidazione totale ... 310
22.12 - Disoleatore ... 311
22.13 - Canne fumarie ... 312
22.14 - Canalette prefabbricate con griglie in ghisa ... 313
22.15 - Impianto di sollevamento acque nere ... 313

Art. 23 - Controsoffitti ... 314
23.1 - In pannelli ad impasto gessoso ... 314
23.2 - In pannelli di fibre minerali ... 314
23.3 - In pannelli di lamierino d'alluminio ... 315
23.4 - In elementi modulari a cielo aperto ... 315
23.5 - In doghe d'alluminio ... 315
23.6 - In lastre di gesso cartonato su intelaiatura portante ... 316
23.7 - In tavolato d'abete ... 316
23.8 - Controsoffitto tagliafuoco ... 316

Art. 24 - Coperture ... 316
24.1 - Norme generali ... 316
24.2 - In lastre ondulate di fibrocemento ... 317
24.3 - In lastre nervate d'alluminio ... 317
24.4 - In pannelli Sandwich autoportanti ... 318
24.5 - In lastre di lamiera grecata ... 319
24.6 - In lastre di metacrilato ... 319
24.7 - In pannelli d'acciaio inox ... 319
24.8 - In lamiera di rame ... 320
24.9 - Strato di ghiaia ... 320

Art. 25 - Mantovane ... 320

Art. 26 - Rivestimenti ... 321
26.1 - Plastico al quarzo ... 321
26.2 - Piastrelle smaltate ... 321
26.3 - Mattoncini in litoceramica (clinker) ... 322
26.4 - Zoccolino battiscopa ... 322
26.5 - Lastre in pietra naturale ... 322
26.6 - Cordonate in pietra ... 323
26.7 - Gradini prefabbricati ... 323
26.8 - Gradini rivestiti con profilati di gomma ... 323
26.9 - Soglie e davanzali in c.a. ... 324
26.10 - Rivestimento con pannelli di acciaio porcellanato ... 324

26.11 - Rivestimento in blocchi prefabbricati 325

Art. 27 - Pavimenti 325
27.1 - Norme generali 325
27.2 - In cubetti di porfido 326
27.3 - In conglomerato cementizio 326
27.3.1 - In conglomerato cementizio per nuove pavimentazioni 326
27.3.2 - In conglomerato cementizio su pavimentazioni esistenti 327
27.3.3 - In conglomerato cementizio ad alta resistenza 327
27.3.4 - In conglomerato cementizio per corsie di stazione 328
27.4 - In lastre di marmo 330
27.5 - In piastrelle di grès 330
27.6 - In gomma e vinilico 331
27.7 - In lastre di calcestruzzo 331
27.8 - In elementi modulari autobloccanti in cls vibrato 332
27.9 - In mattonelle 332
27.10 - In lastre di agglomerato vibrocompresso 332
27.11 - In moquette 332
27.12 - In modulare sopraelevato 333

Art. 28 - Canali di gronda, pluviali, scossaline, ecc. 334
28.0 - Norme generali 334
28.1 - Bocchettoni 334
28.2 - Canali di Gronda, Foderature, Converse, Scossaline 334
28.3 - Pluviali 335

Art. 29 - Tinteggiature e verniciature 335
29.0 - Norme generali 335
29.1 - Tinteggiatura 336
29.1.1 - Tinteggiatura a tempera 336
29.1.2 - Tinteggiatura con idropittura 336
29.2 - Verniciatura di pareti in muratura 336
29.3 - Verniciature di strutture in acciaio 337
29.3.1 - Ciclo "A" 337
29.3.2 - Ciclo "B" 339
29.3.3 - Ciclo "C" 340
29.3.4 - Ciclo "D" 341
29.3.5 - Ciclo "E" 342
29.3.6 - Ciclo "F" 343
29.4 - Verniciature di opere in legno 345
29.4.1 - Ciclo "A" (ciclo opaco) 345
29.4.2 - Ciclo "B" (ciclo trasparente) 346
29.5 - Protezione al fuoco 346
29.6 - Tappezzeria in plastica 347
29.7 - Rivestimenti plastici 348
29.8 - Ossidazione anodica 348

Art. 30 - Impianti 349
30.1 - Norme generali 349
30.2 - Osservanza di Leggi, Regolamenti, Disposizioni e Norme Tecniche 351
30.3.1 - Impianto idrico - sanitario - Aria compressa 355
30.3.1.1 - Tubazioni 355
30.3.1.2 - Saracinesche-Valvole-Rubinetteria 357
30.3.1.2.1 - Contatore per acqua DN 25 358
30.3.1.2.2 - Impianto trattamento acqua potabile 358
30.3.1.3 - Aria compressa 359
30.3.1.4 - Impianto antincendio 360
30.3.1.5 - Idranti per aiuole 361
30.3.1.6 - Bocchettone ad attacco rapido 361
30.3.1.7 - Riserve idriche 361
30.3.1.7.1 - Apparecchi sanitari 363
30.3.1.7.2 - Sanitari in porcellana dura (vetrochina) 363
30.3.1.7.3 - Sanitari in grès porcellanato (fire clay) 365

30.3.1.7.4 - Sanitari in acciaio porcellanato ... 365
30.3.1.7.5 - Arredo per bagno disabili ... 366
30.3.1.7.6 - Scaldacqua ... 367
30.3.1.7.7 - Pilette ... 367
30.3.2 - Impianto di riscaldamento e condizionamento ... 367
30.3.2.0 - Centrale termo-frigorifera ... 367
30.3.2.0.1 - Quadro di sezionamento a norme VV.F. ... 375
30.3.2.1 - Centrale termica ... 375
30.3.2.2 - Centrale frigorifera ... 377
30.3.2.3 - Unità di trattamento aria ... 379
30.3.2.3.1 - Torrini di presa aria esterna ... 380
30.3.2.4 - Tubazioni ... 380
30.3.2.5 - Rivestimento isolante delle tubazioni ... 381
30.3.2.6 - Canalizzazioni ... 382
30.3.2.7 - Isolamento delle canalizzazioni ... 384
30.3.2.8 - Radiatori ... 385
30.3.2.9 - Impianto condizionamento (ad integrazione centrale termica esistente) ... 385
30.3.2.9.1 - Prescrizioni generali ... 385
30.3.2.9.2 - Descrizione dei lavori ... 387
30.3.2.9.3 - Parte idraulica ... 388
30.3.2.9.4 - Parte elettrica ... 393
30.3.2.10 - Ventilconvettori ... 395
30.3.2.11 - Aerotermi ... 396
30.3.2.12 - Serbatoio deposito combustibile ... 397
30.3.2.13 - Cunicolo ... 397
30.3.2.14 - Estrattore d'aria di tipo centrifugo ... 397
30.3.2.15 - Sistema di regolazione, comando e controllo impianti (sistema STAEFA CONTROL) ... 398
30.3.3 - Impianto elettrico, telefonico, antenna TV ... 403
30.3.3.1 - Impianto elettrico per illuminazione, energia industriale e forza motrice. ... 404
30.3.3.2 - Canalette portacavi ... 404
30.3.3.3 - Tubazioni protettive - Cassette di derivazione - Passerelle portacavi ... 404
30.3.3.4 - Cavi e conduttori ... 406
30.3.3.5 - Apparecchi ... 409
30.3.3.6 - Corpi illuminanti ... 410
30.3.3.6.1 - Palo luce conico da 8 m f.t. ø=127/60 mm ... 412
30.3.3.6.2 - Armatura stradale Na-a.p. 400 W ... 413
30.3.3.7 - Quadri elettrici ... 413
30.3.3.8 - Derivazioni impianto telefonico ... 414
30.3.3.8.1 - Impianto telefonico ... 415
30.3.3.9 - Antenna TV ... 416
30.3.3.10 - Ventilatori elicoidali da parete ... 416
30.3.3.11 - Torrette ventilatore radiale ... 417
30.3.3.12 - Gruppo elettrocompressore d'aria ... 417
30.3.3.13 - Impianto rilevazione incendi ... 418
30.3.3.14 - Impianto antintrusione ... 418
30.3.3.15 - Impianto citofonico ... 418
30.3.3.16 - Impianto videocitofonico ... 419
30.3.3.17 - Impianto TV.CC ... 419
30.3.3.18 - Ventilatore antideflagrante ... 420
30.3.4 - Prove e collaudi ... 420
30.3.4.1 - Collaudo di fabbrica ... 421
30.3.4.2 - Collaudo in corso d'opera ... 421
30.3.4.3 - Collaudo provvisorio ... 421
30.3.4.4 - Collaudo definitivo ... 423

Art. 31 - Opere in verde ... 425
31.0 - Generalità ... 425
31.1 - Caratteristiche dei vari materiali ... 425
31.2 - Esecuzione dei lavori ... 432
31.2.1 - Prescrizioni generali ... 433
31.2.2 - Preparazione delle zone d'impianto ... 433
31.2.3 - Tracciamenti ... 435

31.2.4 - Esecuzione degli impianti 435
31.2.5 - Impianto di tappeti erbosi e/o zolle....437
31.2.6 - Semine di prati 437
31.2.7 - Rimboschimento con semenzali e impianto di talee....438
31.2.8 - Protezione di scarpate in trincea mediante stuoie biodegradabili paglia e fibre vegetali 439
31.2.9 - Protezione di scarpate in trincea mediante stuoie in materiale termoplastico. 439
31.2.10 - Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica 440
31.3 - Manutenzione degli impianti e cure colturali....440

Art. 32 - Barriere di sicurezza 445
32.1 - Barriere metalliche....445
32.1.1 - Accettazione dei materiali....445
32.1.2 - Qualità dei materiali....446
32.1.3 - Modalità d'esecuzione 447
32.1.4 - Prove - penali....450
32.2 - Barriere prefabbricate a profilo New Jersey 452
32.2.1 - Caratteristiche tecniche....453
32.2.2 - Materiali....454
32.2.2.1 - Conglomerato cementizio 454
32.2.2.2 - Acciaio....454
32.2.3 - Posa in opera....455
32.2.3.1 - Barriera spartitraffico "monofilare" 455
32.2.3.2 - Barriera laterale parapetto....455
32.2.3.3 - Posa in corrispondenza dei giunti di dilatazione....456
32.2.3.4 - Verifiche 457
32.3 - Corrimano metallico strutturale 458
32.3.1 - Resistenze strutturali e protezione dei materiali....458
32.3.2 - Posa in opera....459
32.3.3 - Prove sui materiali 459
32.4 - Barriere in acciaio a profilo New Jersey....460
32.4.1 - Materiali....460
32.4.2 - Zincatura 460
32.4.3 - Verniciatura protettiva 460
32.4.4 - Collaudo delle barriere....461

Art. 33 - Recinzioni metalliche 462
33.1 - Caratteristiche delle opere....462
33.2 - Qualità dei materiali - Prove 467
33.3 - Accettazione dei materiali....471
33.4 - Modalità d'esecuzione....472
33.5 - Penali 473

Art. 34 - Segnaletica verticale e orizzontale 474
34.0 - Premessa 474
34.1 - Segnaletica verticale 474
34.1.1 - Costruzione dei cartelli 474
34.1.1.1 - Forme e dimensioni dei segnali....474
34.1.1.1a - Supporto metallico 474
34.1.1.1b - Rinforzo perimetrale del cartello 475
34.1.1.1c - Rinforzo sul retro del cartello 475
34.1.1.1d - Saldatura elettrica per punti 475
34.1.1.1e - Attacchi 475
34.1.1.1f - Verniciatura sul retro e dei bordi a scatola del cartello 476
34.1.1.1g - Faccia anteriore del cartello 476
34.1.1.1h - Faccia posteriore del cartello 476
34.1.1.1i - Traverse intelaiature 477
34.1.1.1l - Congiunzioni dei pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni 477
34.1.1.1m - Pellicole retroriflettenti 477
34.1.2.1 - Strutture per la segnaletica verticale 477
34.1.2.1a - Qualità dei materiali 477
34.1.2.1b - Sostegni per cartelli 477
34.1.2.1c - Portali e strutture in acciaio....478
34.1.2.1d - Strutture su pensiline....478

34.1.2.1e - Strutture per segnali su New Jersey ... 478
34.1.2.1f - New Jersey con foro verticale ... 479
34.1.2.1g - New Jersey con foro orizzontale ... 479
34.1.2.1h - New Jersey senza fori ... 479
34.1.2.1i - Supporto per sostegni su barriera metallica ... 479
34.1.2.1l - Zincatura a caldo per immersione ... 479
34.1.3 - Posa in opera ... 482
34.1.4 - Garanzie di durata ... 483
34.1.5 - Certificazioni e prove ... 483
34.1.6 - Penali ... 484
34.1.6.1 - Forme e dimensioni ... 484
34.1.6.2 - Qualità dell'acciaio ... 485
34.1.6.3 - Bulloneria ... 485
34.1.6.4 - Unioni saldate ... 485
34.1.6.5 - Zincatura ... 485
34.1.6.6 - Alluminio ... 485
34.1.6.7 - Pellicole retroriflettenti ... 485
34.1.6.8 - Posa in opera ... 485
34.2 - Delineatori stradali ... 486
34.2.1 - Delineatori normali di margine ... 486
34.2.1a - Costruzione del delineatore ... 486
34.2.1b - Norme di accettazione dei paletti ... 487
34.2.1c - Forme e dimensioni degli elementi rifrangenti ... 488
34.2.1d - Norme di accettazione ... 488
34.2.1e - Posa in opera dei delineatori normali di margine ... 488
34.2.1f - Delineatori su manufatti ... 489
34.2.2 - Delineatori speciali ... 490
34.2.2a - Delineatori in galleria ... 490
34.2.2b - Delineatori modulari di curva ... 492
34.2.3 - Penali ... 493
34.3 - Segnaletica orizzontale ... 493
34.3.0 - Premessa ... 493
34.3.1 - Classificazione dei materiali per segnaletica orizzontale ... 493
34.3.1.1 - 1° LIVELLO prodotti di tipo "a" (pitture-idropitture) ... 494
34.3.1.2 - 2° LIVELLO prodotti di tipo "b" (termoplastico) ... 495
34.3.1.3 - 3° LIVELLO prodotti di tipo "b"-"c" (termoplastico-antinebbia-elastoplastico) ... 495
34.3.1.4 - Tratti antinebbia ... 495
34.3.1.5 - Verniciature rifrangenti su archi di imbocco gallerie e isole spartitraffico ... 496
34.3.2 - Caratteristiche dei materiali ... 496
34.3.2.1 - Colore ... 496
34.3.2.2 - Visibilità notturna ... 497
34.3.2.3 - Valore abradibilità SRT ... 497
34.3.2.4 - Tempo di essiccazione ... 497
34.3.2.4.1 - Pitture ... 497
34.3.2.4.2 - Termoplastico ... 497
34.3.2.4.3 - Laminati ... 498
34.3.3 - Caratteristiche fisico chimiche di riferimento dei materiali per segnaletica orizzontale ... 498
34.3.3.1 - Idropitture post-spruzzate con microsfere di vetro ... 498
34.3.3.2 - Pitture a freddo premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro ... 499
34.3.3.3 - Pitture termoplastiche da applicarsi a spruzzo e/o estrusione premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro ... 499
34.3.3.4 - Granulometria delle microsfere ... 500
34.3.4 - Strisce laminate autoadesive prefabbricate, retroriflettenti con preinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione ... 501
34.3.4.1 - Posa in opera ... 501
34.3.5 - Norme di accettazione ... 501
34.3.6 - Prove sui materiali applicati ... 502
34.3.6.1 - Controlli in laboratorio ... 503
34.3.6.1.1 - Corrispondenza tra prodotto accettato e prodotto impiegato ... 503
34.3.6.1.2 - Numero controlli ... 503
34.3.6.2 - Controlli con strumentazione portatile in sito ... 503

34.3.6.2.1 - Colore 503
34.3.6.2.2 - Visibilità notturna 504
34.3.6.2.3 - Abradibilità 504
34.3.6.3 - Controlli con strumentazione ad alto rendimento 505
34.3.7 - Esecuzione dei lavori 505
34.3.8 - Penali 505
34.3.8.1 - Certificazione di qualità 506
34.3.8.2 - Prodotti non approvati 506
34.3.8.3 - Vita utile della segnaletica orizzontale 506

Art. 35 - Norme generali 510

Art. 36 - Lavori in economia 510

Art. 37 - Scavi - demolizioni - rilevati 511
37.1 - Scavi 511
37.1.1 - Scavi in genere 511
37.1.2 - Scavi di sbancamento 512
37.1.3 - Scavo di fondazione 512
37.2 - Demolizioni 513
37.3 - Preparazione del piano di posa 514
37.3.1 - Rilevati 514
37.3.2 - Sovrastruttura stradale in trincea 514
37.3.3 - Telo di tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene 514
37.4 - Formazione di rilevati, riempimenti di cavi e rilevati di precarico 515

Art. 38 - Pali di fondazione 517

Art. 39 - Murature in genere e conglomerati cementizi 518
39.1 - Murature 518
39.2 - Conglomerati cementizi 519

Art. 40 - Casseforme - Armature - Centinature - Varo travi prefabbricate 522
40.1 - Casseforme 522
40.2 - Armature 522
40.3 - Attrezzature speciali autovaranti e autoportanti per l'esecuzione in opera d'impalcati di ponti e viadotti 523
40.4 - Varo di travi prefabbricate in c.a. o c.a.p. - Armatura di sostegno per getto di solette e traversi su travi varate 524
40.5 - Centinature 524

Art. 41 - Acciaio per c.a. e c.a.p. 525

Art. 42 - Muri in elementi prefabbricati - Strutture di sostegno - Pannelli di rivestimento prefabbricati 526
42.1 - Muri di sostegno e di controripa costituiti da pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato, anche precompresso 527
42.2 - Muro di sostegno in terra armata 527
42.3 - Struttura di contenimento e/o sostegno a scomparti cellulari in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio armato e vibrato 527
42.4 - Struttura di contenimento in elementi scatolari prefabbricati di conglomerato cementizio armato e vibrato 528
42.5 - Struttura di sostegno a paramento inclinato, costituita da strati di materiali idonei alternati con teli di armatura in geotessile 528
42.6 - Pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato per rivestimenti di pareti 529

Art. 43 - Intonaco - Impermeabilizzazioni - Trattamento impregnante di superfici in conglomerato cementizio - Conglomerato cementizio spruzzato per rivestimento di pareti 529
43.1 - Impermeabilizzazioni in cartonfeltro bitumato e in mastice d'asfalto sintetico e manti impermeabili costituiti da membrane a base bituminosa 529
43.2 - Manti impermeabili di copertura costituiti da fogli in PVC o in gomma sintetica 530
43.3 - Impermeabilizzazione di impalcati e gallerie artificiali 530

Art. 44 - Manufatti metallici 530

Art. 45 - Fondazioni stradali 531

Art. 46 - Conglomerati bituminosi 532

Art. 47 - Drenaggi **532**

Art. 48 - Opere in verde **533**

Art. 49 - Segnaletica verticale ed orizzontale **534**

Art. 50 - Controsoffitti **535**

Art. 51 - Manti di copertura **535**

Art. 52 - Mantovane **535**

Art. 53 - Opere in pietra **535**
53.1 - Lastre in pietra naturale 535
53.2 - Masselli segati in travertino 536
53.3 - Le cordonature 536

Art. 54 - Cordonature, soglie e davanzali in conglomerato cementizio **536**

Art. 55 - Pavimentazioni, vespai, pavimenti **536**
55.1 - Detriti di cava o ghiaia mista 536
55.2 - La pavimentazione in cubetti di porfido 536
55.3 - Le pavimentazioni per corsie di stazione 536
55.4 - Vespai e massetti 536
55.5 - I pavimenti 537

Art. 56 - Tubazioni, fognature, manufatti **537**
56.1 - Generalità 537
56.2 - Tubazioni in PVC rigido 538
56.2.1 - Tubazioni in polietilene ad alta densità 538
56.3 - Tubi in cemento pressato per fognature 538
56.4 - Pozzetti 538
56.5 - Vasche 538
56.6 - Le canne fumarie 538

Art. 57 - Tinteggiature - verniciature **539**
57.1 - Imbiancature e tinteggiature interne ed esterne di pareti e soffitti 539
57.2 - Verniciature di superfici metalliche esistenti e verniciature tipo carrozzeria 539
57.3 - Rivestimenti di pareti interne 539
57.4 - Verniciature protettive di strutture metalliche a base di pittura ignifuga intumescente 539
57.5 - La protezione al fuoco di strutture d'acciaio mediante strato spruzzato 539

Art. 58 - Impianto idrico - sanitario **539**
58.1 - Gli articoli d'Elenco prezzi da computare a numero 539
58.2 - Tubazioni d'acciaio zincato 539
58.3 - Tubazioni interrate 540

Art. 59 - Impianto elettrico, telefonico, antenna TV **540**
59.1 - Impianto elettrico 540
59.2 - Tubazione vuota dell'impianto telefonico 540
59.3 - Impianto antenna TV 541
59.4 - Tutti i relativi articoli di Elenco prezzi da computare a numero 541
59.5 - Canalette e passerelle portacavi 541
59.6 - Le tubazioni protettive rigide in P.V.C. 541
59.7 - Cavi 541
59.8 - Rete di collegamento dei dispersori di terra 541
59.9 - Conduttori e cavallotti della rete di protezione dalle scariche atmosferiche 542