4.27.2.3 *Fondazione in misto cementato realizzato in "situ" con impiego di prodotti stabilizzanti*

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.

4.27.2.3.1 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.

4.27.2.3.2 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 4.27.2.1.3, tenendo conto della correzione con i prodotti stabilizzanti, che è assunta costante come detto in precedenza.

4.27.2.3.3 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.

4.27.2.3.4 Norme di controllo delle lavorazioni

Vedi paragrafi precedenti.

4.28. PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

4.28.1. Leganti bituminosi di base e modificati

4.28.1.1 Leganti bituminosi semisolidi

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	4.28.1.1.1	A	-	-	CB
Bitume Soft (°)	4.28.1.2.1	B	4,00	SBSr, SBSl, EVA	CBS
Bitume Hard	4.28.1.3.1	C	4 + 2	SBSr + SIS	CBH(°°), CBD, TSC, MT, MAD, MAMT, MAV , MAPCP
Bitume Hard per: Microtappeti a freddo, Riciclaggio in sito a freddo	4.28.1.3.2	D	6,00	SBSr, SBSl, EVA	MTF, CBRF
Bitume Hard per Sigillature, Tamponi, Viadotti, Cavalcavia	4.28.1.3.3	E	8,00	SBSr, SBSl, EVA, LDPE(°°°)	S, GT, CBV
Emulsioni bituminose cationiche	4.28.1.3.4	F_1, F_2	-	-	MAF
Attivanti chimici funzionali	4.28.1.4.1	ACF	-	-	CBR(°°°°)
Leganti sintetici	4.28.1.6	L.S.	-	Resine epossiamminiche	TSS

(°) Usato nei conglomerati bituminosi tradizionali se il bitume di base non raggiunge i minimi richiesti (Tab. 4.28.1.1.1)

(°°) 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)

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)

4.28.1.1.1 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 4.28.1.1.1 impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali.

Nella tabella 4.28.1.1.1 sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto di base "A" così come viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio.

I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalla normativa CNR 81/80.

TABELLA 4.28.1.1.1

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

4.28.1.1.2 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 4.28.1.2.1.

Bitumi con modifica "HARD" con le caratteristiche riportate nelle tabelle 4.28.1.3.1, 4.28.1.3.2, 4.28.1.3.3, 4.28.1.3.4.

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. 4.28.1.2.1) 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. 4.28.1.3).

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 4.28.1.2.1 e nelle tabelle 4.28.1.3.1, 4.28.1.3.2, 4.28.1.3.3, 4.28.1.3.4.

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.

4.28.1.2 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 4.28.1.2.1 - 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
▯ 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 ▯ 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

4.28.1.3 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 4.28.1.3.1 - 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
▯ 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 ▯ Punto di rammollimento, max	°C	Vedi Norma in appendice	▯3

Resistenza a fatica, G*sin, 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 4.28.1.3.2 - 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
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 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 4.28.1.3.3 - 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
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, $\dot{\gamma} = 100\ s^{-1}$,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 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 4.28.1.3.4 - 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

4.28.1.4 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 4.28.1.4.1

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, $\dot{y} = 100\ s^{-1}$ (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.

4.28.1.5 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.

4.28.1.5.1 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

4.28.1.5.2 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.

4.28.1.6 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.

4.28.2. 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

4.28.2.1 *Conglomerati bituminosi normali di base, collegamento, usura*

4.28.2.1.1 Descrizione

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido tab. 4.28.1.1.1 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.

4.28.2.1.2 Bitume

Si richiamano espressamente le norme di cui alla tab. 4.28.1.1.1, i conglomerati di base, collegamento e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi a modifica "soft".

4.28.2.1.3 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.

4.28.2.1.4 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:

- 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.

- 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.

- 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.

4.28.2.1.5 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.

4.28.2.1.6 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).

4.28.2.1.7 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).

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. 4.28.1.1.1, tab. 4.28.1.1.1.

Per strati di spessore compreso non superiore a 10 cm devono essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

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 alla tab. 4.28.1.1.1.

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 tab. 4.28.1.1.1

Fuso A - usure da 4-6 cm di spessore

Fuso B - usure da 3 cm di spessore

4.28.2.1.8 Requisiti di accettazione

I conglomerati devono avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono.

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).

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).

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.

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/mm²)	1.5-2.5	0.7-1.0	0.3-0.6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm²)	▯160	▯70	▯35

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.

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 cm²/(daN*s) mentre lo Jp a 40 °C deve essere compreso tra 14 x 10^6 e 26 x 10^6 cm²/(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.

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.

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.

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. 4.28.1.3.4) 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. 4.28.3. 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.

4.28.2.2 *Conglomerato bituminoso speciale confezionato a caldo in impianto con bitumi a modifica di tipo "SOFT"*

4.28.2.2.1 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" e con prodotti attivanti chimici funzionali del bitume.

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.

4.28.2.2.2 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 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.

4.28.2.2.3 Legante

Il bitume deve essere costituito da quello con modifica "Soft" tab. 4.28.1.2.1 e da quello proveniente dal materiale fresato additivato con A.C.F..

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%

4.28.2.2.4 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, 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%

4.28.2.2.5 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

4.28.2.2.6 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 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 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

4.28.2.2.7 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 DI 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.

4.28.2.3 *Conglomerato bituminoso speciale confezionato a caldo in impianto con bitumi a modifica di tipo "HARD"*

4.28.2.3.1 Descrizione

Prescrizioni riportate nell'articolo precedente eccetto l'impiego di legante modificato che deve far riferimento ai bitumi Hard tab. 4.28.1.3.1. Non è previsto l'impiego di attivanti chimici funzionali.

4.28.2.3.2 Materiali inerti

Prescrizioni di riferimento riportate nell'articolo precdente 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%

4.28.2.3.3 Legante

Il bitume deve essere costituito da quello descritto in tab. 4.28.1.3.1 (Modifica "Hard") e da quello proveniente dal materiale fresato.

4.28.2.3.4 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, 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%

4.28.2.3.5 Fibre minerali

Mediante idonee apparecchiature le miscele di collegamento e di usura devono essere additivate con fibre di natura minerale in percentuale variabili tra lo 0,25% ÷ 0,40% in peso riferito agli inerti.

4.28.2.3.6 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 DI 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

4.28.2.3.7 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 DI 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

4.28.2.3.8 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 DI 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.

4.28.2.4 - Controllo dei requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi confezionati con legante di tipo "SOFT" ed "HARD"

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 negli articoli precedenti.

4.28.2.5 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.

4.28.2.5.1 Pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi

I materiali da impiegare dovranno corrispondere ai requisiti, qualora non sia specificato diversamente, indicati nelle Norme C.N.R. B.U. n. 139/92, per le classi di traffico PP (strati di usura), ("Norme sugli aggregati: criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali") e C.N.R. B.U. n. 104/84.

Ciascuna classe granulometrica dovrà avere una granulometria omogenea e costante e dovrà essere costituita da elementi provenienti dalla frantumazione di rocce ignee effusive e piroclastiche di colore marrone-rossiccio, quali ad esempio il porfido quarzifero.

La Società, in casi particolari, sempre che sia garantita, in rapporto all'esistente, uniformità di colore al manto autostradale, potrà consentire l'utilizzo di elementi provenienti dalla frantumazione di rocce effusive diverse.

L'aggregato grosso (pietrisco, pietrischetto e graniglia) dovrà essere ottenuto per frantumazione delle rocce dure sopra indicate e sarà costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei, e dovranno rispondere ai requisiti riportati nella tabella **"Requisiti di accettazione degli aggregati per strati di conglomerato bituminoso antiskid tipo Splittmastix asphalt (SMA)"** determinati attraverso le prove specificate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare.

Requisiti di accettazione degli aggregati per strati di conglomerato bituminoso antiskid (tipo Splittmastix asphalt)					
Determinazione		**Simbolo**	**Normativa di riferimento**		
FRAZIONE ▯ 4 mm	Coeff. Los Angeles per ogni classe di aggregati	LA	C.N.R. B.U. n. 34/73	%	.▯▯
	Coefficiente Levigatezza Accelerata	CLA	C.N.R. B.U. n. 140/92		▯▯
	Porosità	p%	C.N.R. B.U. n. 65/78	%	.▯▯
	Quantità di frantumato	-	-	%	100
	Dimensione massima	D_{max}	C.N.R. B.U. n. 23/71	mm	12,5
	Sensibilità al gelo	G	C.N.R. B.U. n. 80/80	%	▯
	Passante al setaccio 0,075		C.N.R. B.U. n. 75/80	%	.▯
	Indice di appiattimento (1)	I_a	C.N.R. B.U. n. 95/84	%	.▯
FRAZIONE .▯4 mm	Passante al setaccio 0,075		C.N.R. B.U. n. 75/80	%	.▯
	Equivalente in sabbia	ES	C.N.R. B.U. n. 27/72	%	.▯

(1) L'indice di appiattimento è definito dalla Norma C.N.R. B.U. 95/84 come il rapporto (espresso in %) tra la massa di granuli aventi un appiattimento ritenuto non idoneo per il loro utilizzo e la massa totale degli inerti esaminati. Quindi è un indice che identifica la presenza di elementi "scagliosi", piatti, di forma non adatta per essere utilizzati. Il limite massimo della presenza di questi elementi non ottimali viene fissato nel 15% in peso della massa di aggregati. Si è sottolineato il significato di questo indice perché uno dei problemi che potrebbero sorgere con gli aggregati frantumati di porfido, qualora questi non avessero subito una opportuna lavorazione, è la presenza eccessiva di elementi scagliosi o appiattiti

Le sabbie saranno costituite esclusivamente dall'insieme delle parti fini risultanti dalla frantumazione di rocce. La qualità delle rocce o degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia dovrà avere alla prova "Los Angeles" (C.N.R. B.U. n.34 classe C), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita di peso inferiore a 22%.

Con riferimento alle caratteristiche dei materiali lapidei ed in considerazione dei risultati delle prove di prequalificazione e delle effettive disponibilità dei materiali nel mercato, mentre si conferma che ad una perdita di peso con la prova Los Angeles del 18% può corrispondere un coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) pari a 0,45; vengono considerati accettabili superiori valori di prova Los Angeles qualora eventualmente vengano migliorati i valori di CLA secondo la seguente tabella:

LOS ANGELES	CLA
≤ 18%	≥ 0,45
≤ 22%	≥ 0,47

Non vengono accettati materiali con Los Angeles > 22%

4.28.2.5.2 Legante bituminoso

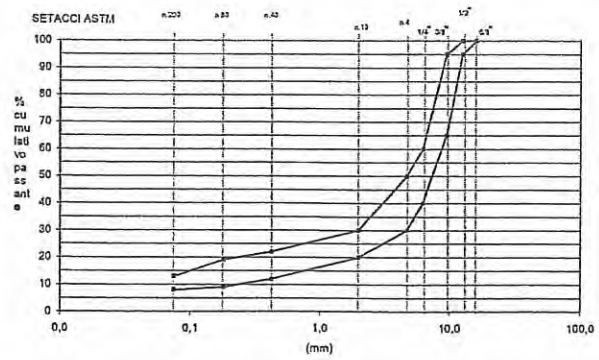
Il legante bituminoso da utilizzare nella produzione del SMA è del tipo 70/100 MODIFICATO tipo HARD ad alta viscosità e dovrà presentare le stesse caratteristiche del legante previsto per il conglomerato bituminoso del tipo Drenante fonoassorbente speciale DFAS.

4.28.2.5.3 Composizione granulometrica

La miscela degli aggregati e sabbie dovrà essere composta in modo da rientrare interamente nei limiti granulometrici (fuso) riportato alla pagina seguente.

SETACCI ASTM		Luce netta (mm)	% cumulativo passante
Denominazione			
setaccio	5/8"	16,0	100 ÷ 100
setaccio	1/2"	12,5	95 ÷ 100
setaccio	3/8"	9,5	65 ÷ 95
setaccio	1/4"	6,3	40 ÷ 60
setaccio	n. 4	4,75	30 ÷ 50
setaccio	n. 10	2,00	20 ÷ 30
setaccio	n. 40	0,425	12 ÷ 22
setaccio	n. 80	0,180	9 ÷ 19
setaccio	n. 200	0,075	8 ÷ 13

REQUISITI DI ACCETTAZIONE	
quantità di bitume (modificato) sulla miscela di inerti	5,5 ÷ 7,5%
% vuoti residui	2 ÷ 5 %
stabilità Marshall a 60°C	≥ 10,0 kN
scorrimento Marshall	2 ÷ 4 mm
rigidezza Marshall	>2,5 kN/mm
impronta con punzone da 500 mmq	< 2 mm



4.28.2.5.4 Tenore di Filler

Il filler dovrà presentare gli stessi requisiti previsti per base e binder inoltre la percentuale ottimale dell'additivo (filler), determinata attraverso lo Studio Marshall dovrà contenere un 2% di filler costituito da calce idrata; ad esempio se la percentuale ottimale di filler ottenuto è del 10% :

8% sarà filler +

2% sarà calce idrata

10% filler totale

Mediante idonee apparecchiature la miscela degli inerti deve essere additivata con fibre minerali costituite da microfibrette di cellulosa, di vetro, acriliche, ecc. aventi le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza media 200÷1200 μm (micron);
- Diametro medio 5÷50 μm (micron);
- Resistenza alla trazione > 500 MPa;
- Allungamento massimo < 2,5 %;
- Tasso di infeltrimento 0 %;
- Resistenza alla temperatura > 250 °C.

La percentuale di impiego sarà pari al 0,3 % rispetto al peso degli inerti.

4.28.2.5.5 Ottimizzazione della miscela aggregati-bitume modificato

L'Impresa è tenuta a mettere a disposizione tutti i materiali necessari per definire la composizione della miscela che intende adottare e il relativo tenore ottimale di bitume modificato. Ogni composizione dovrà essere corredata da una esauriente documentazione degli studi di laboratorio basati sulla ottimizzazione delle caratteristiche fisico-meccaniche secondo il metodo di Marshall eseguito su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia.

Caratteristiche fisico meccaniche secondo il metodo Marshall		
tenore di bitume modificato, riferito al peso degli inerti	% in peso	5,5 ÷ 7,5
vuoti del provino Marshall	% in volume	2 ÷ 5
temperatura di costipamento	° C	150 ÷ 160

4.28.2.5.6 Requisiti del conglomerato

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

REQUISITI PER IL CONGLOMERATO BITUMINSO SPLITTMASTIXASPHALT (SMA)			
Caratteristiche	**Norma di riferimento**	**Unità di misura**	**Valori**
Stabilità Marshall (1)	C.N.R. B.U. n. 30/73	kN	≥ 10,0
Scorrimento Marshall	C.N.R. B.U. n. 30/73	mm	2 ÷ 4
Rigidezza Marshall	-	kN/mm	≥ 2,5
impronta con punzone da mm² 500	C.N.R. B.U. n. 136/91	mm	≤ 2
macro e microrugosità ed antisdrucciolevolezza della pavimentazione a diretto contatto con il traffico	C.N.R. B.U. n. 105/85 "Skid Resistance Tester"	BPN	≥ 60 (2)
Temperatura di stesa controllata dietro alla finitrice	-	°C	≥ 150

(1) eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia

(2) valore medio di 5 misure

Il conglomerato dovrà avere una elevatissima resistenza meccanica e cioè la capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dagli assi dei veicoli.

A costipamento ultimato con minimo due rulli per ogni finitrice, la superficie della pavimentazione dovrà presentare una struttura uniforme e stabile, con andamento, sagoma e pendenze conformi al progetto.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati delle prove o di fare eseguire nuove prove e controlli. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati bituminosi in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con controlli giornalieri. Non saranno ammesse variazioni, sulle singole percentuali, della corrispondente alla curva granulometrica prescelta, rispettivamente:

TOLLERANZE SULLA COMPOSIZIONE DELL'IMPASTO RISPETTO ALLA MISCELA DI RIFERIMENTO (STUDIO PRELIMINARE)		
aggregato grosso	Trattenuto al setaccio n. 4 mm	± 5%
sabbia	passante al setaccio n.4 e trattenuta al setaccio da 0,075 mm	± 3%
filler	passante al setaccio da 0,075 mm	± 2%
bitume modificato	-	± 0,3%

In ogni caso i valori rilevati devono essere all'interno del fuso del Capitolato.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

Per il cantiere di lavoro dovrà essere disponibile un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione.

Nel laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie:

CONTROLLI GIORNALIERI DEL LABORATORIO DI CANTIERE	
verifiche	**norma di riferimento**
granulometria	
- dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere	C.N.R. B.U.n. 23/71
- aggregati dopo la miscelazione	C.N.R. B.U.n. 23/71
composizione del conglomerato bituminoso, prelevando lo stesso all'uscita del mescolatore o a quella del silos di stoccaggio o subito dietro la vibrofinitrice	
- granulometria degli inerti	C.N.R. B.U.n. 23/71
- percentuale di legante	C.N.R. B.U.n. 38/73;
- percentuale di additivo	C.N.R. B.U.n. 75/80
caratteristiche Marshall del conglomerato (i valori saranno la media di quattro provini)	
- densità	C.N.R. B.U.n. 40/73
- percentuale dei vuoti	C.N.R. B.U.n. 39/73
- stabilità e scorrimento Marshall	C.N.R. B.U.n. 30/73

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 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.

4.28.2.5.7 Formazione e confezione delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni riportate per gli strati di base, binder e Drenante Fonoassorbente Speciale (DFAS).

4.28.2.5.8 Trasporto e posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni riportate per gli strati di base, binder e Drenante Fonoassorbente Speciale (DFAS).

REQUISITI NECESSARI PER STRATO DI SPLITTMASTIX ASPHALT (SMA)	
Grado di addensamento	≥ 97%
Vuoti residui in opera	≤ 2 ÷ 7%

4.28.2.5.9 Bitumi modificati

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato tipo Drenante Fonoassorbente Speciale. Preparazione del piano di posa: membrana impermeabilizzante e mano d'attacco.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato tipo Drenante Fonoassorbente Speciale

4.28.2.5.10 Requisiti di accettazione per la regolarità superificiale

La regolarità superficiale deve essere valutata mediante la misura dell'indice IRI in mm/metro.

Le misure di regolarità dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° giorno e il 180° dall'apertura al traffico.

Tale indice è ricavabile dalla misura accurata del profilo longitudinale della pavimentazione utilizzando un sistema tipo ARAN o di precisione superiore [un sistema con una precisione uguale o superiore a quanto specificato dalla Banca Dati Mondiale per la Classe 1], comunque approvato dalla Direzione Tecnica.

L'indice IRI viene espresso come valore medio su sezioni di 20 m di pavimentazione;

le irregolarità per onde medie (3.3-13 metri) e per onde corte (1-3.3 metri) sono mediati su sezioni di 20 metri di lunghezza.

Rispetto alle misure effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 100 m.

La media dei valori IRI, misurati ogni 20 m su tali tratte, fornisce il valore medio nella tratta omogenea; la media dei valori di ampiezza delle irregolarità misurati ogni 20 m su tali tratti definisce il valore medio delle ampiezze delle irregolarità (sia per le onde corte, sia per le onde medie).

Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori dell'IRI (mediato su sezioni di 20 metri) sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

I requisiti richiesti dalla pavimentazione sono i seguenti:

Tratti superiori a 1 Km

* IRI medio, per ogni tratta omogenea, ≤ 1.6 mm/metro;
* irregolarità media per onde medie (3.3-13 m) ≤ 4 mm su sezioni di 20 metri. Sono ammesse al massimo 2 sezioni di 20 m ciascuna, all'interno della sezione di 1 Km, con valori di irregolarità per onde medie superiori a 4 mm ma inferiori a 6 mm;
* irregolarità media per onde corte (1-3.3 m) ≤ 2 mm per sezioni di 20 m. Sono ammesse al massimo 2 sezioni di 20 m ciascuna, all'interno di una sezione di 1 km, con valori di irregolarità per onde corte superiori a 2 mm ma inferiori a 3 mm.

Suddividendo la tratta (superiore a 1 km) in sezioni da 1 km, la sezione stradale restante può avere una lunghezza < a 1 km. In tal caso se questa sezione ha una estensione > a 500 metri valgono i requisiti per le irregolarità onde corte e medie già precedentemente definiti per tratte di lunghezza di 1 km per la sezione restante ≤ 500 metri vale quanto indicato al punto 5.6.2.

Tratti inferiori a 1 Km ma superiori o uguali a 100 metri

* IRI medio, per ogni tratta omogenea, ≤ 1.6 mm/metro.

All'interno della sezione inferiore al km è ammesso al massimo 1 valore (mediato su 20 m) che abbia irregolarità per onde corte o irregolarità per onde medie rispettivamente superiore a 2 mm ma inferiore a 3 mm e superiore a 4 mm ma inferiore a 6 mm.

Tratti inferiori a 100 metri

La regolarità sarà valutata mediante straight-edge (regolo di 3 metri di lunghezza) e saranno considerate insufficienti le sezioni in cui il valore misurato risulti superiore ai 3 mm.

Tabella riassuntiva - Requisiti di accettazione per la regolarità' superficiale					
	Tratti > a 1 km		**Tratti ≥100 metri e ≤1 km**		**Tratti < 100 metri**
	requisiti	tolleranza	requisiti	tolleranza	La regolarità sarà valutata mediante straight-edge (regolo di 3 metri di lunghezza) e saranno considerate insufficienti le sezioni in cui il valore misurato risulti superiore ai 3 mm.
IRI medio, per ogni tratta omogenea	≤ 1.6 mm/metro	-	≤ 1.6 mm/metro	-	
irregolarità media per onde medie (3.3 - 13 m)	≤ 4 mm su sezioni da 20 m	2 sez. da 20m/km tra 4 - 6 mm	-	1 valore (mediato su 20m) tra 4 - 6 mm	

irregolarità media per onde corte (1 -3.3 m)	≤ 2 mm su sezioni da 20 m	2 sez. da 20m/km tra 2 - 3 mm	-	1 valore (mediato su 20m) tra 2 - 3 mm	

4.28.2.5.11 Requisiti minimi di accettazione per l'aderenza

Tratti superiori a 400 metri

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT), misurato con apparecchiatura SCRIM. ogni 10 metri di pavimentazione e mediato ogni 50 metri, deve risultare non inferiore a 55.

La macrorugosità superficiale misurata con il sistema dell'altezza in sabbia HS (CNR B.U. n. 94 del 15.10.83) o mediante minitexture meter o mediante profilometro Laser, o apparecchiatura SUMMS, dovrà essere superiore a 0,5 (valore medio su 50 metri di pavimentazione).

Non sono ammessi valori puntuali (ogni 10 metri di pavimentazione) di CAT inferiori a 45 e di HS inferiori a 0,3. Le misure di CAT e HS devono essere effettuate tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico dopo il termine dei lavori di manutenzione.

I valori rilevati con l'apparecchiatura SCRIM nelle condizioni di misura, per poter essere confrontati con i requisiti di accettazione sopra menzionati, devono essere riferiti ad una velocità dello SCRIM di 60 km/h e misurati ad una temperatura sia dell'aria sia della pavimentazione superiore a 10°C.

Tratti inferiori a 400 metri

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale sarà valutato con la prova del pendolo mediante almeno una misura nel tratto da valutare o ove possibile ogni 100 metri di pavimentazione.

La macrorugosità superficiale sarà valutata mediante il sistema dell'altezza in sabbia (almeno 1 misura). Valgono gli stessi requisiti di accettazione esposti per i tratti superiori ai 400 metri.

4.28.2.6 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". In alternativa all'usura di tipo A se prevista in progetto, si potranno usare drenanti.

4.28.2.6.1 Materiali inerti

Per gli inerti valgono le stesse prescrizioni degli articoli precedenti.

4.28.2.6.2 Legante

Il legante deve essere un bitume modificato.

4.28.2.6.3 Miscela

Strato di usura

Devono essere progettate e realizzate curve granulometriche, utilizzando il fuso "A" riportato al paragrafo precedente. 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	≥5

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 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 cm²/(daN s) mentre lo Jp a 40 °C deve essere compreso tra $14x10^6$ e $26x10^6$ cm²/(daN.s). Tali valori andranno determinati su provini ricavati da carote prelevate in sito o su campioni compattati in Laboratorio.

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.

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.

4.28.3. 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. 4.27.1.3	10%
Portanza: Fondazione (o sottobase) a legante idraulica o equiparata (Modulo Elastico E)	Moduli secondo Fig. 1	Art. 4.27.2.1.7	10-20%
Qualità dei bitumi di base	Caratteristiche varie	Art. 4.28.1.1	5%
Qualità dei bitumi modificati	Caratteristiche varie	Art. 4.28.1.1	10%
Usure Drenanti Fonoassorbenti: Capacità drenante	Permeabilità ▯0dm³/min	Art. 4.28.2.5	10%
Usure Drenanti Fonoassorbenti: Coefficiente di Fonoassorbimento	Valori di ß secondo frequenze	Art. 4.28.2.5	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.

4.28.3.1 *Controlli ad alto rendimento: tutti i tipi di conglomerato bituminoso*

4.28.3.1.1 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 ≥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 ≥10 cm) e del modulo medio complessivo degli strati di Binder e Usura sovrastanti (spessore complessivo ≥ 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 ≥ 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".

4.28.3.1.2 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%

4.28.3.1.3 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 100) 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).

4.28.3.1.4 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.

4.28.3.1.5 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	CP 2,5 < 80	CP 2,5 < 120
Da 2,5 m a 10 m	CP 10 < 160	CP 10 < 240
Da 10 m a 40 m	CP 40 < 320	CP 40 < 480
	(valore consigliato)	(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.

4.28.3.1.6 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.

4.28.3.1.7 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°.

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 ≤10%, da 10% a ≤20%, da 20% a ≤ 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.

4.28.3.2 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.

4.28.3.2.1 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.	CP 2,5 < 80	CP 2,5 < 120
da 2,5 m a 10 m	CP 10 < 160	CP 10 < 240
da 10 m a 40 m	CP 40 < 320	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	CP 2,5 < 120
da 2,5 m a 10 m	CP 10 < 240
da 10 m a 40 m	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	CP 2,5 < 80
da 2,5 m a 10 m	CP 10 < 160
da 10 m a 40 m	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[8] 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.

4.28.3.2.2 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 4.28.3.2.1, 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 4.28.3.2.1, 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

[8] 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.

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 4.28.3.2.1);

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 4.28.3.2.1, 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. 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 4.28.3.21.1). 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.

4.28.4. 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.

4.29. DRENAGGI

4.29.1. 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 ≥ 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.

4.29.2. 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/m² 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.

4.29.3. 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/m², 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/m².

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.

4.29.4. 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/m², 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/m².

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.

4.29.5. 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 4.29.3, 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/m².

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.

4.30. GABBIONI E MATERASSI METALLICI

Gabbioni e materassi metallici dovranno avere forma prismatica ed essere costituiti da rete metallica a doppia torsione, a maglia esagonale, tessuta a

macchina con trafilato di ferro a forte zincatura in ragione di 260÷300 g di zinco per metro quadrato di superficie zincata e dovranno rispondere alle Norme di cui alla Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 2078 del 27/08/1962.

La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.

Gli elementi dovranno presentare una perfetta forma geometrica secondo i tipi e le dimensioni fra quelli di uso corrente.

Gabbioni e materassi dovranno essere posti in opera secondo le previsioni di progetto o le prescrizioni della Direzione Lavori.

Preliminarmente l'Impresa dovrà procedere alla regolarizzazione del piano di posa, quindi al posizionamento degli elementi collegandoli tra loro mediante cuciture.

Il filo da impiegare nelle cuciture dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e comunque non dovranno avere diametro inferiore a 2,20 mm per i gabbioni e 2,00 mm per i materassi.

Le cuciture dovranno essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere.

Le cuciture più importanti normalmente dovranno essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni 25÷30 cm.

Sono ammessi altri sistemi purché siano giudicati idonei dalla Direzione Lavori.

Durante il riempimento dovranno essere posti in opera i previsti tiranti, costituiti da un unico spezzone di filo avente le stesse caratteristiche di quello usato per le cuciture, fissato alla rete di pareti adiacenti od opposte dell'elemento.

Il materiale da usarsi per il riempimento dei gabbioni e materassi potrà essere costituito da pietrame o ciottoli, di composizione compatta, sufficientemente duro, di elevato peso specifico e di natura non geliva. Sarà escluso il pietrame alterabile dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera verrà a contatto.

Il materiale di riempimento dovrà in ogni caso essere ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori; le sue dimensioni dovranno essere comprese fra 100 e 150% della maggiore dimensione della maglia della rete, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

Il pietrame dovrà essere assestato dentro all'elemento in modo da avere il minor numero di vuoti possibile ma senza provocare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento e le facce in vista saranno lavorate con le stesse modalità della muratura a secco.

La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata mediante cuciture, come indicato in precedenza.

Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti.

4.30.1. Controllo dei requisiti di accettazione

Prima della messa in opera di ogni partita di gabbioni o materassi metallici giunta in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato dal produttore, redatto a norma della richiamata Circolare del Ministero LL.PP. n. 2078 del 27/08/1962.

La Direzione Lavori procederà al collaudo del materiale di ogni partita.

Preliminarmente effettuerà una ricognizione a vista dei gabbioni e/o dei materassi per controllare che nei punti di torsione della rete lo zinco non presenti sollevamenti o screpolature. Nel caso che tali anomalie fossero presenti in più del 10% delle verifiche, la partita sarà rifiutata e l'Impresa dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese.

Procederà quindi al prelevamento di campioni di filo, ciascuno della lunghezza di almeno 40 cm, in ragione di almeno un campione ogni 100 gabbioni o materassi ed un campione ogni 10 matasse di filo per cuciture, per determinare la quantità di zinco presente, espressa in grammi per metro quadrato di superficie zincata, che dovrà risultare uguale o superiore ai valori riportati nella tabella che segue:

diametro dei fili	quantità di zinco per metro quadrato di superficie zincata
1,8 mm 2,0 mm 2,2 mm	245 g
2,4 mm 2,7 mm	265 g
3,0 mm 3,4 mm	275 g
3,8 mm ed oltre	295 g

Metà di ciascun campione sarà sottoposto a prova per verificare il peso unitario dello strato di zinco mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura.

Sull'altra metà dovranno essere eseguite prove per verificare l'uniformità dello spessore dello strato di zincatura mediante cinque immersioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata, senza che compaiono sul ferro depositi di rame aderente. Entrambe le prove dovranno essere effettuate, a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla stessa Direzione Lavori, nel rispetto della Norma UNI 4007/78.

Qualora il peso unitario dello strato di zinco risulti inferiore a quello indicato in tabella in più del 20% dei campioni e l'uniformità dello strato risulti carente in eguale misura, la partita sarà rifiutata e l'Impresa dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese.

Del pari la partita sarà rifiutata in assenza od incompletezza del certificato di collaudo e garanzia che il produttore deve rilasciare per ogni partita.

4.31. 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.

4.31.1. Tubazioni

4.31.1.1 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.

4.31.1.2 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.

4.31.1.3 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.

- Giunzioni per saldatura
Dovranno essere sempre eseguite da personale qualificato, con apparecchiature idonee ed in ambiente atmosferico tranquillo.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.).

- 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 ≥ 5 MPa: NFC 68-171;
  - resistenza alla sconnessione ≥ 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 ≥ 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).

4.31.2. 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 ≥ 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 ≥ 20/25 MPa.
Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 Kg/m³ di cemento.

4.31.3. Pozzetti, chiusini, griglie

4.31.3.1 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.

4.31.3.2 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.

4.31.3.3 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.

4.31.4. 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.

4.31.5. Rivestimento per cunette e fossi di guardia

- **in elementi prefabbricati in c.a.v.**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente classe di resistenza ≥ 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 ≥ 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/m³ 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.

4.31.6. Cordonature

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente classe di resistenza ≥ 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 ≥ 20/25 MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 Kg/m³ di cemento che sarà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

4.31.7. 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 ≥ 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.

4.31.8. 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.

4.31.9. 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 m² 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.

4.31.10. Raccolta acque di prima pioggia

4.31.11. Disoleatore

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 anché 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.

4.31.12. 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.

4.31.13. 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.

4.31.14. 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.

4.32. DIFESE SPONDALI

a - con massi di roccia

Per la formazione di scogliere su corsi d'acqua a difesa di opere autostradali o sponde naturali si utilizzeranno rocce di origine intrusiva basica o effusiva basica oppure di natura calcarea purché ricavate da formazioni compatte, completamente inalterate, prive di microfratturazioni e, nel caso dell'utilizzo di rocce carbonatiche, solo se in strati di notevole spessore.
Per l'accettazione dei materiali saranno effettuate prove di laboratorio su campionamenti da svolgere in contraddittorio tra i rappresentanti dell'Impresa e della Direzione Lavori.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti. Le modalità di campionamento e successiva formazione dei provini devono uniformarsi alle seguenti specifiche.

1) La scelta del punto più adatto dove estrarre il campione va definita in via preventiva localizzando il settore ove la roccia presenta caratteristiche omogenee e mediamente rappresentative del fronte di cava avendo cura di eliminare lo strato di alterazione superficiale eventualmente presente sul fronte della cava.
2) Le dimensioni del campione da estrarre devono eccedere sempre quella strettamente occorrenti per svolgere il programma delle prove di Laboratorio definito dalla Direzione Lavori.
3) La formazione e rettifica dei provini per le prove di laboratorio va effettuata in cava per consentirne l'immediata sostituzione in caso di danneggiamento.
4) Su ogni provino va evidenziata sempre la faccia corrispondente alla direzione del piano di posa della pietra in cava.

Ai fini dell'accettazione dei materiali campionati per gli usi suddetti si richiamano gli articoli 6-7-8-10-11 del R.D. n. 2232 del 1939 riguardanti le procedure standard da eseguirsi sui provini per ogni cava di estrazione utilizzata (appresso riportati).

Pertanto si richiede che l'Impresa preliminarmente all'avvio dei lavori, e in caso di variazione della cava di provenienza del materiale, esegua l'intero gruppo di prove in accordo a quanto prescritto nell'estratto del R.D. n. 2232 del 1939 come di seguito riportato.

È facoltà della Direzione Lavori richiedere all'Impresa l'esecuzione di ulteriori gruppi di prove di cui agli artt. 6-8 e 10 in relazione all'entità delle cubature estratte e alla uniformità delle caratteristiche mineralogiche e strutturali del fronte di estrazione.

Stralcio R.D. 16-11-1939 n. 2232

Art. 6) Per stabilire il peso specifico si fa il rapporto tra il peso *p* di una pietra allo stato asciutto e quello *g* dell'acqua distillata che può essere spostata dal volume della sua massa: y=p g.
Si determina su 30-50 g di materiale ridotto in polvere che non lasci residui su vaglio di 900 maglie per metro quadro seccata a 110°, con uno qualsiasi dei comuni metodi noti, purché esso sia tale da dare risultati con approssimazione di unità nella seconda cifra decimale.

Art. 7) Per stabilire il coefficiente di imbibizione si fa il rapporto fra l'aumento di peso che subisce un provino di pietra, quando è saturo d'acqua ed il suo peso allo stato asciutto e cioè:

In cui *G* è il peso del provino asciutto e *Gm* il peso del provino saturo di acqua.
Si determina pesando un provino di pietra asciutta dopo averlo seccato a 110° e quindi immergendolo a poco a poco nell'acqua distillata a

$$\frac{Gm - G}{G}$$

temperatura di 15°- 20° e lasciandovelo finché in successive pesate risulti raggiunto un aumento di peso che si mantenga costante, nell'ordine del centigrammo.
Prima di ripesare il provino occorre asciugarlo alla superficie con un panno. Questa prova in acqua richiede alcuni giorni. Una determinazione più rapida del coefficiente di imbibizione può ottenersi collocando il provino in un recipiente chiuso a tenuta d'aria, facendo in esso il vuoto e quindi introducendo dell'acqua.

Art. 8) La resistenza della pietra all'azione disgregatrice causata dal gelarsi dell'acqua contenuta nei pori si prova su cubetti di 7,1 cm di lato (sezione 50 cm²) per pietre di grana fina e di 10 cm di lato (sezione 100 cm²) per le pietre di grana grossa. Nei provini sono indicate possibilmente le facce che sono parallele al piano di posa della pietra in cava.
Per ogni determinazione occorrono 24 provini, dovendosi fare 3 serie di prove di resistenza alla compressione, e cioè coi provini asciutti, coi provini saturi di acqua e coi provini congelati; in ciascuna delle tre serie di prove quattro cubetti debbono essere assoggettati a pressione nella stessa direzione del piano di posa della pietra in cava ed altri quattro nella direzione perpendicolare al detto piano. I provini per la prima serie di prove devono essere asciugati completamente, e cioè sino a che alla temperatura di 30° non diano più alcuna diminuzione di peso. Per la seconda serie devono essere saturati di acqua, immergendoli più volte in acqua distillata a + 15°. Per produrre il congelamento dei provini, saturi della stessa acqua, essi devono essere posti in acqua distillata a + 35° e lasciati immersi per tre ore, successivamente debbono essere collocati in un frigorifero alla temperatura di -10° e lasciati congelati per la durata di altre tre ore. Il ciclo su indicato completo deve essere ripetuto 20 volte. Il materiale sarà dichiarato non gelivo, se nessuno dei provini, durante e dopo i 20 cicli, presenterà screpolature o tracce di lesioni, e la resistenza media a compressione dopo 20 cicli non risulterà inferiore per oltre il 20% a quella degli analoghi provini saturi di acqua e se il peso non risulterà diminuito.

Art.10) La resistenza alla compressione è eseguita su quattro provini cubici aventi il lato di 7,1 cm (sezione 50 cm²) per pietre di grana fine e di 10 cm (sezione 100 cm²) per pietre di grana grossa, aventi facce esattamente piane e parallele normalmente alle quali si esercita lo sforzo di pressione. La macchina di prova è munita di nodo sferico, ed il carico di prova sale con velocità di 20 kg/cm² al secondo. Lo sforzo di pressione è esercitato perpendicolarmente alle facce parallele al piano di posa della pietra in cava, per quanto ne sia possibile la determinazione, ed anche nella direzione del detto piano. La resistenza è espressa in *kg per cm²*, prendendo la media di quattro provini.
La prova si fa tanto con provini allo stato asciutto, quanto con provini allo stato di saturazione di acqua, inteso nei limiti fissati all'art. 7. Nel certificato della prova viene anche indicato l'aspetto della rottura del provino.

Art.11) La prova di usura per attrito radente, è fatto su due provini prismatici a base quadrata di 7,1 cm di lato ed aventi un'altezza non superiore a 5 cm. Collocati i provini nella macchina di prova devono essere compressi contro il disco rotante con un carico di 3 kg/cm². L'abrasivo ad usura deve essere costituito di sabbia silicea del litorale pesarese formata da granelli che passino per un setaccio con fori di 0,5 mm di diametro. Al disco deve farsi eseguire, con velocità periferica di un metro al secondo, un numero di giri tale da corrispondere ad un percorso di un chilometro del provino sul disco, mentre l'equipaggio portante i provini deve a sua volta ruotare sul suo asse per rendere il consumo uniforme.
È dato come risultato la diminuzione di spessore misurata con un calibro.
Invece di due provini dello stesso campione di pietra se ne può collocare sulla macchina uno solo, sostituendo l'altro con un provino di materiale tipo (es. granito di S. Fedelino) per le prove di confronto.

Posa in opera.

Il rivestimento dell'alveo sarà realizzato con massi di cava di pietra compatta, completamente inalterata, priva di microfratturazioni, con densità media almeno pari a 26 kN/m³.
I massi saranno caratterizzati da rapporti tra la dimensione maggiore e quella minore preferibilmente non superiori a tre.
I massi ritenuti non idonei per caratteristiche fisiche, meccaniche e/o geometriche ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori saranno rifiutati e allontanati dal cantiere.
I massi saranno messi in opera:
- singolarmente, in modo tale da realizzare almeno tre punti di contatto e il massimo grado di incastro con quelli posizionati in precedenza;
- disposti di taglio, ovvero in modo tale che la superficie di appoggio sul piano di posa sia quella minima possibile con l'avvertenza di disporre il lato più lungo in direzione parallela alla direzione corrente.

A livello del piano di appoggio del rivestimento dell'alveo, i vuoti tra i massi saranno riempiti con scaglie di materiale roccioso della stessa natura di quella dei massi in modo che non si formino vortici e la conseguente asportazione di materiale fine; al fine di realizzare la massima scabrezza possibile tale operazione non sarà eseguita nella parte superiore del rivestimento.
Mediamente dovranno essere raggiunti valori di porosità (*Vv/Vt*) non superiori a 0,25 e valori dell'indice di scabrezza (*k/i*) mediamente non inferiori a 0,5, essendo:

Vv = volume dei vuoti;
Vt = volume dei vuoti e dei pieni;
k = la differenza tra la quota media dei punti superiori dei massi e la quota media dei punti di contatto tra i massi;
i = interasse medio tra i massi.

4.33. SOLAI

4.33.1. Generalità

Per tutti i solai, valgono le norme emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086 (DM in vigore), della Legge 2.2.1974 n. 64 (D.M. LL.PP. 3.12.1987 e successivi aggiornamenti) nonché le norme di cui all'articolo "Conglomerati cementizi semplici e armati".

4.33.2. Solai misti in c.a. e laterizi

I blocchi forati in laterizio per solai misti dovranno essere del tipo a funzione statica in collaborazione con il conglomerato; dovranno rispondere alle norme per l'accettazione di materiali di cui all'art. 2 ed avere i seguenti requisiti:
- spessore delle pareti perimetrali ed orizzontali compresse: non minore di 8 mm;
- spessore dei setti: non minore di 7 mm;
- resistenza caratteristica cubica a compressione nella direzione dei fori: di 30 MPa;
- il rapporto fra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione del blocco non deve essere superiore a 0,6÷0,625 A, dove «A» è l'altezza del blocco in metri, con un massimo del 75%.

Le nervature, della larghezza non minore di 1/8 dell'interasse e in ogni modo non inferiore a 8 cm, le zone piene agli incastri, la soletta superiore di compressione, dello spessore non inferiore a 4 cm, saranno realizzate in calcestruzzo di cemento di tipo II e con Rck ≥ 30 MPa; i ferri d'armatura apparterranno al tipo Fe B 44k.
Nei solai di luce superiore a 5,00 m dovranno essere previsti travetti di ripartizione in spessore di solaio; i laterizi dovranno essere bagnati fino a saturazione prima del getto.

4.33.3. Solai alleggeriti a struttura in c.a.

Sono costituiti da lastre prefabbricate in calcestruzzo di tipo II con Rck ≥ 30 MPa, dello spessore di 4 cm, in elementi modulari di larghezza 120, 240 cm o sottomultipli, armati con rete elettrosaldata e tralicci in barre d'acciaio a aderenza migliorata del tipo Fe B 44k, dimensionati in funzione delle luci e delle portate dei solai.
L'alleggerimento sarà ottenuto con blocchi di polistirolo espanso non collaboranti, della densità non inferiore a 20 kg/m³, tenuti in posto con idonei sistemi.
Le nervature, della larghezza non minore di 1/8 dell'interasse e in ogni modo non inferiore a 8 cm, le zone piene agli incastri, le travi a spessore perimetrali e trasversali, la soletta superiore di compressione, dello spessore non inferiore a 4 cm ed armata con rete elettrosaldata in acciaio del tipo Fe B 44 k in ragione di 2,5 kg/m² di soletta, saranno realizzate in calcestruzzo di cemento di tipo II con Rck ≥ 30 MPa; i ferri d'armatura integrativa apparterranno al tipo Fe B 44k, dimensioni e sagomature secondo le indicazioni progettuali.
Nei solai di luce superiore a 5,00 m dovranno essere previsti travetti di ripartizione in spessore di solaio.
Le lastre prefabbricate dovranno essere perfettamente complanari e poggiate su piani livellati, l'intradosso del solaio sarà rifinito mediante sigillatura dei giunti con malta antiritiro additivata con speciali collanti e rasatura finale.

4.33.4. Solai in lamiera grecata e getto collaborante in c.a.

Costituiti da lastre di lamiera grecata con sovrastante getto collaborante in calcestruzzo.
Le lastre di lamiera grecata d'acciaio laminato a freddo dello spessore di 1,2 mm dovranno avere nel senso trasversale un rapporto tra sviluppo effettivo e larghezza della lastra ≥ a 1,6; dovranno essere zincate a caldo con sistema Sendzimir, la faccia a contatto con il calcestruzzo dovrà avere idonei staffaggi atti a migliorare l'aderenza acciaio calcestruzzo.
Il getto collaborante in calcestruzzo di tipo II con Rck ≥ 30 MPa dovrà colmare le nervature e formare una soletta superiore continua dello spessore minimo di 4 cm; potrà eventualmente essere alleggerito mediante impiego d'inerti d'argilla espansa strutturale; sarà armato con rete d'acciaio del tipo Fe B 44k a maglie elettrosaldate; i ferri d'armatura integrativa apparterranno al tipo Fe B 44k, dimensioni e sagomature secondo le indicazioni progettuali.
Compresa la solidarizzazione del solaio alle strutture portanti, secondo i disegni di progetto, gli sfridi della lamiera, la fornitura in opera d'idonee scossaline per il tamponamento delle testate ed il contenimento del getto, ecc..

4.33.5. Solai in lastre multifori estruse prefabbricate in c.a.

Costituiti da lastre multifori estruse prefabbricate in cemento armato precompresso di tipo I con Rck ≥ 55 MPa, armate con trefoli d'acciaio preteso aventi fptk ≥ 1800 MPa, da considerare, come schema statico, a semplice appoggio, di spessore come da indicazioni progettuali. Compreso: il livellamento dei piani d'appoggio; l'impiego di puntelli e banchinaggi per ottenere perfetta planarità all'intradosso; la sigillatura dei giunti longitudinali con malta di cemento dosato a 400 kg/m³ ed additivato con agenti antiritiro; l'esecuzione.
Sulle lastre ancora fresche saranno realizzate delle asole per la posa in opera dei ferri di connessione, che saranno bloccati in opera con calcestruzzo e/o malta additivati con agenti antiritiro; la messa in opera sarà completata dalla realizzazione di cordoli e di corree in c.a. di tipo II con Rck ≥ 30 MPa.

4.34. CONTROSOFFITTI

4.34.1. 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.

4.34.2. 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.

4.34.3. 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.

4.34.4. 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.

4.34.5. 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.

4.34.6. 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.

4.34.7. 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.

4.34.8. 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.

4.35. COPERTURE

4.35.1. 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.

4.35.2. 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.

4.35.3. 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.

4.35.4. 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.

4.35.5. 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.

4.35.6. 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.

4.35.7. 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.

4.35.8. 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.

4.35.bis. PARETI IN PANNELLI PREFABBRICATI

4.35.bis.1. Pannelli portanti in c.a.v. normale o alleggerito

Realizzati in calcestruzzo di cemento di tipo II con Rck $\geq$ 30 MPa, vibrato, ottenuto con inerti, cemento ed additivi fluidificanti e/o acceleranti; eventualmente del tipo alleggerito con impiego d'inerti d'argilla espansa strutturale di densità di 600÷650 kg/m³ e di granulometria appropriata.
I pannelli, delle dimensioni modulari e finiture esterne come previste in progetto (comunque non eccedenti 3,60 m in larghezza), nelle tipologie di: pannello cieco, pannello finestra, pannello porta, pannello veletta, ecc., pezzi speciali quali angolari, riquadrature vani, ecc. e con finiture della superficie esterna tipo: graniglia lavata e colorata, graffiata mediante trattamento a fresco con appositi pettini metallici o lavorata mediante impiego d'idonee matrici di gomma, in calcestruzzo colorato nell'impasto con pigmenti organici o in cemento bianco, ecc.; quell'interna sarà rifinita a fratazzo.
I pannelli avranno lo spessore indicato in progetto e saranno armati con rete elettrosaldata e barre tonde in acciaio (queste ultime poste in corrispondenza delle aperture e dei punti sollecitati).
Particolare cura dovrà essere posta nel posizionamento dell'armatura metallica per garantire l'indeformabilità dell'assetto ed adeguato copriferro.
Per conseguire uniformità di finitura dei pannelli di ciascun edificio, il cemento e gli inerti impiegati dovranno avere provenienza costante; inoltre dovrà essere posta cura nella scelta del disarmante per evitare alterazioni di colore ed altre anomalie.
I pannelli prefabbricati dovranno essere provvisti di ganci per la loro movimentazione; saranno completi di controtelai e/o contromaschere metallici, trattati con vernice isolante dielettrica, zancati ai pannelli di contorno alle aperture di porte e finestre per l'ancoraggio dei serramenti.
Quelli a profilo concavo avranno sagomatura dei bordi con staffe fuoriuscenti dal calcestruzzo in ragione di almeno tre per metro; in particolare le staffe fuoriuscenti dai pannelli dovranno essere collegate mediante barre d'acciaio d'adeguata sezione; il vano risultante fra i bordi dei pannelli dovrà essere sigillato con prodotti a base siliconica.
I giunti saranno realizzati in modo di assicurare continuità strutturale alle pareti e costituire un sistema di tenuta all'acqua ed all'aria.
L'Impresa potrà proporre, in alternativa un diverso sistema di giunto, purché di caratteristiche equivalenti, che potrà essere adottato soltanto dopo formale approvazione della Direzione Lavori.
Durante la fase di montaggio dovranno essere predisposti puntellamenti provvisionali adeguati.

4.35.bis.2.Pannelli di tamponamento e divisori

4.35.bis.2.1. In c.a.v. normale o alleggerito

Valgono le prescrizioni di cui al precedente punto 4.35.bis.1, salvo le seguenti variazioni:
- il calcestruzzo di cemento sarà di tipo II con Rck $\geq$ 25 MPa;
- lo spessore dei pannelli sarà quello previsto in progetto;
- l'armatura dei pannelli sarà in rete elettrosaldata in fili d'acciaio Fe B 44K, del peso di 10 kg/m², e barre d'acciaio poste in corrispondenza d'aperture e nei punti più sollecitati;
- fornitura in opera di boccole ed inserti in profilati HALFEN per il fissaggio dei pannelli alle strutture portanti;
- telai metallici per l'ancoraggio dei serramenti;
- fornitura in opera di guarnizioni in neoprene d'adeguata sezione alla base dei pannelli;
- i giunti dovranno assicurare un sistema di tenuta all'aria e all'acqua costituito almeno da due linee di difesa, strutturate come segue:
  - . inserimento per compressione nell'apposita scanalatura ricavata sui bordi verticali dei pannelli di una guarnizione in profilato di neoprene o materiale equivalente, d'opportuna sagomatura e d'adeguata sezione;
  - . applicazione lungo la linea di giunto, sulla faccia interna dei pannelli, di una guarnizione di tenuta all'aria costituita da nastro sintetico espansivo autoadesivo in schiuma poliuretanica od altro materiale equivalente;
  - . sigillatura della fuga esterna del giunto mediante materiale idoneo approvato dalla Direzione Lavori, applicato previo inserimento nel giunto stesso di un listello separatore.

L'Impresa potrà proporre, in alternativa, un diverso sistema di giunti, purché di caratteristiche equivalenti, che potrà essere adottato soltanto dopo formale approvazione della Direzione Lavori.

4.35.bis.2.2. In fibrocemento

Pannelli prefabbricati dello spessore di 80 mm formati da due lastre piane in fibrocemento compresso e stabilizzato, ciascuna dello spessore di 8÷10 mm, intelaiate con profilati d'acciaio zincato ed interposto strato coibente in resina espansa rigida iniettata a caldo avente bassa permeabilità al vapore e densità non inferiore a 40 kg/m³.
I pannelli saranno di dimensioni modulari di 90÷120 cm e sottomultipli, realizzati nelle tipologie di pannello cieco, pannello finestra, pannello veletta; avranno i bordi sagomati per ottenere una perfetta unione ad incastro e la superficie perfettamente planare; i vani di porte e finestre dovranno essere riquadrati con telai in profilati d'acciaio zincato rullati a freddo, d'adeguata sezione, per l'ancoraggio degli infissi.
Per le pareti esterne, i giunti tra i pannelli dovranno essere adeguatamente attrezzati con guarnizioni flessibili, tali da assicurare la tenuta dell'aria e dell'acqua; inoltre dovranno essere impiegati idonei pezzi speciali per la esecuzione degli angoli nonché scossaline d'adeguata sagomatura alla base ed in sommità dei pannelli.
La sigillatura all'aria e all'acqua dei giunti tra i pannelli e dei bordi orizzontali degli stessi nonché del contorno dei serramenti, sarà realizzata con guarnizioni in Dutral e coprifili in profilati estrusi d'alluminio anodizzato.
Per le pareti interne, i pannelli dovranno essere posti in opera su profilo a pavimento e guida di contenimento superiore in alluminio con adeguati coprifili di finitura in alluminio anodizzato; i giunti saranno eseguiti con guarnizioni coibenti e coprifili in alluminio anodizzato. Saranno predisposti inoltre nel pannello ganci, boccole ed inserti per la loro movimentazione ed il fissaggio alle strutture portanti. Il tutto secondo le indicazioni di progetto.

4.35.bis.2.3. In lamiera zincata

Pannelli dello spessore indicato in progetto, formati da due lamiere da 0,6 mm, lisce o nervate, in acciaio zincato con il sistema Sendzimir e preverniciate a fuoco nel colore previsto; con interposto uno strato coibente in resina espansa rigida iniettata a caldo avente bassa permeabilità al vapore e densità non inferiore a 40 kg/m³, contenuto perimetralmente da profilati in P.V.C..
I pannelli saranno di dimensioni modulari di 90÷120 cm e sottomultipli, realizzati nelle tipologie pannello cieco, pannello finestra, pannello veletta; avranno i bordi sagomati per ottenere una perfetta unione ad incastro e la superficie perfettamente planare; i vani di porte e finestre dovranno essere riquadrati con montanti e traversi in profilati d'acciaio zincato rullati a freddo, d'adeguata sezione, per l'ancoraggio degli infissi; i giunti dovranno essere adeguatamente attrezzati con guarnizioni flessibili, tali da assicurare la tenuta all'aria ed all'acqua.
Dovranno essere impiegati idonei pezzi speciali per la esecuzione degli angoli; alla base ed in sommità delle pareti dovranno essere fornite e poste in opera le scossaline d'adeguata sagomatura e gli accessori di fissaggio dei pannelli alle strutture portanti.

4.35.bis.2.4. In gesso

Pannelli prefabbricati in gesso dello spessore indicato in progetto, a sezione piena o con anima a nido d'ape, con giunti ad incastro a maschio e femmina.
Le giunzioni tra i pannelli saranno opportunamente stuccate con materiali idonei e rasate in modo da dare una superficie continua planare.
I pannelli saranno completi di paraspigoli in profilati d'alluminio anodizzato e di controtelai sui vani degli infissi.

4.35.bis.2.5. In gesso cartonato

Pannelli di gesso cartonato dello spessore di 105 mm, realizzati con due doppie lastre accoppiate in aderenza dello spessore di 26 mm, applicate con

viti ad una ossatura portante in profilati d'acciaio zincato rullati a freddo, della sezione 50x40 mm, posta verticalmente ad interasse di 60 cm e fissata a trasversi di collegamento posti a pavimento, a soffitto e nel contorno dei vani di porte e d'eventuali superfici a giorno.
Il vano risultante tra le due coppie di lastre sarà coibentato con materassini in lana di roccia dello spessore di 50 mm e densità minima di 50 kg/m³.
Le giunzioni tra i pannelli saranno sigillate e rasate in modo da dare una superficie continua planare. I pannelli saranno completi di paraspigoli in profilati d'alluminio anodizzato e di controtelai sui vani degli infissi.

4.35.bis.2.6. In agglomerato di cemento bianco e lana di vetro (tipo G.R.C.)

Pannelli prefabbricati in agglomerato di cemento Portland ad alta resistenza chimica e materiali inerti fini, armati con speciale fibra di vetro resistente agli alcali e trattati con sostanze idrorepellenti per resistere agli agenti aggressivi esterni.
I pannelli saranno preformati in cassero e dimensionati secondo i disegni di progetto; dovranno essere atti a creare motivi architettonici attraverso una precisa definizione della forma e della finitura superficiale.
Lo spessore dei pannelli sarà variabile in funzione della ripartizione degli sforzi con un minimo di 10 mm.
Dovranno essere completi d'organi di sollevamento e fissaggio alle strutture portanti e strutturati per realizzare un sistema atto ad assorbire vibrazioni e dilatazioni termiche oltre a garantire l'impermeabilità delle pareti.
La superficie esterna dovrà essere impermeabilizzata con soluzione a base siliconica trasparente.
Particolare cura dovrà essere posta nella esecuzione dei giunti fra i pannelli, frontali e d'angolo, che dovranno essere attrezzati con canali di drenaggio e scossaline, in lega leggera d'alluminio, atti a drenare ogni infiltrazione e condensa, ed inoltre sigillati con materiale a base siliconica.
Sono previsti: pannelli di facciata ciechi; coppelle; pannelli di facciata con vano finestra, predisposti per ricevere i serramenti, con la battuta munita d'appoggi fissi semielastici (neoprene duro o nylon), guarnizioni in elastomeri ed elementi di fissaggio perimetrali tali da permettere una perfetta messa in quadro dei serramenti e conferire al sistema assoluta impermeabilità.
Particolare cura dovrà essere posta nella posa in opera dei pannelli, che dovrà essere preceduta da un'accurata selezione cromatica dei pannelli stessi, così da ottenere facciate a tonalità uniforme.

4.35.ter. PARETI DIVISORIE MOBILI

4.35.ter.1. Norme generali

Le pareti divisorie mobili saranno realizzate con pannelli di larghezza modulare di 90÷120 cm o sottomultipli, di qualsiasi altezza e dello spessore indicato in progetto.
I pannelli saranno nelle tipologie di pannello cieco, pannello porta, pannello con superfici a giorno e saranno costituiti da:
- una intelaiatura in profilati d'acciaio zincato, rullati a freddo, corrente perimetralmente ai pannelli ed alle eventuali superfici a giorno, con montanti verticali intermedi posti ad interasse di 60 cm;
- due lastre fissate lateralmente all'intelaiatura con viti autofilettanti o automaschianti in acciaio zincato;
- uno strato coibente in pannelli rigidi resinati di lana di vetro.

Le superfici a giorno saranno riquadrate con una intelaiatura in profilati estrusi d'alluminio anodizzato, con interposto vetro lucido dello spessore 4 mm, o lastra di plexiglass dello spessore di 6 mm.
I pannelli saranno posti in opera su profilati d'acciaio zincato posti a pavimento, con guide di contenimento superiore e inferiore in alluminio anodizzato.
I giunti fra i pannelli dovranno essere conformati in modo tale da consentire l'unione fra due o più elementi; inoltre dovranno consentire il passaggio dei cavi elettrici ed avranno la cavità riempita con materiali coibenti.
L'attacco a soffitto ed a pavimento ed i giunti verticali saranno completati con coprifili in alluminio anodizzato; il coprifilo a pavimento avrà anche funzione di battiscopa. La parete dovrà risultare insonorizzata, priva di ponti acustici; l'abbattimento acustico medio dovrà essere non inferiore a 30 dB.

4.35.ter.2. Pareti in lastre di truciolare ignifugo

Costituite da pannelli modulari di 90÷120 cm e sottomultipli, dello spessore di 90÷95 mm, formate da due lastre in truciolare ignifugo classe 1, ciascuna dello spessore di 20 mm nobilitata melaminico su ambedue le facce, fissate su intelaiatura in profilati d'acciaio zincato rullati a freddo d'adeguata sezione, correnti anche sul perimetro di vani di porte e finestrature.
L'intelaiatura sarà costituita da trasversi e montanti, quest'ultimi fissati in opera mediante viti di registrazione.
La coibentazione interna sarà in pannelli rigidi resinati in lana di vetro dello spessore di 50 mm e di densità minima 40 kg/m³.
Tra l'intelaiatura e le lastre in truciolare dovranno essere interposte guarnizioni elastiche fonoassorbenti.
I pannelli saranno posti in opera su profilo a pavimento d'acciaio zincato e guide di contenimento a pavimento e soffitto in alluminio anodizzato.
Compresa la fornitura e posa in opera di fasce d'aggiustaggio orizzontali e verticali, costituite sempre da due lastre in truciolare nobilitato melaminico, con interposti pannelli rigidi resinati in lana di vetro, di speciali guarnizioni elastiche sul perimetro delle pareti, i coprigiunti in alluminio anodizzato.
Sopraluci e parti finestrate a giorno dovranno essere riquadrate in legno nobilitato melaminico, chiuse da due lastre di vetro lucido dello spessore di 4 mm, intelaiate con profilati in alluminio anodizzato completi di coprifili.
Le porte interne saranno del tipo tamburato ad un'anta, dello spessore di 45 mm, costituite da un profilato perimetrale d'adeguata sezione in alluminio estruso anodizzato portante due lastre di truciolare ignifugo dello spessore di 8 mm, placcate su entrambe le facce con laminato plastico melaminico

dello spessore di 0,8 mm; internamente coibentate con pannelli in lana di vetro della densità non inferiore a 40 kg/m³ e spessore 25 mm.
Compreso telaio fisso e coprifili in profilati estrusi d'alluminio anodizzato, maniglie a pomolo apri-chiudi e serratura incorporata.

4.35.ter.3. Pareti in lastre di fibrocemento

Valgono le prescrizioni di cui al precedente punto 4.35.ter.2 salvo le seguenti variazioni:
- i pannelli avranno spessore di 80 mm e saranno formati da due lastre di fibrocemento dello spessore di 8÷10 mm con interposta coibentazione in pannelli rigidi resinati in lana di vetro dello spessore di 60 mm e densità minima 40 kg/m³.

4.35.quater. CONTROFODERE

4.35.quater.1. Norme generali

Le controfodere, da abbinare alle pareti mobili, saranno realizzate con lastre e/o pannelli applicati su una ossatura portante in profilati d'acciaio zincato rullati a freddo, di sezione 50x40 mm, disposta verticalmente ad interasse di 60 cm e fissata a traversi di collegamento posti a pavimento, a soffitto e sul contorno dei vani di porte e d'eventuali superfici a giorno.
Le controfodere saranno fissate lateralmente all'ossatura e ai traversi con viti autofilettanti o automaschianti in acciaio zincato.
È previsto in progetto che il vano risultante tra la controfodera e la parete sia coibentato con pannelli di lana minerale o di roccia dello spessore prescritto e densità minima di 50 kg/m³.
Le giunzioni tra i pannelli e le lastre saranno sigillate o rasate in modo da dare una superficie continua planare.
Le controfodere saranno provviste di coprigiunti, di guide, di paraspigoli in profilati d'alluminio anodizzato, di rivestimento dei pilastri, di riquadrature; il tutto secondo le indicazioni di progetto.

4.35.quater.2. Controfodera in pannelli di gesso cartonato

Il pannello avrà spessore di 26 mm e sarà costituito da due lastre accoppiate in aderenza di gesso cartonato, ciascuna dello spessore di 13 mm.
Compresa la fornitura e posa in opera del coprigiunto, delle guide superiori ed inferiori e della coibentazione con materassini di lana di roccia dello spessore di 50 mm.

4.35.quater.3. Controfodera in lastre trucciolari

Lastra truciolare ignifuga dello spessore di 20 mm, nobilitata melaminico su entrambe le facce. La lastra sarà posta in opera completa del coprigiunto, delle guide superiori ed inferiori e della coibentazione con pannelli rigidi di lana minerale dello spessore di 45 mm.

4.35.quater.4. Controfodera in lastre di fibrocemento

Lastre di fibrocemento dello spessore di 8÷10 mm. La lastra sarà posta in opera completa del coprigiunto e delle guide superiori ed inferiori e della coibentazione con pannelli rigidi di lana minerale dello spessore di 45 mm.

4.36. ISOLAMENTI

I materiali per isolamento termico ed acustico sono:
- pannelli rigidi resinati in fibra di vetro, della densità di 90÷110 kg/m³, completi di schermo antivapore;
- pannelli rigidi resinati in lana di roccia feldspatica, della densità di 120 kg/m³, completi di schermo antivapore;
- pannelli semirigidi resinati in fibre di vetro della densità di 15÷25 kg/m³, completi di schermo antivapore;
- feltri resinati in lana di roccia feldspatica, della densità di 30 kg/m³ completi di schermo antivapore;
- pannelli di polistirene espanso della densità di 20÷30 kg/m³;
- feltri dello spessore di 3 mm, in fibre lunghe di vetro, legate con collanti, cosparsi su una faccia con miscele bituminose, specificatamente per l'isolamento acustico di pavimenti interni;
- pannelli rigidi a struttura cellulare chiusa, in schiuma poliuretanica espansa, di densità 35 kg/m³, additivata con ignifuganti e ritardanti di fiamma, rivestiti sulle due facce con carta kraft del peso di 75 g/m² o in carton-feltro bitumato cilindrato del peso di 300 g/m².

I pannelli dovranno essere elastici per seguire gli eventuali movimenti delle strutture a contatto senza screpolarsi e opportunamente fissati su strutture o entro intercapedini variamente inclinate.
I materiali dovranno essere chimicamente inerti, imputrescibili, autoestinguenti, inodori, non corrosivi, inattaccabili dagli agenti atmosferici, dagli insetti ecc., resistenti alle temperature d'impiego.
In progetto è indicato il tipo di materiale da utilizzare con spessori e densità. Di questi materiali dovranno essere documentati, mediante certificato di prova rilasciato da un laboratorio ufficiale, la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

4.37. RIVESTIMENTI

4.37.1. 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.

4.37.2. 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..

4.37.3. 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.

4.37.4. 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.

4.37.5. 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.

4.37.6. 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 ≥ 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».

4.37.7. Gradini prefabbricati

Il gradino prefabbricato, realizzato in conglomerato cementizio avente Rck ≥ 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.

4.37.8. 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.

4.37.9. Soglie e davanzali in c.a.

La lastra prefabbricata per soglie e davanzali sarà realizzata in conglomerato cementizio avente Rck ≥ 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.

4.37.10. 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.

4.37.11. 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.

4.38. VESPAI

Dopo aver regolarizzato il terreno, per evitare umidità e infiltrazioni di acqua attraverso le pavimentazioni dei fabbricati, sarà realizzato un vespaio composto da:
- ghiaia mista o detriti di cava posti in opera a mano;
- scheggioni di pietrame o ciottoli di fiume intasati con ghiaia o minuto di cava di pezzatura assortita.

Il materiale dovrà essere assestato con idonei mezzi vibranti.
Il vespaio del tipo a camera d'aria è formato da muricci di mattoni pieni ad una testa dell'altezza minima di 15 cm ad interasse di 80 cm con sovrastante tavellonato da 6 cm e massetto dello spessore di 5 cm in conglomerato cementizio avente Rck $\geq$ 25 MPa.
La circolazione dell'aria necessaria per tenere asciutto l'ambiente sarà assicurata da canali di aerazione e bocche di sfogo realizzate nelle murature perimetrali.

4.39. PAVIMENTI

4.39.1. 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.

4.39.2. 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 ≥ 25 MPa, di spessore 15 cm, e la sigillatura dei giunti sarà eseguita con malta di cemento.

4.39.3. In conglomerato cementizio

4.39.3.1 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 ≥ 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.

4.39.3.2 In conglomerato cementizio su pavimentazioni esistenti

Il pavimento sarà realizzato mediante getto sulla pavimentazione esistente, di conglomerato cementizio avente Rck ≥ 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.

4.39.3.3 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 : ≥ 24 h
- tempo di pedonabilità : ≥ 48 h
- tempo di carrabilità : ≥ 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. 4.39.3.1.

4.39.3.4 In conglomerato cementizio per corsie di stazione

Sarà costituita da uno strato di conglomerato cementizio di tipo II con Rck ≥ 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.

4.39.4. 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.

4.39.5. 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.

4.39.6. In gomma e vinilico

Gli elementi saranno applicati su massetto di calcestruzzo di tipo III Rck ≥ 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.

4.39.7. In lastre di calcestruzzo

Sarà eseguita con lastre prefabbricate in calcestruzzo di tipo II con Rck ≥ 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.

4.39.8. In elementi modulari autobloccanti in cls vibrato

Sarà eseguita con elementi modulari autobloccanti in calcestruzzo vibrato avente Rck ≥ 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.

4.39.9. 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.

4.39.10. 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 ≥ 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.

4.39.11. In moquette

Sul massetto in conglomerato cementizio si creerà un sottofondo di spessore 4 cm costituito da calcestruzzo di tipo II con Rck ≥ 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.

4.39.12. 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/m³ 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.

4.40. CANALI DI GRONDA, PLUVIALI, SCOSSALINE, ECC.

4.40.1. 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.

4.40.2. 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.

4.40.3. 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.

4.40.4. 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.

4.41. STRUTTURE E LATTONERIE IN ACCIAIO INOX

Si richiama l'articolo relativo all'acciaio per carpenteria per l'osservanza di Leggi e Regolamenti in ordine agli adempimenti connessi con la esecuzione dei lavori, al collaudo tecnologico dei materiali, al controllo in corso di lavorazione ed al montaggio.
Per strutture portanti costituite da pilastri, travi, cerniere e carpenterie in genere di qualsiasi spessore, forma e dimensione, anche scatolare, è previsto l'impiego di lamiere laminate a caldo in acciaio inox x6 Cr/Ni Ti 18/11 (secondo UNI 6900-71) corrispondente ad AISI 321.
Nelle lattonerie per foderature, carenature, scossaline, tubazioni, ecc. di qualsiasi forma e dimensione, anche scatolare, di spessore fino a 3 mm, è previsto l'impiego di lamiera laminata a freddo in acciaio inox x5 Cr/Ni 18/10 (secondo UNI 6900-71) corrispondente ad AISI 304.
Gli acciai inox dovranno presentare il grado di finitura previsto in progetto, di norma satinatura ottenuta mediante smerigliatura e preceduta da decapaggio con soluzione acida. In corrispondenza di cordoni di saldatura o in altri punti particolari, la smerigliatura dovrà essere preceduta da rimozione dei residui del fondente e da sabbiatura.
Particolare cura dovrà essere posta nell'imballaggio delle lamiere e nella protezione superficiale mediante carta o plastica adesiva.

4.41.bis. RIVESTIMENTI IN ALLUMINIO E LEGHE LEGGERE DI ALLUMINIO

Per foderature e manufatti anche scatolati in lamiera di alluminio puro (titolo 99,5%) dello spessore indicato in progetto, dovrà essere impiegato alluminio primario P-ALP 99,5 UNI 4507.
Per i rivestimenti in profilati estrusi di alluminio anodizzato bianco satinato dovranno essere impiegate leghe leggere da lavorazione plastica resistente alla corrosione secondo le norme UNI.
Le finiture potranno essere realizzate anche mediante:
- Anodizzazione in alluminio puro, a colore naturale o per elettrocolorazione (di norma bruno, bronzo, nero);
- Preverniciatura a forno con polveri poliestere, nei colori previsti secondo quanto indicato negli elaborati di progetto.

Nell'intradosso di pensiline, il rivestimento sarà eseguito con profilati cannettati estrusi di alluminio anodizzato bianco satinato, fissati alle strutture portanti mediante bulloneria.
I profilati dovranno avere lo spessore di 1,5 mm; la cannettatura avrà passo come da progetto e profondità di almeno 3,5 mm e contenere particolari sagomature in corrispondenza dei vani per le plafoniere od altri accessori.

4.42. INFISSI

4.42.1. Norme generali

L'Impresa prima di dare corso alla esecuzione delle singole opere dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori campioni dei materiali, disegni di dettaglio e particolari eseguiti al vero; quando esplicitamente richiesto dalla Direzione Lavori dovrà produrre anche prototipi.
Quanto sopra per far verificare dalla Direzione Lavori, anche nei particolari, le caratteristiche di struttura e di funzionamento delle singole tipologie di infissi.
L'Impresa è responsabile della verifica del fabbisogno degli infissi nelle varie tipologie e dimensioni per cui deve intendersi a suo carico qualsiasi discordanza che dovesse riscontrarsi in sede esecutiva.
Gli infissi sia in legno sia in metallo, dovranno sempre intendersi completi, adeguatamente a ciascun tipo, di tutti gli accessori di sostegno, movimento, chiusura e trattenuta nonché, come previsto nei disegni esecutivi, di vetri o di cristalli.
L'Impresa ha l'obbligo di sottoporre all'esame della Direzione Lavori, prima della posa in opera, tutti gli infissi; a questo fine farà conoscere i tempi e i luoghi delle varie lavorazioni eseguite in stabilimento ancorché lo stabilimento non sia di proprietà dell'Impresa.
In particolare per gli infissi che dovranno essere finiti con vernice opaca, il controllo della Direzione Lavori dovrà esplicarsi prima della verniciatura.
L'accettazione delle forniture da parte della Direzione Lavori non avrà comunque carattere definitivo, riservandosi il giudizio finale agli atti di collaudo.
Resta pertanto inteso che l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla sostituzione, rettifica e ripristino di tutte quelle opere o parti di esse che presentassero difetti di qualsiasi natura o genere.
I vetri dovranno essere della qualità e delle dimensioni richieste, di un sol pezzo per ogni specchiatura ed essere conformi alle Norme di unificazione propria per ogni tipo (Norme UNI: 5832-72, 6027-72, 6028-67, 6123-67, 6486-69, 6487-69, 7142-72, 7171-73, 7172-73 e successivi aggiornamenti).
Dovranno avere trasparenza limpida ed essere perfettamente lisci, privi di bolle, ondulazioni e macchie, di spessore uniforme con facce piane parallele.
L'Impresa procederà alla fornitura e posa in opera dei vetri secondo le previsioni di progetto e nel rispetto della Norma UNI 6534-74 "Vetrazioni in opere edilizie".
I vetri camera dovranno essere uniti al perimetro con apposito profilato e distanziatore saldato con siliconi o polisolfuri o butile; lo spessore delle lastre e della camera sono quelli indicati negli elaborati di progetto.

I cristalli di sicurezza stratificati sono costituiti dalla unione di più lastre di cristallo con interposti fogli di polivinilbutirrale di spessore 0,38 mm, secondo le indicazioni progettuali.
Gli accessori di sostegno, movimento, chiusura e trattenuta saranno del tipo indicato nei disegni di dettaglio.
L'Impresa dovrà effettuare la posa in opera a regola d'arte avendo cura, tra l'altro, di proteggere convenientemente i manufatti da urti, polveri, calci e/o cemento, mediante adeguati rivestimenti provvisionali.
Quando previsto negli elaborati progettuali, gli infissi saranno dotati di:
- maniglione antipanico a barra tubolare orizzontale oscillante a mezzo di leve incernierate alle scatole laterali, fissato su una anta di porta metallica in luogo della maniglia prevista, del tipo a semplice o triplice espansione;
- serratura elettrica del tipo da infilare, con scrocco e catenaccio a due mandate in luogo della serratura prevista, per apertura a distanza compreso il collegamento elettrico ed il relativo comando;
- chiudiporta a pompa:
  del tipo a pavimento dato in opera previa formazione di incavo e di piastra di copertura in acciaio inox;
  del tipo aereo a compasso con finitura superficiale dello stesso colore della porta alla quale va imposto;
- griglie di aerazione in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato nei colori argento o bronzo, costituita da lamelle di speciale sagomatura, telaio portante e cornici coprifili sui due lati, in progetto può essere previsto che (alcune), sui lati interni, siano munite di elementi filtranti.

4.42.2. Infissi in legno

Il tipo di legname da impiegare per i singoli lavori è quello specificato nel progetto.
I legnami saranno, esclusivamente di prima scelta, stagionati per almeno due anni dal taglio o perfettamente essiccati artificialmente; la percentuale di umidità massima ammessa sarà del 15% da determinarsi secondo la Norma UNI 4391.
Dovranno essere ricavati da tavolami diritti, a fibra compatta e resistente, con venatura e colore uniformi, privi di spaccature e fenditure sia radiali sia circolari, sani ed esenti da nodi, cipollature, tarli ed ogni altro difetto.
Ogni singolo elemento degli infissi dovrà essere finito con carta vetrata e pomice onde eliminare qualsiasi sbavatura; tutti gli spigoli dovranno essere leggermente arrotondati.
È assolutamente vietato l'uso di qualsiasi mastice per coprire difetti naturali o di lavorazione.
Ogni particolare dovrà risultare conforme ai disegni di progetto.
Le quote riportate sui disegni particolari e di dettaglio debbono intendersi come riferite ad elementi finiti: saranno, in via eccezionale, ammesse tolleranze di ±0,5 mm sullo spessore e di ±2 mm su larghezza e lunghezza.
I montanti e i traversi dovranno essere ciascuno in un solo pezzo, collegati a tenone e mortasa con caviglie in legno duro.
Gli infissi da finire con vernici trasparenti avranno le connessioni a ingletto od ugnatura, cioè a 45° tra montante e traverso.
Gli incastri a maschio e femmina dovranno attraversare i pezzi a cui saranno calettati con un gioco tra tenone e mortasa non superiore a 0,1÷0,2 mm per una perfetta aderenza con la colla.
La tolleranza di testa per incastri in legni massicci lavorati a pannelli, perline o doghette dovrà risultare non inferiore ai 2 mm ed in ogni caso sufficiente a permettere la naturale dilatazione tra i singoli elementi.
Per la lavorazione di elementi tamburati è prescritto l'uso di fogli compensati e paniforti, confezionati con legnami di prima categoria selezionati, sani, incollati a freddo e con strati a spessore costante.
Gli strati interni dovranno essere disposti a fibra incrociata; i fogli esterni, continui, uniformi, esenti da fenditure, buchi e tarli, con un massimo per ogni metro quadrato di 5 nodi sani, aderenti e di diametro inferiore a 15 mm.
Strutture tamburate, comunque eseguite, saranno finite sul perimetro con massello in legno duro.
Per l'unione delle varie parti e per il fissaggio degli accessori e degli apparecchi di manovra, posti a perfetto incasso, dovranno adottarsi viti inossidabili; è vietato l'uso di chiodi. Dette viti, dopo il loro approfondimento di 1÷2 mm nello spessore del legno, dovranno essere opportunamente stuccate.
Il fissaggio al muro dei controtelai avverrà per mezzo di codette o di fascette in ferro con estremità a zanca, protette da vernice antiruggine.
Gli infissi dovranno essere finiti con cicli di verniciatura, come indicato nelle presenti Norme Tecniche.

4.42.2.1 Porte in legno

Le tipologie delle porte sono le seguenti:
- Porta interna tamburata ad una o più ante in legno di abete di prima scelta, cieche o munite di specchiature con vetro float di spessore 6 mm, costituita da:
  - telaio portante di spessore non inferiore a 35 mm e larghezza pari a quella del controtelaio;
  - cornici coprifilo di abete;
  - ante mobili dello spessore minimo di 40 mm composte da intelaiatura perimetrale di sezione 50x40 mm e struttura interna in cellulare a nido d'ape rivestita con pannelli in compensato di pioppo da 5 mm.
  La porta sarà corredata da: tre cerniere per ogni anta, maniglie in ottone cromato di tipo pesante, serratura tipo Patent.
  L'infisso sarà finito con verniciatura a tre mani con ciclo "A" (ciclo opaco).
- Porta interna tamburata ad una o più ante in legno pregiato (rovere, noce, mogano, ecc.) di prima scelta, cieche o munite di specchiature con vetro float di spessore 6 mm, costituita da:
  - telaio portante di spessore non inferiore a 35 mm e larghezza pari a quella del controtelaio;
  - cornici coprifilo in legno pregiato;
  - ante mobili dello spessore minimo di 43 mm composte da intelaiatura in massello di legno di sezione 50x40 mm, struttura interna in cellulare a nido d'ape;
  - pannellatura di compensato impiallacciato in legno pregiato dello spessore di 5 mm o con pannellatura in sfibrato di legno extra duro dello spessore di 3,5 mm rivestita con laminato plastico di spessore 1,2 mm;

- finitura perimetrale con cornice in massello di legno pregiato avente sezione ad U munita di battuta.

La porta sarà corredata da: tre cerniere per ogni anta, maniglia in ottone cromato di tipo pesante, serratura tipo Patent. L'infisso sarà finito con una verniciatura a tre mani con ciclo "B" (ciclo trasparente).
Sopraluce costituita da telaio portante avente le stesse caratteristiche di quello della porta; cornici coprifili; specchiatura con vetro float dello spessore di 6 mm o grigliata con stecche in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di particolare sagomatura; è prevista l'apertura a vasistas con i relativi organi di manovra e chiusura.

- Portoncino alla mercantile ad una o due ante costituito da: telaio portante di sezione 50x60 mm e cornici coprifilo in rovere o pitch-pine; ante mobili con intelaiatura in regoli di abete di 1ª scelta di spessore 30 mm; specchiatura esterna ed interna in doghe di rovere o di pitch-pine dello spessore di 12 mm; gocciolatoio riportato ad incastro.
  Il portoncino sarà corredata da: tre cerniere per ogni anta; ferramenta e maniglie in ottone di tipo pesante; serratura tipo Yale.
  L'infisso sarà finito con una verniciatura a tre mani con ciclo "B" (ciclo trasparente).
  Sopraluce costituita da: telaio portante avente le stesse caratteristiche di quello della porta; cornici coprifili; specchiatura con vetro-camera dello spessore complessivo di 24 mm di cui: lastra esterna in vetro antisfondamento stratificato dello spessore di 8÷9 mm, camera di 9 mm, lastra interna in vetro float dello spessore di 6 mm; apertura a vasistas e relativi organi di manovra e chiusura.

Dimensioni e tipologie delle porte saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di progetto.

4.42.2.2 Finestre e Portefinestre

- Le finestre e le portefinestre:

in legno di abete verniciato a tre mani con ciclo "A" (ciclo opaco);
in rovere o pitch-pine verniciato a tre mani con ciclo "B" (ciclo trasparente);
avranno una o più ante anche con apertura a vasistas.
Saranno costituite da telaio portante di 55x75 mm, da ante mobili in regoli di 45x65 mm con traversa inferiore di 85 mm e con il gocciolatoio riportato ad incastro; rifinite con cornici coprigiunto; saranno complete di: vetri tipo float da 6 mm; ferramenta in ottone cromato di tipo pesante; cremonese con asta incassata.

Dimensioni e tipologie delle finestre e portefinestre saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di progetto.

4.42.3. Infissi in ferro

I profilati da impiegare dovranno essere del tipo speciale ferro-finestra e dovranno avere sezione tale da garantire assoluta indeformabilità e perfetto funzionamento. I profili dovranno essere ben definiti, a superficie liscia, spigoli netti, con spessore uniforme non inferiore ai 2 mm nelle membrature ed essere esenti da qualsiasi difetto superficiale e strutturale.
Le parti apribili dovranno essere munite di coprigiunti in modo che il buon funzionamento non sia compromesso dalla polvere o dagli agenti atmosferici.
La tenuta all'acqua ed all'aria dovrà essere garantita da battute multiple, sussidiate da guarnizioni elastiche, gocciolatoi esterni e raccogli-condensa.
Inoltre, quei tipi che in disegno saranno indicati a filo esterno del muro dovranno essere muniti di apposito coprigiunto da sovrapporre tra telaio ed intonaco. Tutte le giunzioni dovranno essere eseguite con saldatura elettrica di testa od a filo continuo.
In particolare le saldature dei giunti a 45° dovranno realizzare l'unione dell'intero perimetro delle superfici accoppiate ed evitare filtrazioni di acque nell'interno dei profilati.
Tutte le saldature dovranno essere accuratamente ripulite dalle scorie e molate.
Per l'applicazione dei vetri dovranno usarsi esclusivamente fermavetri in canalina ad U di lamiera zincata di dimensioni minime di 10x10x1 mm.
Le finestre e le porte-finestre realizzate in profilati speciali di acciaio dovranno avere la ferramenta di sostegno e di manovra in ottone tipo pesante.
Tutti gli infissi in ferro dovranno essere protetti con cicli di verniciatura, come indicato nelle presenti Norme Tecniche.
Gli infissi per le finestre e le porte-finestre dovranno avere un peso medio, compreso il telaio fisso ed esclusi i vetri, di norma non inferiore a 23 kg/m².

4.42.3.1 Porte

La porta esterna, ad una o due ante, in acciaio zincato a caldo sarà costituita da:

- un telaio portante realizzato in profilati tubolari di adeguata sezione;
- ante mobili tamburate mediante una pannellatura in lamiera di acciaio zincato a caldo dello spessore di 1 mm, applicata sull'intelaiatura in profilati di acciaio e con interposto strato coibente realizzato con pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 40 kg/m³;
- ante mobili grigliate con stecche in acciaio zincato a caldo dello spessore di 3 mm, munite sul lato interno di rete antinsetti, intelaiate in profilati tubolari dello spessore minimo di 50 mm munite di gocciolatoio.
  Sarà corredata da tre cerniere per ogni anta, da maniglie in ottone cromato, da serratura tipo Yale e finite con verniciatura a tre mani con ciclo "D" oppure preverniciate a polveri.
  Sopraluce costituita da: telaio portante avente le stesse caratteristiche di quello delle porte; cornici coprifili; specchiatura con vetro-camera dello spessore complessivo di 24 mm, di cui: lastra esterna in vetro antisfondamento stratificato dello spessore di 8÷9 mm, camera di 9 mm, lastra interna in vetro float dello spessore di 6 mm oppure grigliata con stecche in acciaio zincato a caldo di spessore 3 mm. Saranno finite con lo stesso ciclo di verniciatura della porta e potranno essere complete di apertura a vasistas e dei relativi organi di manovra e di chiusura.

Dimensioni e tipologia delle porte saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di progetto.

4.42.3.2 Finestre e Portefinestre

Le finestre e le portefinestre saranno realizzate in acciaio verniciato a tre mani con ciclo "B"; saranno costituite da un telaio portante e una intelaiatura delle parti fisse in profilati speciali; da parti mobili apribili a ventola, bilico, a vasistas, in profilati a battentatura multipla muniti di guarnizioni elastiche;

saranno completate con apparecchi per l'apertura contemporanea di bilici o vasistas da azionarsi mediante maniglie a frizione o ad asta e cariglione, cornici coprigiunti e vetri float dello spessore di 6 mm.

Porte blindate

- Porta blindata ad un'anta costituita da: un controtelaio da premurare realizzato in lamiera di acciaio dello spessore di 4 mm munito di otto robuste zanche della lunghezza di almeno 25 cm; un telaio portante realizzato in lamiera di acciaio dello spessore di 4 mm che sarà fissato al controtelaio mediante perni in corrispondenza della battuta dell'anta; cornici coprifilo; anta mobile tamburata in acciaio composta da una lamiera esterna dello spessore di 4 mm; una intelaiatura perimetrale ed interna in profilati scatolati dello spessore di 4 mm; una lamiera interna dello spessore di 2 mm; coibentazione interna formata da pannelli rigidi di lana minerale; cerniere in acciaio con perno antifrizione munite di cuscinetti a sfere reggispinta; serratura di servizio con scrocco e maniglia; serratura di sicurezza a triplice espansione con sette catenacci di cui cinque orizzontali, uno superiore ed uno inferiore; quattro parastrappi fissi sul lato delle cerniere. L'anta sarà finita con:
  - verniciatura a tre mani con ciclo "D" o preverniciate a polveri, previa sabbiatura;
  - rivestita sulle due facce con pannellatura costituita da sfibrato in legno di spessore 3 mm e soprastante laminato plastico dello spessore di 1,2 mm; le parti metalliche in vista rifinite come sopra.

  Quando previsto in progetto, l'anta dovrà avere una specchiatura della superficie di 6 dm² in vetro blindato a quattro strati dello spessore di 36÷38 mm.
- Porta esterna blindata ad una o due ante, costituita da profilati in acciaio zincato a caldo dello spessore minimo di 4 mm, di adeguata sezione e con vetri stratificati a quattro strati di spessore 36÷38 mm.

  Sarà completa di: telaio portante in profilati in acciaio zincato a caldo dello spessore minimo di 4 mm, ancorato solidamente alle strutture con robuste zanche; cerniere in acciaio con perno antifrizione munite di cuscinetti a sfera reggispinta; parastrappi applicati sul telaio dal lato delle cerniere; paletti di bloccaggio; serratura di servizio con scrocco e maniglia; serratura di sicurezza a triplice espansione con sette catenacci di cui cinque orizzontali, uno superiore ed uno inferiore; verniciatura a tre mani con ciclo "D"; guarnizioni di tenuta; coprifili.

4.42.3.3 *Porte tagliafuoco*

- Porta tagliafuoco, ad uno o due battenti, avente resistenza al fuoco di classe "REI 120" atta a conservare sotto l'azione del fuoco, per 120 min, la resistenza meccanica, la tenuta a fiamme, a gas e a fumi e l'isolamento termico.

  La porta sarà costituita da:
  - telaio portante in profilati in acciaio a Z fissato alla muratura con zanche, munito di guarnizione perimetrale autoespandente, protetta da lamierino, per tenuta al fumo e resistente alle alte temperature;
  - ante scatolate dello spessore minimo di 50 mm, in lamiera di acciaio dello spessore minimo di 1 mm, pressopiegata per formare ala di battuta sul telaio, irrigidite internamente sul perimetro con profilato saldato elettricamente, isolate nell'intercapedine con pannello rigido costituito o da lana di vetro o da due lastre di solfato di calcio precompresso con interposto strato rigido in perlite espansa ad alta densità, rostro di tenuta e cerniere speciali delle quali una con molla interna per chiusura automatica, serratura antincendio adeguatamente protetta e maniglione antipanico a barra oscillante.

    La porta sarà rifinita con verniciatura a tre mani di ciclo "D" previa sabbiatura.
- Porta tagliafuoco ad un'anta ad apertura scorrevole avente resistenza al fuoco di classe "REI 60", predisposta per il funzionamento semiautomatico.

  La porta sarà costituita da:
  - telaio portante in profilati in acciaio fissato alla muratura con zanche;
  - anta scatolata dello spessore minimo di 45 mm, in lamiera di acciaio dello spessore minimo di 1,0 mm, pressopiegata per formare battuta sul telaio, irrigidita internamente sul perimetro con profilato saldato elettricamente, isolata nell'intercapedine con due materassini in fibra ceramica con interposto un pannello rigido in lana minerale.

  Sarà completata da una monorotaia superiore in acciaio completa di veletta di copertura, staffe e supporti; carrelli di scorrimento snodati; guida inferiore sagomata; guarnizioni di tenuta; serratura antincendio adeguatamente protetta; contrappeso con cordino di trascinamento entro carter metallico ispezionabile; verniciatura a tre mani con ciclo "D" previa sabbiatura.

4.42.3.4 *Porte blindate*

- Porta blindata ad un'anta costituita da: un controtelaio da premurare realizzato in lamiera di acciaio dello spessore di 4 mm munito di otto robuste zanche della lunghezza di almeno 25 cm; un telaio portante realizzato in lamiera di acciaio dello spessore di 4 mm che sarà fissato al controtelaio mediante perni in corrispondenza della battuta dell'anta; cornici coprifilo; anta mobile tamburata in acciaio composta da una lamiera esterna dello spessore di 4 mm; una intelaiatura perimetrale ed interna in profilati scatolati dello spessore di 4 mm; una lamiera interna dello spessore di 2 mm; coibentazione interna formata da pannelli rigidi di lana minerale; cerniere in acciaio con perno antifrizione munite di cuscinetti a sfere reggispinta; serratura di servizio con scrocco e maniglia; serratura di sicurezza a triplice espansione con sette catenacci di cui cinque orizzontali, uno superiore ed uno inferiore; quattro parastrappi fissi sul lato delle cerniere. L'anta sarà finita con:
  - verniciatura a tre mani con ciclo "D" o preverniciate a polveri, previa sabbiatura;
  - rivestita sulle due facce con pannellatura costituita da sfibrato in legno di spessore 3 mm e soprastante laminato plastico dello spessore di 1,2 mm; le parti metalliche in vista rifinite come sopra.

  Quando previsto in progetto, l'anta dovrà avere una specchiatura della superficie di 6 dm² in vetro blindato a quattro strati dello spessore di 36÷38 mm.
- Porta esterna blindata ad una o due ante, costituita da profilati in acciaio zincato a caldo dello spessore minimo di 4 mm, di adeguata sezione e con vetri stratificati a quattro strati di spessore 36÷38 mm.

  Sarà completa di: telaio portante in profilati in acciaio zincato a caldo dello spessore minimo di 4 mm, ancorato solidamente alle strutture con robuste zanche; cerniere in acciaio con perno antifrizione munite di cuscinetti a sfera reggispinta; parastrappi applicati sul telaio dal lato delle cerniere; paletti di bloccaggio; serratura di servizio con scrocco e maniglia; serratura di sicurezza a triplice espansione con sette catenacci di cui

cinque orizzontali, uno superiore ed uno inferiore; verniciatura a tre mani con ciclo "D"; guarnizioni di tenuta; coprifili.

4.42.4. Infissi in alluminio e sue leghe

I materiali da impiegare nella costruzione degli infissi dovranno avere le caratteristiche di seguito indicate:
- profilati estrusi in lega primaria P-Al Si 0_4 Mg UNI 3569 allo stato bonificato;
- laminati, trafilati o sagomati non estrusi in alluminio primario P-ALP-99,5 UNI 4507;

entrambi trattati con ossidazione anodica di spessore 15 µm, secondo UNI 4522-66, nelle classi ARP-15, ARS-15, ARC-15, in base alle previsioni di progetto.
I profilati estrusi speciali (tubolari o aperti) impiegati dovranno essere a battentatura multipla dei tipi e delle sezioni previsti in progetto; in particolare la sezione dei profilati dovrà essere adeguata alle dimensioni degli infissi ed ai tipi di vetro imposti.
Dovranno essere lavorati con il sistema a giunto aperto con camera interna di rarefazione e guarnizioni di tenuta in neoprene.
La tenuta perimetrale degli infissi dovrà essere conseguita mediante perfetta lavorazione e rettifica dei profilati; gli elementi dovranno essere connessi tra loro mediante saldatura elettrica; le unioni agli angoli rafforzate con squadrette inserite nelle cavità dei profilati e fissate con avvitamento occulto.
La blindatura dei serramenti, quando prevista in progetto, dovrà essere realizzata con profilati di acciaio zincato a caldo, fissati con avvitamento occulto all'interno dei profilati estrusi in lega leggera.
Nelle strutture murarie, dovranno essere posti in opera controtelai o contromaschere in acciaio trattati con vernice isolante dielettrica per permettere la completa rifinitura dei vani prima di montare gli infissi.
Tra le contromaschere e gli infissi esterni dovrà essere applicato, in sede di montaggio, nell'apposito alloggiamento un cordone autosigillante. Le cerniere dovranno essere in profilato estruso di lega leggera con spine di acciaio inossidabile; maniglie e organi di manovra in lega leggera di tipo pregiato.
Quando previsto in progetto, gli infissi di finestra dovranno avere incorporate guide con relativi accessori per l'installazione di tende alla veneziana in lamelle di alluminio, da manovrare mediante comando ad arganello con dispositivo "DUE IN UNO" ad asta e manovella oscillante per la raccolta e l'orientamento simultaneo delle lamelle.
Gli infissi di finestra dovranno avere un peso medio, escluse le contromaschere, le blindature in acciaio ed i vetri, di norma non inferiore a 15 kg/m²; quelle con apertura a bilico, ad anta ribalta o blindate dovranno avere un peso unitario superiore rispetto ai 15 kg/m² e comunque rapportato alle dimensioni dell'infisso.
Per la posa in opera dei vetri dovranno usarsi esclusivamente fermavetri in profilati ad U estrusi in lega leggera; per evitare vibrazioni e movimenti delle lastre nei telai, tra lastra e telaio, dovranno essere forniti e posti in opera tasselli e guarnizioni in gomma dura o neoprene di dimensioni adeguate al peso ed allo spessore delle lastre.

4.42.4.1 Porte

Le tipologie delle porte in alluminio sono:
- Porta interna tamburata ad una o più ante costituita da: telaio portante composto da due elementi in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di adeguata sezione tra loro uniti telescopicamente per essere imposti a pareti di spessore da 90 a 150 mm, ciascuno comprendente una cornice coprifilo munita di guarnizione in dutral nei punti a contatto con la parete; ante mobili cieche o munite di specchiature con vetro float dello spessore di 6 mm, come da indicazioni di progetto, dello spessore minimo di 43 mm composte da intelaiatura in massello di legno di sezione 50x40 mm, struttura interna in cellulare a nido d'ape, pannellatura in sfibrato di legno extra duro dello spessore di 3,5 mm rivestita con laminato plastico di spessore 1,2 mm, finitura perimetrale con cornice in profilato estruso in lega leggera di alluminio anodizzato avente sezione ad U munita di battuta. Le cerniere saranno tre per anta in lega leggera di alluminio anodizzato e serratura e pomolo del tipo "premi-apri".
- Porta interna ad una o più ante costituita da: telaio portante composto da due elementi in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di adeguata sezione, tra loro uniti telescopicamente per essere imposti a pareti di spessore da 90 a 150 mm, ciascuno comprendente una cornice coprifilo munita di guarnizione in dutral nei punti a contatto con la parete.
  Le ante mobili, secondo le indicazioni di progetto:
  - tamburate mediante pannellatura in lamiera di alluminio anodizzato di spessore 1 mm applicata sull'intelaiatura in profilati estrusi di lega leggera con interposto strato coibente in pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 40 kg/m³;
  - aventi ciascuna due specchiature in vetro antisfondamento stratificato dello spessore di 6÷7 mm;
  - aventi la parte inferiore tamburata e la parte superiore a vetri;

  dello spessore minimo di 45 mm composte da intelaiatura in profilati estrusi di lega leggera di alluminio anodizzato di adeguata sezione.
  La porta sarà provvista di tre cerniere per anta in lega leggera di alluminio anodizzato e serratura e pomolo tipo "premi-apri".
- Porta esterna ad una o due ante in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato, di adeguata sezione costituita da: telaio portante; cornici coprifilo. Le ante mobili, secondo le indicazioni di progetto:
  - tamburate mediante pannellatura in lamiera di alluminio anodizzato di spessore 1,5 mm applicata sull'intelaiatura in profilati estrusi in lega leggera con interposto strato coibente in pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 40 kg/m³;
  - aventi ciascuna due specchiature con vetro-camera dello spessore complessivo di 24 mm, di cui: lastra esterna in vetro antisfondamento stratificato dello spessore di 8÷9 mm, camera di 9 mm, lastra interna in vetro float dello spessore di 6 mm;
  - aventi la parte inferiore tamburata e la parte superiore a vetri;
  - grigliate con stecche in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di idoneo spessore e particolare sagomatura, munite sul lato interno di rete antinsetti.

Le ante mobili saranno intelaiate in lega leggera di alluminio dello spessore minimo di 45 mm munite di gocciolatoio. Le porte sono provviste di controtelaio in acciaio trattato con vernice isolante dielettrica; di tre cerniere per anta e pomolo o maniglia in lega leggera di alluminio anodizzato; di serratura tipo Yale.
Sopraluce costituita da: telaio portante avente le stesse caratteristiche di quello delle porte; cornici coprifili; specchiatura con vetro float dello spessore di 6 mm o grigliata con stecche in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di particolare sagomatura. Il sopraluce, quando previsto in

progetto, dovrà avere apertura a vasistas con relativi organi di manovra e chiusura.
Le tipologie ed accessori saranno conformi a quelli scelti dal progettista.

4.42.4.2 *Finestre e Portefinestre*

Le finestre e le porte finestre saranno realizzate in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato, lavorato con il sistema a giunto aperto, costituite essenzialmente da:
- contromaschere in acciaio trattato con vernice isolante dielettrica, complete di zanche da premurare, per permettere la completa rifinitura dei vani prima di montare gli infissi;
- telaio perimetrale in profilati estrusi in lega, da fissare con avvitamento occulto;
- parti mobili apribili costituite da: telaio portante in profilati estrusi in lega leggera con battentatura multipla muniti di guarnizioni elastiche; specchiature che, da scelte progettuali, possono essere con vetro float, stratificato, vetro-camera.

Quando previsto, i profilati del telaio e delle parti mobili, saranno elettrocolorati e/o preverniciati a forno con polveri poliesteri, nei colori indicati.
Vetrata fissa, con parti mobili per vani di porte e finestre, in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato, realizzata come da prescrizioni progettuali, costituita da: telaio perimetrale, intelaiatura delle specchiere, vetrature, controtelaio in acciaio zincato trattato con vernice isolante dielettrica.
Vetrata blindata fissa, con parti mobili per vani di porte e finestre, in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di adeguata sezione, rinforzati internamente con profilati in acciaio zincato a caldo dello spessore di 4-6 mm, realizzata come da prescrizioni progettuali, costituita da: telaio perimetrale, intelaiatura delle specchiere, vetrature, controtelaio in acciaio zincato trattato con vernice isolante dielettrica.
Parete esterna perimetrale realizzata con sistema di facciata continua, secondo i disegni di progetto, costituita da una struttura portante in profilati estrusi di lega leggera di alluminio «a taglio termico».
La struttura composta da montanti e traversi, distribuiti secondo la maglia indicata nei disegni di progetto, dovrà corrispondere alle norme UNI 3569 TA 16 e sarà indipendente e termicamente isolata dal reticolo di pannellatura e vetratura esterno. Data in opera completa di raccordo alle strutture perimetrali, con scossaline in lamiera di alluminio preverniciato e riempimento della cavità con materiale coibente, coprigiunti in alluminio per i rivestimenti, guarnizioni esterne in gomma siliconica ed EPDM, ancoraggio alle strutture portanti con tasselli ad espansione di tipo pesante e quant'altro occorre.

4.42.5. Tende alla veneziana

Costituite da lamelle in alluminio a sezione curvata, indeformabili, leggere, insensibili alla luce ed agli agenti atmosferici e corrosivi.
La raccolta sarà a pacco su speciale cassonetto completamente metallico e racchiudente tutti i meccanismi di manovra, orientamento, arresto a qualsiasi altezza e fermo di fine corsa.
Il comando per la manovra e l'orientamento sarà del tipo a cordoncini.
Per quelle applicate su infissi di finestre vedasi quanto riportato al precedente punto 4.42.4.
La verniciatura delle lamelle dovrà essere eseguita con smalto a fuoco, del colore previsto.

4.42.6. Persiane avvolgibili in materia plastica

Costituite da stecche in profilati estrusi cavi di policloruro di vinile (PVC) collegate orizzontalmente a mezzo di ala continua dello stesso profilato corrispondenti alla Norma UNI 6213-68.
Le stecche dovranno presentare rigidità a flessione, resistenza all'urto, resistenza all'agganciamento, stabilità dimensionale; dovranno presentarsi di colore uniforme con superfici esenti da irregolarità, perfettamente rettilinee e di sezione costante.
Ogni stecca dovrà essere munita di non meno di due coste collegànti internamente le due facce per l'intera lunghezza; una delle coste dovrà presentare incamerazione idonea per l'alloggiamento di un rinforzo metallico in acciaio zincato in ragione di un profilato ogni tre stecche.
In questo caso è prevista l'adozione del comando ad arganello con asta oscillante in alluminio anodizzato, in luogo del comando a cinghia.
Lo spessore della stecca non dovrà essere inferiore a 14 mm; l'altezza compresa tra 40÷50 mm, escluso il gancio.
La stecca di base sarà in plastica, in legno o in lega leggera.
La persiana avvolgibile sarà completa di: guide in ferro ad U di dimensioni 18x30 mm, rullo avvolgitore completo di puleggia e supporti con cuscinetti a sfere, avvolgicinghia automatico da incasso con cassetta in ferro e piastra in ottone cromato, cinghia in canapa, paracinghia, squadrette o tappi di arresto.

4.42.7. Serrande avvolgibili in acciaio zincato

Costituite da elementi a nastro, mobili, agganciate tra loro con passo 105÷111 mm, in acciaio dolce zincato a caldo del tipo liscio e non nervato, dello spessore di 1 mm.
Gli elementi dovranno essere sagomati in modo da formare verso l'interno un gocciolatoio a protezione e rinforzo delle cerniere snodabili.
A circa 60 cm dal pavimento del locale potrà essere posto un elemento, in tutto uguale ai precedenti, ma con feritoia per l'aerazione.
Lo spiaggiale battente sulla soglia dovrà essere eseguito con pezzo speciale, particolarmente robusto, provvisto di battuta di arresto sull'architrave completa di gommini ed inoltre: serratura di chiusura tipo Yale.
Il movimento, su guide ad U ancorate alla muratura, dovrà avvenire gradatamente durante la manovra sia di apertura che di chiusura ed in modo tale che sia ridotto notevolmente l'attrito degli elementi contro la guida stessa.
Il rullo avvolgitore, munito di molle di sollevamento in acciaio, agirà su supporto ancorato solidamente alla struttura muraria.
Le serrande dovranno essere dotate di apparecchiatura per la manovra a mano mediante argano con manovella provvisto di ingranaggi superiori ed inferiori, asta discendente e fine corsa superiore ed inferiore.

Gli ingranaggi dovranno essere protetti da cassette in lamiera munita di sportelli di ispezione.
L'apparecchiatura di manovra dovrà essere azionabile sia dall'esterno che dall'interno dei locali.
Quando previsto in progetto, la serranda dovrà essere corredata di un apparecchio di manovra elettrico del tipo monofase o trifase comprensivo del quadro di comando, dei necessari collegamenti elettrici, di un chiavistello e freno meccanico, di un selettore a chiave e dischi di compensazione.
Le serrande saranno finite con verniciatura a tre mani con ciclo "D".

4.42.8. Porte a bilico

Costituite da due pannelli ciechi in lamiera di acciaio zincata fortemente nervata in senso orizzontale, di spessore minimo di 1 mm, intelaiati con una struttura tubolare sagomata in acciaio zincato e collegati tra di loro mediante cerniera continua.
La manovra della porta dovrà risultare costantemente equilibrata per mezzo di contrappesi laterali, collegati al pannello inferiore mediante trasmissione a carrucole superiori e funi o catene in acciaio.
Qualora, per ragioni strutturali o di ingombro, la porta debba essere installata con un unico contrappeso dovrà essere munita di un apposito dispositivo di blocco automatico in caso di accidentale rottura della trasmissione.
Il movimento sulle guide laterali di scorrimento avverrà mediante carrelli ruotanti su cuscinetti a sfere.
I contrappesi scorreranno a loro volta su apposite guide fissate con zanche alla muratura.
Ciascuna porta dovrà essere fornita in opera completa di serratura tipo Yale centrale, di maniglie e quanto altro necessario per darla perfettamente funzionante.
Tutte le porte saranno finite con verniciatura a tre mani con ciclo D.

4.42.9. Portoni ad impacco laterale

Il portone dovrà essere a manovra manuale con predisposizione per la motorizzazione.
Sarà composto da un numero qualsiasi di ante raccolte internamente su uno o due lati del vano, secondo le indicazioni di progetto.
Ciascuna anta sarà formata da un unico elemento strutturale assemblato con collanti a freddo ad alta resistenza, costituito da:
- telaio perimetrale in profilati di acciaio zincato a caldo con metodo Sendzimir;
- scatolatura con due lamiere lisce pressopiegate in acciaio zincato a caldo con metodo Sendzimir, dello spessore non inferiore a 1 mm;
- coibentazione con pannello rigido in cloruro di polivinile espanso a cellule chiuse di densità 30 kg/m³ tale da garantire un coefficiente di trasmissione del calore $K \geq 0{,}34$ W/m² ^{0}C (DIN 52612);
- guarnizioni verticali tubolari in mescole elastomeriche antinvecchiamento;
- guarnizioni orizzontali, superiore ed inferiore, a spazzola in setole di nylon antiroditori ed antiusura;
- cerniere ad alta resistenza ad ancoraggio meccanico munite di boccole antifrizione e cuscinetto reggispinta;
- verniciatura, previo trattamento di fosfatazione mediante mano di primer epossidico e finitura con vernice a base di resine poliesteri essiccate in forno, nel colore previsto, dello spessore non inferiore a 0,04 mm.

Lo spessore delle ante dovrà essere almeno di 50 mm ed il peso di ciascuna anta non dovrà risultare inferiore a 25 kg/m².
Il portone sarà fornito in opera completamente funzionante, compreso:
- guida portante superiore in acciaio pressopiegato di spessore 3÷5 mm completa di deragliatore, cavallotti e staffe di fissaggio alle strutture portanti;
- guida inferiore in acciaio pressopiegato del tipo ad incasso, con fori per lo scarico dell'acqua, completa di zanche per il fissaggio a pavimento;
- carrelli di guida, a quattro ruote portanti funzionanti a circolazione di sfere, ad azione autocentrante e di allineamento con la guida superiore, regolabili in altezza;
- profili di tenuta fissati alla struttura muraria e guarnizioni di tenuta in mescole elastomeriche antinvecchiamento fissate alle ante estreme;
- due cariglioni di chiusura (uno per ogni impacco di ante) con relative maniglie di manovra; uno dei due cariglioni dovrà essere munito di cilindro tipo Yale con chiave funzionante anche dall'esterno;
- quando previsto in progetto, il portone sarà fornito anche di griglia di aerazione di superficie 0,15÷0,20 m², costituita da profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato elettrocolorato, completa di cornici coprifilo, di accessori di fissaggio;
- costola di sicurezza.

La motorizzazione, quando prevista in progetto, avrà velocità di traslazione costante e sarà realizzata da:
- sistema di catene con tendicatena a molla collegato con un microinterruttore con funzione di sicurezza antischiacciamento;
- motore elettrico con voltaggio monofase o trifase (220/380 V) di potenza adeguata alle dimensioni del portone;
- gruppo motoriduttore per la movimentazione contemporanea dei due impacchi;
- comando apertura-stop-chiusura con pulsantiera all'interno e selettore a chiave all'esterno;
- quadro elettrico di comando e controllo;
- microinterruttori e cammes regolabili di fine corsa apertura-chiusura;
- dispositivo di sbloccaggio per manovra manuale in caso di mancanza di corrente;
- tamponi di fine corsa, staffe di supporto, accessori di fissaggio alla muratura, montaggio, allacciamenti e cablaggi, linea elettrica di alimentazione e relativa canalizzazione.

Il portone ad impacco laterale, quando previsto in progetto, sarà provvisto di porte pedonali della superficie minima di almeno 1,20 m², apribili verso l'esterno, con caratteristiche strutturali di rifinitura uguali a quelle dei pannelli del portone, munite di serrature tipo Yale, maniglie di presa e guarnizioni perimetrali a doppia battuta in mescola elastomerica antinvecchiamento.
Possono essere previste in progetto anche delle specchiature a giorno nelle ante del portone, della superficie di almeno 0,30 m² realizzate con oblò rettangolari in doppia parete di metacrilato montati con guarnizioni di tenuta avvolgenti in mescola elastomerica antinvecchiamento.

4.42.10. Portoni di tipo sezionale

Composti da pannelli scatolati, scorrenti verticalmente e a soffitto, come da indicazioni di progetto.
Ciascun pannello sarà formato da un unico elemento strutturale scatolato costituito da due lamiere piane con nervature longitudinali in acciaio zincato a caldo dello spessore non inferiore a 0,6 mm, assemblato con speciali collanti e coibentato internamente con schiuma di resine poliuretaniche a cellula chiusa della densità di 50 kg/m³, iniettata a caldo, avente coefficiente di trasmissione del calore $K \geq 0,42$ W/m² ^{0}C (DIN 52612).
Internamente al pannello dovranno essere inseriti rinforzi longitudinali in profilati di acciaio per aumentarne la resistenza e per il fissaggio delle cerniere.
Lateralmente, i pannelli saranno finiti con elementi in acciaio zincato aventi funzione di supporti per l'ancoraggio di carrelli e delle cerniere.
I pannelli, uniti con cerniere in acciaio zincato a caldo, saranno resi solidali con le guide di scorrimento per mezzo di carrelli in acciaio zincato a caldo portanti rulli di scorrimento di tipo rinforzato in acciaio rettificato muniti di cuscinetti a sfere, ciascun carrello regolabile perpendicolarmente e trasversalmente per una agevole registrazione del portone in opera.
I giunti longitudinali tra i pannelli saranno muniti di guarnizioni in gomma; lateralmente e superiormente ai portoni dovranno essere fornite guarnizioni in mescola elastomerica antinvecchiamento del tipo a labbro; sulla battuta inferiore la guarnizione sarà del tipo tubolare.
Il sistema di scorrimento sarà del tipo bilanciato a molle elicoidali precaricate calettate su un albero in acciaio posto sopra le guide di scorrimento.
Il portone sarà fornito completo di:
- guide laterali di scorrimento fissate alla muratura ed a soffitto;
- albero portamolle in acciaio zincato di adeguato spessore con molle elicoidali di bilanciamento in numero necessario;
- dispositivo di sicurezza paracadute che interviene in caso di rottura accidentale del cavo di sollevamento;
- dispositivo di sicurezza contro lo scarrucolamento del cavo traente;
- serratura del tipo Yale e maniglie di sollevamento interna ed esterna;
- può essere previsto in progetto, anche la griglia di aerazione di superficie 0,15÷0,20 m² costituita da profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato elettrocolorato;
- cornici coprifilo, accessori di fissaggio;
- costola di sicurezza.

La finitura delle facce in vista, esterna ed interna dei portoni, sarà eseguita mediante trattamento con speciale vernice plastificata dello spessore non inferiore a 0,2 mm.
Il portone dovrà essere a manovra manuale con predisposizione per la motorizzazione.
Quando previsto in progetto, il portone dovrà essere corredato di porte pedonali, aprentesi verso l'esterno, della superficie minima di almeno 1,20 m² aventi caratteristiche strutturali e di rifinitura uguali a quelle del portone, munite di serratura tipo Yale, maniglie di presa e guarnizioni perimetrali a doppia battuta in miscela elastomerica antinvecchiamento.
Possono essere previste anche specchiature a giorno, della superficie ciascuna di almeno 0,25 m², realizzate con oblò rettangolari in doppia parete di metacrilato montati con guarnizioni di tenuta avvolgenti in mescola elastomerica antinvecchiamento.
Nel progetto può essere prevista la motorizzazione del portone, la velocità di traslazione dovrà risultare costante e le apparecchiature previste saranno composte da:
- sistema di catene con tendicatena a molla collegato con un microinterruttore con funzione di sicurezza antischiacciamento;
- motore elettrico con voltaggio monofase o trifase (220/380 V) di potenza adeguata alle dimensioni del portone;
- comando apertura-stop-chiusura con pulsantiera all'interno e selettore a chiave all'esterno;
- quadro elettrico di comando e controllo;
- microinterruttori e cammes regolabili di fine corsa apertura-chiusura;
- dispositivo di sbloccaggio per manovra manuale in caso di mancanza di corrente;
- tamponi di fine corsa, staffe di supporto, accessori di fissaggio alla muratura, montaggio, allacciamenti e cablaggi, linea elettrica di alimentazione e relativa canalizzazione.

4.42.11. Lucernari

Costituiti da basamento e cupola della superficie utile interna di 1,30-1,40 m², avente le seguenti caratteristiche:
- basamento scatolato in profilati di alluminio preverniciato dello spessore minimo di 0,8 mm, coibentato nell'intercapedine con poliuretano autoestinguente;
- cupola termoformata a doppia parete di cui quella interna in policarbonato trasparente spess. 3 mm e quella esterna in metacrilato trasparente od opalino di spess. 4 mm, sigillata ai bordi;
- scossaline in lamierino di rame dello spessore di 0,8 mm, opportunamente sagomate per riprodurre la gregatura dei pannelli di copertura, per il raccordo tra lucernario e copertura.

Dato in opera su copertura metallica a pannelli, anche sandwich, compreso gli attacchi in acciaio zincato di collegamento alle strutture portanti e gli accessori di posa.

4.43. TINTEGGIATURE E VERNICIATURE

4.43.1. 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.

4.43.2. Tinteggiatura

4.43.2.1 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.

4.43.2.2 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.

4.43.3. 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.

4.43.4. 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.

4.43.4.1 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

4.43.4.2 *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

4.43.4.3 *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	≥ 1500
COMPONENTI n.	2
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,08
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

4.43.4.4 *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

4.43.4.5 *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

4.43.4.6 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

4.43.5. 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.

4.43.6. 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.

4.43.7. 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.

4.43.8. 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.

4.43.8.1 *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	≥ 1500	≥ 1200	≥ 1200
COMPONENTI n.	1	1	1
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,04	≥ 0,04	≥ 0,04
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO	PENNELLO SPRUZZO	PENNELLO SPRUZZO

4.43.8.2 *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

4.44. GRUPPI FRIGORIFERI a compressione - GENERALITÀ

a)Il gruppo frigo dovrà fornire la garanzia di affidabilità; robustezza di costruzione, semplicità di installazione e sicurezza di funzionamento;

b) Il gruppo frigo dovrà essere completamente assemblato, cablato e collaudato in fabbrica e venir fornito con la carica completa di frigorifero R134a (o fluido equivalente «Ozone Benign») pronto per l'immediata messa in funzione previo il solo collegamento all'alimentazione elettrica ed idrica;

c)Il gruppo frigo sarà garantito per la potenzialità richiesta, e dovrà consentire il funzionamento continuo alla potenza minima del 15% (8 gradini di parzializzazione) senza dar luogo a surriscaldamenti. Per potenze erogate inferiori il gruppo frigorifero effettuerà una regolazione del tipo On-Off. Potranno essere presi in considerazione gruppi frigoriferi dotati di sistemi di regolazione che prevedano il controllo della velocità del compressore, oppure la regolazione continua sul circuito frigorifero, per realizzare la parzializzazione; in tale caso, essendo la regolazione eseguita con continuità, potranno altresì essere prese in considerazione apparecchiature con un numero di compressori inferiore a quello adottato per la soluzione a gradini. Potranno essere proposte soluzioni con compressore centrifugo e regolazione delle velocità mediante inverter.

d) Il livello di rumore dovrà essere contenuto per assicurare il rispetto delle prescrizioni previste per gli ambienti abitati e dovranno essere previste protezioni fonoassorbenti di insonorizzazione sia sui compressori che sull'evaporatore.

e) Prima dell'ordinazione dovranno essere sottoposte al Committente per l'approvazione le curve caratteristiche: funzionamento, rendimento, livelli di potenza sonora per banda d'ottava, sistemi di insonorizzazione, ecc.;

f) Il gruppo sarà completo di sistema di controllo, con possibilità di contabilizzazione delle ore di funzionamento dei compressori e riporto degli allarmi e dei parametri di funzionamento a distanza mediante linea seriale; attraverso tale collegamento dovrà essere possibile effettuare il telecontrollo da postazione remota del funzionamento del sistema

4.44.1. GRUPPO FRIGORIFERO A COMPRESSIONE AD ARIA

Il gruppo frigorifero sarà del tipo a compressione con compressore rotativo del tipo a vite con raffreddamento ad aria.

Il gruppo frigorifero sarà dotato al suo interno di un sistema di pompaggio primario (compreso in fornitura) atto alla circolazione dell'acqua nel frigorifero medesimo e nelle tubazioni di collegamento con la sala pompe dell'edificio

Sarà compresa nella fornitura la assistenza all'avviamento da parte di tecnici della casa costruttrice della apparecchiatura sul luogo di installazione.

La scelta del tipo di gruppo frigorifero deve essere effettuata in base alle seguenti condizioni di progetto:

Temp. ingresso acqua refr. =		12 °C
Temp. uscita acqua refr. =		7 °C
Temp. ingresso aria condensazione =		35 °C
Potenza frigorifera =	(**) kWf	
(alle sopra indicate condizioni)		
Rumore massimo a 5 metri =		59 dB(A)
Pressione esercizio lato acqua =		6 bar

(**): vedi indicazioni su elaborati grafici.

Il fluido refrigerante dovrà essere del tipo "Ozone Friendly" ovvero compatibile con l'ozono, ad esempio del tipo R134a od altri fluidi frigorigeni equivalenti.

Il fornitore dovrà indicare chiaramente quale fluido è stato previsto e le sue caratteristiche principali oltrechè dichiarare esplicitamente che tale fluido rispetta la normativa vigente per il medio e lungo termine in materia di compatibilità con l'ozono.

Si allega alla presente specifica lo schema di installazione previsto per la apparecchiatura; all'atto dell'offerta il fornitore dovrà indicare per scritto le eventuali modifiche da apportare allo schema per rendere il sistema compatibile con la apparecchiatura proposta.

Caratteristiche della fornitura

Il gruppo frigorifero verrà installato all'aperto e pertanto dovrà essere adeguatamente protetto dagli agenti atmosferici ed adatto per tale installazione.

Il gruppo frigorifero dovrà essere dotato di supporti antivibranti; la installazione è prevista su base in cemento armato di cui il costruttore dovrà indicare le dimensioni.

Dovrà essere effettuata automaticamente la regolazione della velocità dei ventilatori in funzione delle condizioni ambientali; l'avviamento dei compressori dovrà essere non contemporaneo per evitare eccessivi spunti.

Il gruppo frigorifero dovrà essere dotato di pompe di circolazione di primario di cui una di riserva le cui caratteristiche di portata (per ciascuna pompa) e di prevalenza sono state in precedenza indicate. Tali pompe saranno di tipo centrifugo installate all'interno dell'involucro del gruppo frigorifero al fine di essere protette dagli agenti atmosferici e ridurre la emissione di rumori, e fissate al telaio metallico di sostegno del gruppo stesso.

L'accesso alle pompe dovrà essere reso agevole per le successive manutenzioni.

E' accettato l'uso di pompe del tipo gemellare.

Dovrà essere presente un adeguato silenziamento del gruppo, compreso il fondo, onde ottenere un livello massimo di rumorosità a 5 metri non superiore a 59 dB(A) in tutte le direzioni; tale valore è da considerarsi come massimo non superabile ma è preferibile l'ottenimento di livelli di rumorosità inferiori.

Il gruppo dovrà essere dotato di sistemi di sicurezza per mancanza acqua ed in generale per la protezione da altre possibili cause di malfunzionamento; sul quadro locale del gruppo dovrà essere possibile dedurre la causa di guasto.

La alimentazione è prevista 380 VAC trifase 50 Hz.

Il gruppo dovrà essere dotato di almeno due compressori ed almeno due circuiti per compressore onde poter effettuare la riduzione automatica della potenza erogata mediante regolazione ad almeno quattro gradini.

Quadro elettrico di potenza e controllo

Il gruppo frigorifero sarà dotato di quadro elettrico di comando e controllo del tipo a microprocessore dotato di display per la visualizzazione dei dati di

funzionamento. In particolare, non limitativamente questo dovrà essere dotato di:

- sezionatore generale sul quadro elettrico;

- contatto cumulativo libero da tensione per la indicazione a distanza del blocco del gruppo;

- contatti che consentano l'avviamento e lo spegnimento del gruppo frigorifero da altro quadro elettrico remoto;

ed inoltre:

- dovrà essere possibile effettuare la impostazione delle temperature di funzionamento acqua refrigerata;

- dovrà essere possibile effettuare il collegamento del gruppo frigorifero ad un sistema di supervisione ed a tale scopo dovrà essere presente una linea seriale mediante la quale effettuare il monitoraggio tutti i dati di funzionamento ed effettuare il controllo da postazione remota del gruppo frigorifero; il fornitore dovrà indicare in offerta le caratteristiche del sistema.

Tutti i componenti elettrici di potenza e controllo dovranno essere localizzati in due sezioni separate di un unico quadro che, oltre a garantire le protezione contro gli agenti atmosferici, sarà provvisto di porta con chiave per prevenire le operazioni non autorizzate.

La sezione di potenza comprenderà:

- Fusibili compressori;
- Contattori compressori e sistemi di avviamento;
- Spazi necessari per l'installazione degli accessori.

La sezione di controllo comprenderà:

- Termostato di controllo dell'acqua refrigerata;
- Commutatore per l'alternazione della sequenza di avviamento dei compressori;
- Pressostati e manometri di alta e bassa pressione per ogni circuito frigorifero;
- Pressostato differenziale olio e manometro per ogni compressore;
- Pressostato di protezione antigelo;
- Protezione Solid State dei compressori;
- Contatore per ciascun compressore.

All'interno del quadro elettrico dovranno essere sistemati, entro apposita custodia, lo schema elettrico del gruppo frigorifero, lo schema funzionale del circuito refrigerante nonché le norme di conduzione e di manutenzione della macchina stessa.

Dovranno altresì essere indicati tutti i valori di taratura e di funzionamento (lato fluido frigorifero e lato acqua).

Il quadro elettrico del Gruppo Frigorifero dovrà essere predisposto per il riporto a distanza della segnalazione dello stato di funzionamento ed allarme e dei principali parametri di funzionamento onde consentire il telecontrollo.

4.44.2. SISTEMA DI ESPANSIONE

4.44.2.1 GENERALITÀ

La dilatazione dei fluidi caldi degli impianti dovrà essere controllata da idonei sistemi di espansione che, saranno del tipo detto a vaso chiuso pressurizzato.

La contrazione dei fluidi refrigerati prodotti dal sistema frigorifero sarà compensata da vasi di espansione a membrana precaricati opportunamente installati.

4.44.2.2 VASI DI ESPANSIONE A MEMBRANA

I vasi di espansione a membrana saranno realizzati in acciaio al carbonio e verranno collaudati dall'I.S.P.E.S.L. per una pressione di esercizio pari a quella prevista per le linee collegate.

La capacità del vaso sarà determinata in base al contenuto d'acqua del circuito a cui sarà collegato ed in accordo con la raccolta (r) A.N.C.C. (ora I.S.P.E.S.L.) -Specificazioni tecniche applicative del d.m. 1.12.1975.

4.44.3. SCAMBIATORI DI CALORE

4.44.3.1 GENERALITÀ

Gli scambiatori alimentati con acqua calda saranno del tipo a piastre smontabili.

a) Ogni scambiatore dovrà garantire la potenzialità richiesta con le portate dei fluidi entro i limiti di progetto per evitare vibrazioni ed in certi casi l'erosione delle parti più esposte all'azione dinamica dei fluidi;

b) Lo scambiatore di calore dovrà essere impiegato per le condizioni di esercizio (pressioni e temperature) per cui viene calcolato;

c) L'installazione dovrà tener conto dell'orientamento degli attacchi allo scopo di evitare difficoltà per la disaerazione e il drenaggio dello scambiatore. Nel montaggio dovranno essere previsti gli spazi necessari per l'estrazione, la manutenzione, per smontaggio delle piastre;

d) L'installazione dovrà essere eseguita in modo che allo scambiatore non siano trasmessi, attraverso gli attacchi di collegamento primario / secondario, sforzi dovuti a carichi statici, dinamici o derivanti da dilatazioni termiche;

e) Prima dell'ordinazione degli scambiatori dovranno essere sottoposte al Committente per l'approvazione le caratteristiche tecniche degli stessi;

4.44.3.2 SCAMBIATORI DI CALORE A PIASTRE

Saranno costruiti su una intelaiatura di acciaio al carbonio di adeguata dimensione atta ad ospitare almeno il 30% di piastre in più di quelle scaturite dal dimensionamento.

Sull'intelaiatura verranno inserite le piastre di acciaio AISI 316 di adatta sagomatura per il massimo scambio termico. Fra piastra e piastra verrà interposta la guarnizione di tenuta normalmente realizzata in nitrile. L'intelaiatura provvederà al bloccaggio delle piastre e delle guarnizioni in modo tale da formare un insieme compatto ed a tenuta idraulica.

Temperatura di funzionamento:

Primario: max 97°C

Secondario: max 90°C

Collaudo: di fabbrica

Materiali

Intelaiatura:	Testate in acciaio al carbonio, tiranti in acciaio inox
Piastre:	In acciaio inox AISI 316
Guarnizioni:	Nitrile (P)
Attacchi:	Standard DIN2501

Pressione di progetto PN 16

Perdita di carico:

Lato Primario:	< 80 Kpa
Lato Secondario:	< 60 Kpa

Potenza: (**)

(**): vedi indicazioni su elaborati grafici.

4.44.4. GENERATORE DI CALORE

4.44.4.1 NORME, STANDARD E PRESCRIZIONI

La progettazione, la costruzione ed il collaudo devono soddisfare, oltre la presente Specifica, anche le altre eventuali Specifiche, standard, prescrizioni e norme indicati nei diversi elaborati tecnici della Committente.

Delle norme e Specifiche si intende vada applicata l'ultima edizione delle seguenti norme:

- UNI per gli acciai, i tronchetti, le flange, i manicotti e le filettature;
- ISPESL per la costruzione.

Il Fornitore dovrà provvedere inoltre ad ottenere le necessarie approvazioni ed a fare eseguire i dovuti collaudi dagli Enti competenti per legge, o per disposizioni locali e/o anche da parte di eventuali collaudatori proposti dalla Committente.

4.44.4.2 DESCRIZIONE TECNICA

Dovrà essere del tipo in acciaio monoblocco, a combustione pressurizzata adatta per combustione a gas.

Dati tecnici:

rendimento di combustione non inferiore a 90%.

temperatura acqua calda 85/70°C;

potenzialità termica utile: (**) KW

(**): vedi indicazioni su elaborati grafici

Essenzialmente il generatore dovrà comprendere:

Focolare di grande diametro ad inversione di fiamma completamente bagnato dall'acqua che dovrà consentire l'automatico equilibrio del carico termico sulla superficie senza l'uso di gettate refrattarie, e quindi senza necessità di rifacimenti periodici, riduzione dell'inerzia termica del generatore.

Tubi da fumo mandrinati e saldati alle piastre tubiere, disposti intorno al focolare eventualmente muniti di turbolatori che aumentano lo scambio termico per convezione.

Portellone anteriore di chiusura protetto da una speciale pigiata in materiale refrattario, accuratamente isolato e incernierato in modo da permettere agili operazioni di manutenzione e di smontaggio.

Camera a fumo posteriore con tronco di uscita dei fumi e portina asportabile di accesso ai tubi e alla piastra tubiera posteriore.

Basamento di appoggio in profilati metallici dimensionato in modo da distribuire uniformemente il carico del generatore stesso.

Isolamento esterno realizzato con materassini di lana minerale ad alto potere coibente, protetti con lamierino metallico accuratamente verniciato.

Pannello di comando e controllo completo di interruttore, manometro, termometro, termostato di esercizio, termostato di sicurezza.

Il generatore dovrà inoltre essere completo dei seguenti attacchi:

attacco di mandata;

attacco di scarico;

attacco bruciatore.

I dati tecnici generali, dovranno essere comunque garantiti. L'Appaltatore dovrà fornire quanto necessario, rispetto a quanto indicato nel resente progetto, per garantire i dati tecnici generali richiesti.

CANNE FUMARIE, CAMINI

La canne fumarie saranno indipendenti per ciascuna caldaia ed avranno sviluppo tale da raggiungere e superare il colmo del tetto nella zona considerata, saranno dotate di pezzi speciali, curve, raccordi, cono terminale. Le canne fumarie avranno diametro interno utile definito sulla base delle norme vigenti in materia ed in particolare UNI 9615 con le condizioni di funzionamento esposte; il dimensionamento dovrà essere effettuato dal costruttore delle caldaie e bruciatori. Le canne fumarie saranno realizzate con doppia parete in acciaio inox ed adeguatamente coibentate (spessore circa 35 mm), inoltre dovranno essere complete di presa per prelievo fumi e termometro. I camini saranno posti all'esterno e dovranno essere adeguatamente staffati nonche dotati di portellina di fondo ispezionabile.

4.44.5. COLLAUDO PROVVISORIO

Ciascun generatore, dopo essere stato posto in opera, dovrà essere collaudato onde verificarne il perfetto funzionamento.

Dovranno essere simulate le varie condizioni di lavoro in modo tale di verificare la completa funzionalità.

Particolare cura dovrà essere posta nel collaudo dei termostati.

Il risultato di tale collaudo dovrà essere riportato su un verbale e firmato dalle parti.

4.45. BRUCIATORI

4.45.1. NORME, STANDARD E PRESCRIZIONI

La progettazione, la costruzioni ed il collaudo devono soddisfare, oltre la presente Specifica, anche le altre eventuali Specifiche, standard, prescrizioni e norme di volta in volta indicate nei diversi elaborati tecnici della Committente.

Delle norme e Specifiche si intende vada applicata l'ultima edizione delle seguenti norme:

UNI per gli acciai, i tronchetti, le flange, i manicotti e le filettature;

ISPESL per la costruzione;

CEI per l'impianto elettrico.

Il Fornitore dovrà provvedere inoltre ad ottenere le necessarie approvazioni ed a fare eseguire i dovuti collaudi dagli Enti competenti per legge, o per disposizioni locali e/o anche da parte di eventuali collaudatori proposti dalla Committente.

4.45.2. CARATTERISTICHE TECNICHE

I bruciatori previsti utilizzeranno gas metano e saranno del tipo modulante in continuo, con portata gas minima ≤ 20% della portata corrispondente alla massima potenzialità.

I bruciatori saranno essenzialmente costituiti da:

carter in alluminio pressofuso;

gruppo motoventilante con motore 380V trifase grado di protezione IP44 minimo;

serranda aria modulante, con tempo di passaggio da chiuso ad aperto di 4,5 secondi, agente in sincronia con la valvola del gas.

apparecchiatura elettrica di tipo ciclico con tempo di sicurezza inferiore a 2 secondi e controllo di fiamma con sonda a ionizzazione.

Il limite di rumorosità sarà di 65 dB(A) ad 1 m.

Il circuito sarà fornito di organo di controllo per la sicurezza alla minima pressione dell'aria ed un organo per la sicurezza alla massima pressione aria.

La bocca di aspirazione del ventilatore aria sarà protetta da una griglia che non consentirà il passaggio di corpi che potrebbero danneggiare il bruciatore.

Tutte le apparecchiature saranno conformi alle norme UNI-CIG 8042 ed i componenti di sicurezza e controllo saranno provvisti del certificato di omologazione rilasciato dal Ministero degli Interni.

I collegamenti elettrici dei vari componenti dovranno essere con conduttori antifiamma, conformi alle specifiche delle norme CEI 64/2 e successive.

Il bruciatore dovrà avere la portata richiesta vincendo la contropressione massima prevista in caldaia.

Il boccaglio dovrà penetrare all'interno della camera di combustione per una lunghezza minima di 40 cm e comunque oltre il fascio tubiero di ricircolo dei fumi all'inversione.

Il bruciatore dovrà presentare un rendimento di combustione non inferiore al 90% a qualsiasi carico con riferimento al tenore di CO_2 superiore al 10%.

L'attacco di circuito di adduzione del gas dovrà essere realizzato con raccordo filettato e giunto meccanico senza guarnizioni (UNI-ISO 7/1; UNI-ISO 228/1) e giunto di dilatazione meccanico in acciaio AISI 321.

Il bruciatore dovrà essere inoltre corredato di tutte le apparecchiature previste dalle norme UNI-CIG 8042 come da elenco seguente (non limitativo):

rubinetto d'intercettazione;

riduttore di pressione (pressione in ingresso 50 – 100 mBar)

filtro gas idoneo alla filtrazione di particelle con diametro maggiore di 150 micron; la perdita di carico, alla portata nominale richiesta, dovrà essere inferiore ad 1 mbar;

stabilizzatore di pressione, con perdita di carico alla portata nominale richiesta di 0,5 mbar, tipo a doppia membrana senza sfiato all'atmosfera, pressione di regolazione 10÷30 mbar;

organo di controllo della pressione massima del gas;

organo di controllo della pressione minima del gas;

elettrovalvole intercettazione gas ad apertura e chiusura rapida, con bobina in c.c. classe di sicurezza A e tempo di chiusura inferiore ad 1 secondo con regolatore di portata incorporato;

elettrovalvola gas accensione prima fiamma ad apertura lenta progressiva e chiusura rapida inferiore ad 1 secondo, con bobina in c.c., classe di sicurezza A e possibilità di avviamento con la minima portata nominale;

elettrovalvola gas accensione 2 a fiamma ad apertura e chiusura rapida con tempo di chiusura inferiore ad 1 secondo con bobina in corrente continua, classe di sicurezza A e regolatore di portata incorporato;

dispositivo di prevenzione delle fughe gas con pressostato differenziale inserito in parallelo alla tubazione gas tra la valvola di sicurezza e le valvole di lavoro; il dispositivo dovrà essere dotato di propria segnalazione di blocco con possibilità di riarmo;

prese di controllo pressione gas composte da rubinetto, attacco e tappo, installate come di seguito:

a monte filtro gas;

a valle regolatore pressione gas;

a valle della valvola di sicurezza e prima dell'ingresso nella testa di combustione;

prese di misura pressione gas composte da rubinetto, manometro con scala in mm H2O installate come di seguito:

a monte filtro gas;

a valle regolatore pressione gas;

a valle della valvola di sicurezza e prima dell'ingresso nella testa di combustione;

Il bruciatore dovrà essere montato su apposite piastre forate e maschiate per attacco alle caldaie. Tra la testa di combustione e la pigiata refrattaria del portellone delle caldaie dovrà essere interposto idoneo materiale isolante.

4.45.3. COLLAUDO PROVVISORIO IN OPERA

Ciascun bruciatore, dopo essere stato posto in opera, dovrà essere collaudato a fuoco onde verificarne il perfetto funzionamento.

Dovranno essere simulate le varie condizioni di lavoro in modo tale di verificare la completa funzionalità.

Particolare cura dovrà essere posta nel collaudo delle apparecchiature di sicurezza. Dovranno essere rilevati tutti i dati di funzionamento e dovrà essere individuato il rendimento di combustione e compilato e firmato il «Libretto di Centrale», il tutto conformemente alle prescrizioni della Legge n. 10/91.

Il risultato di tale collaudo dovrà essere riportato su un apposito verbale e firmato dalle parti.

4.45.4. Caldaia in acciaio pressurizzata a condensazione

E' del tipo monoblocco in acciaio con focolare pressurizzato, con funzionamento per acqua calda sino a + 90°C e pressione massima di esercizio di 5 bar, adatta all'utilizzo di bruciatori ad aria soffiata di gas o gasolio.

I valori del rendimento devono essere conformi a quanto prescritto dalla Legge 9 gennaio 1991 n.10 e D.P.R. 26 agosto 1993 n.412, articolo n.6, certificati dal costruttore.

E' corredata di certificato di garanzia non inferiore a tre anni, certificato di omologazione I.S.P.E.S.L. e verbale di collaudo.

E' inoltre corredata di "libretto di centrale" conforme allegato F del D.P.R. 26 agosto 1993 n.412.

Completa di:

- pannello portastrumenti comprendente termometro acqua, termometro fumi, termostati di esercizio e di sicurezza, idrometro, pozzetto di controllo termometro, rubinetto di scarico, lampade di segnalazione
- porta anteriore apribile sia a destra che a sinistra, con spia di osservazione fiamma
- basamento e supporto mantellatura in profilati metallici
- mantello di copertura ad elementi mobili in pannelli di acciaio rinforzato con doppio isolamento sul corpo, sul mantello, sul portellone e sulla cassa fumo
- accessori omologati I.S.P.E.S.L.

4.45.5. Bruciatore progressivo a due stadi per gas metano

Bruciatore del tipo monoblocco ad aria soffiata, con regolazione della potenza a due stadi o proporzionale, adatto alla combustione del gas metano e con caratteristiche compatibili con il generatore di calore sul quale viene installato.Il bruciatore è equipaggiato con apparecchiature di comando, controllo e sicurezza richieste dalle normative vigenti e corredato di rampa gas conforme alle tabelle UNI-CIG 8041-8042, DM 28.02.1986 e successivi aggiornamenti, accessori di sicurezza a norme I.S.P.E.S.L.

Le caratteristiche della rampa dovranno essere verificate in funzione della pressione di fornitura del gas.

Gli sfiati degli organi di sicurezza e di regolazione devono essere convogliati all'esterno della centrale termica.

4.45.6. Caldaia murale a condensazione a camera stagna

Generatore murale a camera stagna a condensazione per solo riscaldamento a servizio dei pannelli radianti a pavimento e dei ventilconvettori.

I generatori di calore a condensazione saranno a basse emissioni di Nox e previsti per la produzione dell'acqua calda ad uso riscaldamento con alimentazione a gas metano.

Il generatore con alimentazione sarà fornito corredato di un bruciatore del tipo a premiscelazione a gas e sarà composto da tubi bimetallici costituiti da una lega di Alluminio – Manganese alettati per rullatura su una camicia di Acciaio inox e raffreddati dal fluido vettore.

L'aria comburente è alimentata tramite un ventilatore le cui caratteristiche saranno tali da vincere le perdite di carico sia della camera di combustione, che degli scambiatori di calore. Il ventilatore è composto da un corpo ventilante ed un motore elettrico, esso è inoltre equipaggiato di un attenuatore di livello sonoro.

La portata dell'aria di combustione sarà dosata proporzionalmente alla quantità di combustibile mediante un variatore di frequenza.

Lo scambio termico del generatore viene assicurato da due scambiatori di calore:

Scambiatore primario composto da tubi di acciaio inossidabile lisci;

Scambiatore secondario costituito da tubi in acciaio inossidabile con alettatura saldata con procedimento laser.

I prodotti della combustione sono convogliati in un apposito collettore installato a valle dell'ultimo scambiatore. Questo collettore è munito di un raccordo di evacuazione dei gas combusti e di un sifone idoneo per lo scarico delle condense.

Il generatore sarà corredato di una pompa di carico installata sulla tubazione di ritorno, corredata di propria protezione magnetotermica.

Il telaio del generatore sarà formato da una struttura di profilati di acciaio, ed equipaggiato di supporti antivibranti. La pannellatura sarà costituita in lamiera di acciaio verniciato e di facile smontaggio per l'ispezione e la manutenzione.

Il bruciatore potrà funzionare in uno dei seguenti casi:

a. temperatura di mandata inferiore al punto di consegna;
b. regolando il selettore sulle posizioni di funzionamento manuale;
c. in fase invernale, qualora la temperatura di mandata scenda su valori inferiori alla temperatura di protezione antigelo.

A partenza avvenuta, un segnale variabile in funzione della differenza tra la temperatura di manda misurata e quella impostata, viene inviato al convertitore di frequenza che regola la velocità del ventilatore.

In tal modo la potenza del bruciatore è regolata progressivamente dal 25% al 100% del carico in modo da adattarsi alle effettive esigenze dell'impianto.

Più in dettaglio, il generatore sarà corredato dei seguenti componenti:

- scambiatore di calore primario composto da tubi lisci di acciaio INOX;
- scambiatore di calore secondario composto da tubi di acciaio alettati PN6 bar.
- bruciatore a premiscelazione totale composto da tubi bimetallici costituiti da una lega di alluminio – manganese alettati su camicia di acciaio inox;
- pannello comandi completo di interruttore di servizio con display di segnalazione e verifica, contatore;
- termometro, manometro;
- quadro elettrico contenente i componenti elettrici di comando, relé di potenza completo di protezione magnetotermica e cablaggi. Grado di protezione IP 20;
- regolatore elettronico a temperatura costante completo di sonda di mandata (su richiesta con sonda esterna per funzionamento a compensazione climatica);
- doppia elettrovalvola gas modulante;
- pressostati aria;

- apparecchiatura di controllo fiamma a ionizzazione completa del sistema di verifica tenuta valvola;
- termostati di regolazione e sicurezza;
- trasformatore d'accensione;
- regolatore proporzionale di pressione del gas;
- filtro gas;
- pompa di carico a funzionamento continuo ed installata sul collettore di ritorno.

I generatori dovranno inoltre essere corredati di tutte le apparecchiature richieste dalle normative ISPESL e UNI-CIG.

4.45.7. GRUPPI TRATTAMENTO ARIA

a)Le singole parti del gruppo dovranno costituire un complesso rigido in grado di resistere, senza essere sede di deformazioni od oscillazioni dovuti a fenomeni di risonanza, a tutte le forze che entrano in gioco durante il funzionamento;

b)Gli elementi mobili per l'accoppiamento delle parti mobili (bulloni, viti, ecc.) dovranno essere completi di accessori o conformati in modo tale da non subire allentamenti, una volta fissati, per effetto delle vibrazioni indotte in esse dal funzionamento del complesso;

c)Componenti interni dovranno essere accessibili per le normali operazioni di pulizia e ripristino di isolamenti e verniciature.

L'accesso dovrà essere possibile tramite apposite portine a doppia fodera con isolamento interno ed oblò.La chiusura dovrà essere a tenuta d'aria con guarnizione di neo-prene e maniglie di tipo extra pesante;

d) Non dovranno esistere sul gruppo una volta in assetto di funzionamento, dopo assemblaggio ed installazione, ponti termici in grado di dar luogo a formazione di condensa, sia in regime estivo che in regime invernale;

e) Ogni gruppo dovrà essere dotato all'interno di tre lampade stagne a 24 V ubicate in modo da garantire l'illuminazione per la manutenzione (sezione filtri - sezione umidificazione - sezione ventilatore);

f) Ogni gruppo di nuova fornitura dovrà essere dimensionato per la portata e prevalenza richiesta mantenendo una velocità di attraversamento di progetto tipica di 2,5 m/s;

g) Prima dell'ordinazione di ogni gruppo dovranno essere sottoposte al Committente per l'approvazione le caratteristiche tecniche specifiche di ogni componente;

h) Ogni gruppo dovrà essere predisposto con sezioni vuote per il montaggio delle sonde e/o apparecchiature di regolazione e per le misure di pressione, temperatura e portata;

i) L'installazione di ogni gruppo dovrà tener conto delle esigenze strutturali per l'introduzione delle singole sezioni e per l'estrazione delle apparecchiature per la manutenzione ordinaria (filtri) e straordinaria (batterie, ventilatore ecc.).

4.45.7.1 unita' di trattamento aria

Tali unità di trattamento aria saranno previste per installazione da interno e saranno composte mediante le sezioni di seguito descritte con la sequenza indicata negli schemi allegati.

Tutte le unità di trattamento aria dovranno avere la possibilità di funzionamento in «Free Cooling» e dovranno pertanto a tale scopo essere previsti i necessari posizionamenti delle serrande ed essere dotate dei necessari strumenti di misura.

Per le unità dotate di ricircolo (tutta aria, installazione sulle aule) dovrà essere possibile il funzionamento a tutto ricircolo per le fasi di avviamento.

4.45.7.2 Condizionatore (sezione di mandata aria)

Serranda di regolazione e di intercettazione del tipo con lamelle a profilo alare in peralluman, con guarnizioni su tutti i lati, con perni in AISI 304 e bussole in teflon o nylon.

Esecuzione a tenuta d'aria con movimento a contrasto servocomandabile; il servocomando è compreso per tutte le serrande che ne sono dotate come indicato sugli schemi allegati con ingresso analogico 0÷10 V, 2 punti, 3 punti secondo le necessità di regolazione ed intercettazione [vedi anche specifica e schemi sistema di controllo];

Sezione ventilante di mandata a doppia aspirazione del tipo descritto al relativo paragrafo "VENTILATORI". La prevalenza richiesta dal progetto deve comunque essere intesa come resa al netto di tutte le apparecchiature costituenti la UTA coppresi silenziatori, batterie di scambio, filtri al massimo grado di sporcamento consentito, accessori e quant'altro presente; tale prevalenza deve comunque essere verificata dall'appaltatore in funzione delle dimensioni e del percorso delle canalizzazioni nonché delle apparecchiature effettivamente presenti sulle canalizzazioni stesse (postiriscaldi, silenziatori, bocchettame, serrande, ecc.) ed eventualmente corretta senza oneri aggiuntivi per la commitenza;

Silenziatore a setti fonoassorbenti del tipo descritto al relativo paragrafo "SILENZIATORI";

Cassone di contenimento dei vari componenti del condizionatore, in pannelli smontabili in alluminio/acciaio rivestito tipo sandwich con spessore delle lamiere di 1 mm ed isolamento interno in resine fenoliche classe 1 dello spessore minimo di 40 mm.I pannelli avranno i bordi piegati in modo da formare

dei rigidi di telai di connessione privi di chiodature da fissare mediante viti autofilettanti in acciaio inox alla struttura portante. La tenuta dovrà essere assicurata da guarnizioni di adeguato spessore e consistenza per resistere nel tempo.La chiusura dei pannelli di ispezione dovrà essere mediante maniglie e chiocciole di bloccaggio.La sezione ventilante dovrà essere rivestita internamente con materassino in lana di vetro con filmatura di protezione e con lamiera forata, con funzione fonoassorbente, come involucro interno.La struttura portante è prevista in profilati estrusi di alluminio a taglio termico con guarnizioni di tenuta in neoprene e bulloneria inox.Il basamento sarà provvisto di supporti antivibranti a molle;

1ª Sezione di filtrazione (prefiltri) costituita da filtri a celle estraibili, con una superficie totale di passaggio aria tale che la velocità di attraversamento della parte attiva non risulti superiore a 1 m/sec.

L'efficacia globale di filtrazione non dovrà essere inferiore al 80% ASHRAE 52/76 Gravimetrico.La struttura metallica di contenimento delle celle, oltre ad essere in grado di resistere all'azione aggressiva dell'aria aspirata senza dar luogo a fenomeni di corrosione e/o erosione, dovrà essere tale che, tenuto conto della forma e delle dimensioni delle celle, sia assicurata la perfetta tenuta d'aria in modo che non si verifichino by-pass anche in corrispondenza della massima differenza di pressione indotta dalla perdita di carico a filtri completamente sporchi.Le celle saranno del tipo a perdere.La sezione dovrà essere completa di una serie di celle di ricambio ed equipaggiata con portina di accesso, girevole su cardini e chiudibile con maniglia, esecuzione a perfetta tenuta d'aria;

-**2ª Sezione di filtrazione** (alta efficienza) costituita da filtri rigidi a sacco smontabili, avente una superficie frontale complessiva tale che la velocità frontale di attraversamento non risulti superiore a 2,5 m/sec, mentre quella attraverso la parete attiva non risulti superiore a 1 m/sec.La struttura metallica di montaggio e sostegno delle celle dovrà essere in esecuzione zincata a bagno dopo lavorazione.La conformazione della struttura ed il sistema di montaggio delle celle dovranno essere tali da assicurare la perfetta tenuta d'aria senza che si verifichino by-pass rispetto al materiale filtrante, tenuto conto della differenza di pressione corrispondente alla perdita di carico a filtri completamente sporchi. L'efficacia globale di filtrazione non dovrà essere inferiore al 65% ASHRAE 52/76 Opacimetricol filtri dovranno essere costituiti da materiale sintetico ad alta capacità di accumulo di particelle solide: ogni mq. di filtro dovrà poter contenere 250 gr. di particelle solide con un incremento di perdita di carico (a portata d'aria nominale) non superiore a 200 Pa.La sezione dovrà essere equipaggiata con portina di accesso a monte dei filtri, girevole su cardini e chiudibili con maniglia; esecuzione a perfetta tenuta d'aria.La sezione dovrà essere completa di dispositivo atto a consentire una uniforme ripartizione della portata fra le varie celle.

A monte ed a valle della sezione filtrante dovranno essere previste due prese di pressione statica per la misura della perdita di carico da parte di un operatore situato all'esterno.

Il sistema di recupero termico di seguito descritto sarà costituito per tutte le apparecchiature da recuperatore aria-aria a flussi incorciati; la soluzione "alternativa" con fluido intermedio sarà consentita esclusivamente nei casi, se presenti, esplicitamente previsti dal progetto (vedi schemi UTA); ove non ne fosse riportata la esplicita indicazione la soluzione alternativa non è applicabile.

Scambiatore aria-aria di recupero calore a flussi incrociati, pacco di scambio termico in alluminio resistente alla corrosione. Vaschetta di raccolta condensa in acciaio inox e relativi drenaggi, by-pass incorporato. La efficienza di recupero sarà non inferiore al 50%

Oppure in alternativa solo se esplicitamente richiesto dal progetto nei documenti riportanti le caratteristiche delle UTA:

Sistema di recupero termico a fluido termovettore intermedio costituito da una coppia di batterie di scambio aria acqua poste sulle sezioni di mandata e di ripresa rispettivamente, dotato di pompa di circolazione fluido termovettore (acqua glicolata), tubazioni di collegamento, raccordi, staffaggi, accessori e strumenti. La efficienza di recupero sarà non inferiore al 40%. Le batterie di scambio saranno del tipo a pacco con tubi in rame ed alette in alluminio, completa di bacinella di raccolta condensa in acciaio inox e relativi drenaggi.

-**Batteria di preriscaldamento** estraibile del tipo a pacco costruita con tubi in rame ed alette alluminio, collettore in acciaio zincato, telaio in lamiera zincata, alimentata ad acqua calda;

Sezione di umidificazione del tipo a ugelli nebulizzatori completa di rampa con ugelli, pompa di pressurizzazione della rampa ugelli, bacinella raccolta acqua in acciaio inox e relativi drenaggi, elettrovalvola di scarico periodico della suddetta bacinella onde evitare l'accumulo di inquinanti nell'acqua (la elettrovalvola è da intendersi compresa nella fornitura della UTA in oggetto compreso collegamento elettrico al Quadro di comando).

Batteria di raffreddamento estraibile del tipo a poco costruita con tubi in rame ed alette alluminio, collettore in acciaio zincato, telaio in lamiera zincata, completa di bacinella della condensa in acciaio inox e relativi drenaggi, alimentata ad acqua refrigerata;

Separatore di gocce ad alta efficienza di trattenimento adatto per velocità di attraversamento fino a 3 m/s;

Batteria di postriscaldamento estraibile del tipo a pacco costruita con tubi in rame ed alette in alluminio, collettore in acciaio zincato, telaio in lamiera zincata, alimentata ad acqua calda;

Lampade stagne per l'illuminazione delle sezioni ventilanti di mandata e di umidificazione;

Accessori di completamento: termometri per acqua ed aria.

4.45.7.3 *Estrattore (sezione di ripresa aria)*

-Cassone di contenimento dei vari componenti dell'espulsore, con caratteristiche del condizionatore;

-Camera di miscelazione dotata di serrande motorizzate con le caratteristiche in precedenza indicate; la regolazione delle serrande consentirà le seguenti configurazioni:

- funzionamento normale con il previsto rapporto tra aria esterna e di ricircolo

- funzionamento per avviamento con un rapporto tra aria esterna e di ricircolo

non superiore al 10 %

- funzionamento in free cooling a tutta aria esterna

Dovrà essere comunque mantenuta la possibilità in ogni momento di posizionare le serrande in qualunque posizione agendo su idonei comandi nel quadro controllo.

- **Silenziatore a setti** fonoassorbenti del tipo descritto al relativo paragrafo "SILENZIATORI";

-**Serranda di regolazione** e di intercettazione dell'espulsore, con caratteristiche analoghe a quelle del condizionatore;

-**Sezione ventilante** di ripresa del tipo descritto al relativo paragrafo "VENTILATORI";

-**Sezione di filtrazione (prefiltri)** costituita da filtri a celle estraibili, con una superficie totale di passaggio aria tale che la velocità di attraversamento della parte attiva non risulti superiore a 1 m/sec.

L'efficacia globale di filtrazione non dovrà essere inferiore al 80% ASHRAE 52/76 Gravimetrico.La struttura metallica di contenimento delle celle, oltre ad essere in grado di resistere all'azione aggressiva dell'aria aspirata senza dar luogo a fenomeni di corrosione e/o erosione, dovrà essere tale che, tenuto conto della forma e delle dimensioni delle celle, sia assicurata la perfetta tenuta d'aria in modo che non si verifichino by-pass anche in corrispondenza della massima differenza di pressione indotta dalla perdita di carico a filtri completamente sporchi.Le celle saranno del tipo a perdere.

La sezione dovrà essere completa di una serie di celle di ricambio ed equipaggiata con portina di accesso, girevole su cardini e chiudibile con maniglia, esecuzione a perfetta tenuta d'aria.

- Lampada stagna per l'illuminazione della sezione ventilante di ripresa.

4.45.8. Sistema di contabilizzazione fiscale dell'Energia termica e del consumO di acqua sanitaria

Ogni unità abitativa sarà provvista di un sistema di contabilizzazione del consumo di energia termica per riscaldamento e di acqua sanitaria calda e fredda. di tipo fiscale, certificato.

Il sistema della contabilizzazione per ogni unità immobiliare sarà costituito sostanzialmente da:

contatore volumico per l'acqua calda sanitaria

contatore volumico per l'acqua fredda sanitaria

contatore volumico per l'acqua calda per riscaldamento

sonde termometriche da installare sulla mandata e sul ritorno dell'acqua calda per riscaldamento

pannello elettronico per la contabilizzazione dei consumi

I contatori volumici e le sonde termometriche saranno installati sulle relative tubazioni all'interno del controsoffitto presente nel vano scale; prima dell'ingresso delle tubazioni stesse nelle unità immobiliari.

I pannelli elettronici, collegati elettricamente agli strumenti di misura, saranno raggruppati per ogni blocco scale e per ogni piano in gruppi di 4-5 o 6 in cassette di contenimento sistemate in posizione accessibile nel vano scale.

Tutti i pannelli individuali saranno collegati ad una unità che consentirà la gestione centralizzata dei consumi.

4.45.9. Cassette di contenimento

In corrispondenza di ogni piano e per ciascun blocco scale saranno sistemate delle cassette di contenimento per i pannelli elettronici della contabilizzazione in lamiera zincata spessore 1mm le cui dimensioni indicative saranno le seguenti:

L = 800 mm, H = 600 mm, P = 180 mm

Il coperchio sarà dotato di doppia serratura con chiave. Completa di traverse mobili per il montaggio a bordo delle apparecchiature.

Nel prezzo saranno compresi i materiali di consumo.

4.45.10. Pannelli elettronici

Il pannello elettronico per la contabilizzazione del calore con le seguenti caratteristiche:

Esecuzione con elettronica separata.

I contatori volumici abbinabili possono essere di diverso tipo: multigetto, Woltman, ad induzione magnetica, statico ad oscillazione fluidica tipo Fluidistor, etc.

Collegato a coppia di sonde di temperatura.

Oltre al rilievo dell'energia termica lo strumento è in grado di acquisire dati tramite ingressi impulsivi da ulteriori due contatori esterni (acqua calda e fredda sanitaria) per la lettura e la centralizzazione dei consumi.

Disponibile in diverse tipologie di alimentazione batteria con durata media 10 anni, rete 230 Vac. Possibilità di memorizzazione consumi in due differenti date prestabilite e 37 registrazioni mensili.

Dotato di uscita seriale dei dati M-bus secondo standard Europeo EN 1434-4, per il collegamento locale o remoto (tramite modem telefonico) di un posto operatore costituito da un personal computer con software PGM-COM in ambiente Window per la telelettura dei consumi. Lettura dati consentita anche da terminale portatile tramite interfaccia ottico.

Il pannello è munito di display a cristalli liquidi LCD per la verifica dei parametri di funzionamento e la lettura dei dati di consumi memorizzati.

Specifiche tecniche	
Alimentazione	
Batteria al litio	3 V 2.2Ah, vita media 10 anni
Rete	230V +/- 10%, 45-65 Hz
Bus	Via M-Bus
temperature	
Campo di lavoro	0...190°C
dt	2...120K
Sonde di temperatura	Pt 500
Display	LCD7+2
Uscita seriale	M-Bus standard EN 1434
Ingressi digitali	
2 ingressi impulsivi in chiusura	
Frequenza impulso	Max. 12 Hz
Lunghezza impulso	Min. 40 ms
Tensione	Max 3V
Uscita digitale di allarme	Open collector
Lunghezza impulso	250 ms
Temperatura di funzionamento	+5°C....+55°C
Temperatura di stoccaggio	-20°C...+70°C
Protezione	IP54
Omologazione	PTB Berlino 22.15/98.01

4.45.11. Contatore a turbina

Contatore a turbina unigetto per acqua calda max. 90°C PN 16.

Lettura diretta su quadrante asciutto con trasmissione mediante accoppiamento magnetico.

Corpo in ottone. Attacchi filettati. Adatto per montaggio orizzontale e verticale. Completo di trasmettitore di impulsi. Completo di filtro a rete metallica con attacchi filettati gas femmina.

Caratteristiche tecniche:

diametro nominale: 20/25 mm

Qn = 1.5 mc/h /2.5 mc/h

Specifiche tecniche	
Contatore volumico	
Frequenza impulso	Max. 12 Hz
Lunghezza impulso	Min. 40 ms
Tensione	Max 3V
Lunghezza cavi	Max. 15m
Peso impulso	Programmabile da 1 a 250 l/imp.
	Altern. da ultrasuoni

	Altern. da trasm. elettronica

4.45.12. Sonde termometriche

Specifiche tecniche	
Sonde di temperatura	Adatta per DN 15-20
Sensore	Pt 500
Campo di misura	0- 140°C
Lunghezza cavo	15 m

4.45.13. ELETTROPOMPE

a) Ogni pompa sarà garantita per la portata di acqua richiesta e con la prevalenza specificata a funzionamento continuo, senza che si verifichi surriscaldamento del motore, dei cuscinetti, ecc. e senza rumore udibile nell'edificio all'esterno del locale dove sono installate le pompe;

b) Ogni pompa sarà azionata da un motore asincrono. La potenza assorbita dalle pompe alla velocità di progetto non dovrà in nessun caso superare la potenza nominale dei motori;

c) Prima dell'ordinazione delle elettropompe dovranno essere sottoposte al Committente per l'approvazione le curve di funzionamento e di rendimento;

d) Il rendimento dovrà essere il massimo consentito, tenuto conto della portata e della prevalenza, comunque non inferiore al 75%.

e) Le pressioni e le temperature di progetto dovranno essere adeguate al servizio richisto e comunque il range di funzionamento sarà almeno: Temperature max. 120°C, min. 0°C; pressione di progetto 10 Bar(g)

4.45.13.1 POMPE PER MONTAGGIO ORIZZONTALE

Le pompe saranno adatte ad un utilizzo con temperature comprese tra –5°C e 120°C, con pressioni di esercizio fino a 16bar.

Saranno del tipo normalizzato con corpo a spirale, ad uno stadio, ad un ingresso, con prestazioni e dimensioni secondo DIN 24255, con supporto, forma costruttiva delle pompe di processo. In corrispondenza della tenuta l'albero sarà provvisto di una bussola di protezione/bussola d'albero sostituibile. Il corpo a spirale avrà piedi ricavati di fusione e sarà provvisto di anelli di tenuta sostituibili.

La tenuta dell'albero sarà ottenuta tramite premistoppa a baderna non raffreddato oppure sarà meccanica non raffreddata.

I materiali saranno i seguenti:

corpo a spirale: ghisa grigia

coperchio premente: ghisa grigia

girante: ghisa grigia

anelli di tenuta: ghisa grigia

albero: acciaio bonificato

bussola di protezione dell'albero: acciaio al cromo nichel molibdeno

supporto: ghisa grigia

Il motore sarà trifase, ventilato esternamente, B3,classe di protezione IP54, classe di isolamento F.

I giunti saranno elastici con le seguenti caratteristiche:

forma costruttiva N senza bussola distanziatrice, secondo norma di costruzione ZN3208

forma costruttiva N-H con bussola distanziatrice, secondo norma di costruzione ZN3207

Il coprigiunto dovrà essere offerto in base alle prescrizioni DIN 31001; l'esecuzione potrà essere leggera secondo ZN79, in lamiera d'acciaio, senza piedi, non praticabile, con fissaggio al coperchio del supporto.

4.45.13.2 POMPE PER MONTAGGIO SU TUBAZIONI (in line)

Le pompe saranno adatte ad un utilizzo con temperature comprese tra –5°C e 120°C, con pressioni di esercizio fino a 16bar.

Le pompe inline saranno monoblocco con motore ad albero prolungato e tenuta meccanica con accoppiamento diretto tra pompa e motore con albero

unico. Oppure con motore normalizzato e tenuta meccanica, con collegamento motore pompa realizzato con giunto rigido a manicotto.

I cuscinetti saranno a sfere a gole profonde con lubrificazione permanente a grasso, alloggiati nel motore.

La tenuta sarà meccanica non raffreddata; gli attacchi saranno flangiati (PN16, DIN 2533)

Il motore asincrono sarà trifase, ventilato esternamente, forma costruttiva V1, classe di protezione IP54, classe di isolamento F.

I materiali saranno i seguenti:

corpo a spirale: ghisa GG25

coperchio premente: ghisa GG25

girante: ghisa GG25

albero: acciaio C40

bussola protezione albero: acciaio NiCrMoTi

lanterna: ghisa GG25

tenuta meccanica: carburo/carbone/EPDM

giunto: acciaio St60/C45N

anelli di tenuta: ghisa grigia

L'installazione potrà realizzarsi sulle tubazioni o a pavimento, posizione delle pompe con albero rotore in verticale o in orizzontale. Sarà esclusa l'installazione con motore verso il basso.

4.45.13.3 POMPE MONOBLOCCO A BOCCHE ORTOGONALI

Le pompe saranno adatte ad un utilizzo con temperature comprese tra –5°C e 120°C, con pressioni di esercizio fino a 16bar.

Le dimensioni principali saranno secondo DIN 24255.

Le pompe inline saranno monoblocco con motore ad albero prolungato e tenuta meccanica con accoppiamento diretto tra pompa e motore con albero unico. Oppure con motore normalizzato e tenuta meccanica, con collegamento motore pompa realizzato con giunto rigido a manicotto.

I cuscinetti saranno a sfere a gole profonde con lubrificazione permanente a grasso, alloggiati nel motore.

La tenuta sarà meccanica non raffreddata; gli attacchi saranno flangiati (PN16, DIN 2533).

Il motore asincrono sarà trifase, ventilato esternamente, sarà normalizzato secondo DIN 42677,

forma costruttiva B35, classe di protezione IP55, classe di isolamento B.

I materiali saranno i seguenti:

corpo a spirale: ghisa GG25

coperchio premente: ghisa GG25

girante: ghisa GG25

albero: acciaio al Cr

bussola protezione albero: acciaio NiCrMo

lanterna: ghisa GG25

tenuta meccanica: allumina/carbone/Viton

L'installazione potrà realizzarsi sulle tubazioni o a basamento, posizione delle pompe con albero rotore in verticale, in orizzontale o inclinato. Sarà esclusa l'installazione con motore verso il basso.

4.45.13.4 Sistema di distribuzione gasolio

I serbatoi per gasolio saranno di tipo interrato in doppio mantello, aste metrica e pozzetti per evitare dispersione. Sarà fornito un sistema di rivelazione perdite completo di rivelatori preistallati in appositi armadietti. Il trattamento esterno protettivo sarà realizzato con pulitura della superficie con sabbiatura e successiva applicazione di: doppio strato di vernice bituminosa, strato di vetroresina. Il serbatoio sarà corredato di certificato di collaudo per i VV.FF. La fornitura comprenderà tutte le apparecchiature a servizio del sistema. L'impianto sarà dotato di tubi mannesmann per aspirazione e per equilibrio, rompifiamma, centralina di controllo per intercapedine serbatoio, n°2 erogatori elettronici ciascuno dotato di n°2 pompe. Saranno compresi nell'opera lo scavo ed il reinterro, la platea di fondazione, le selle e la sistemazione della zona relativa al rifornimento con pavimentazione in porfido.

4.45.14. VENTILCONVETTORI

a) Ogni fan-coil sarà completo di batterie, motore, ventilatore, bacinella, involucro, ecc. Ogni ventilatore sarà del tipo silenzioso, direttamente accoppiato al motore elettrico;

b) Quando previsto l'involucro sarà in lamiera dello spessore minimo di 12/10 mm verniciato con vernice antiruggine e vernice smaltata;

c) Le batterie e le bacinelle saranno reversibili. Le batterie avranno lo sfogo d'aria e il rubinetto di scarico;

d) Il motore sarà a 3 o più velocità con commutatore.

e) Tutti i fan-coils dovranno essere garantiti per un funzionamento silenzioso;

f) Ogni fan-coil dovrà essere provvisto di un pannello di comando e controllo che effettui la regolazione della temperatura ambiente agendo sul ventilatore (due tubi) e sulle valvole di regolazione eventualmente presenti (quattro tubi), dotato inoltre di commutatore a tre velocità + stop. La posizione del pannello di comando e controllo sarà remota in caso di installazione pensile e/o incassata a controsoffitto e sarà prescelta in modo opportuno nel locale servito. Anche per tutti gli altri casi la posizione sarà tipicamente remota fatte salve le situazioni nelle quali risulti assai difficoltosa tale soluzione e dove potrà essere presa in esame la installazione a bordo macchina.

g) I mobiletti fan-coils dovranno avere valvole di intercettazione a sfera su tutte le tubazioni di alimentazione. I collegamenti idraulici tra valvole e tubazioni dovranno essere eseguiti con rame crudo.

I ventilconvettori saranno provvisti di bacinella raccolta condensa in lamiera d'acciaio zincata rivestita esternamente con materiale termoisolante certificato in classe le filtri d'aria del tipo rigenerabile dello spessore nominale di 25 mm, efficienza 75% ASHRAE gravimetrico.

h) Prima dell'ordinazione dei ventilconvettori dovranno essere sottoposte al Committente per l'approvazione tutti i dati caratteristici di resa termica e frigorifera, portata d'aria, assorbimento elettrico, livello di potenza sonora, ecc.

4.45.15. Pannelli radianti a pavimento

L'impianto di riscaldamento a pavimento funzionante con acqua calda a bassa temperatura dovrà garantire una temperatura superficiale del pavimento adatta al benessere fisiologico delle persone; in particolare dovranno essere rispettate le indicazioni contenute nella UNI 1996 c (ISO 7730).

Le tubazioni saranno in polietene ad alta densità, reticolato ad alta pressione, secondo il brevetto ENGEL, con barriera contro la diffusione dell'ossigeno.

La distribuzione della tubazione a serpentina o a chiocciola, potrà avvenire con differenti interassi per l'adattamento della resa al reale fabbisogno dell'ambiente.

La tubazione sarà fissata ad una rete metallica con apposite clips e successivamente annegata in una caldana in cemento additivato; tale additivo sarà compreso nella fornitura impiantistica.

Dovrà essere fornita in garanzia totale della durata di dieci anni, contro i danni derivanti da difetti dell'impianto, stipulata con un'assicurazione sottoscritta con l'utente, per un importo fino a 2 miliardi di lire.

I vari componenti dovranno essere prodotti da un'unica casa costruttrice e costituire un vero e proprio sistema impiantistico che comprenderà:

- Strisce isolanti di bordo in polietilene a cellule chiuse aventi spessore 10mm ed altezza 130mm, non combustibili occorrenti per la dilatazione perimetrale del pavimento, da posarsi con sovrapposizione di 5cm nei punti di giunzione; questi giunti andranno previsti anche intermedi per superfici di pavimento superiori a 40 m².
- Foglio protettivo in polietilene, spessore 0,18mm con funzione di barriera vapore, da posarsi sopra lo strato isolante con una sovrapposizione di 8 cm nei punti di giunzione, e da posarsi inoltre anche sotto i giunti di dilatazione perimetrale.
- Rete metallica di supporto tubazione, avente maglia in filo d'acciaio liscio di spessore 3 mm, protetto contro la corrosione con vernice senza spigoli vivi e con piedini in rialzo.
- Dispositivi fissa rete in acciaio plastificato, occorrenti per il fissaggio delle reti metalliche tramite un apposito attrezzo a spirale.
- Clips in poliamide senza spigoli vivi per il fissaggio della tubazione, da applicarsi sulla rete.
- Additivo per calcestruzzo occorrente per rendere il massetto più compatto ed aumentarne il potere di imbibizione, da usarsi nella quantità di 1,1 lt, per ogni 100 kg. di cemento, mediamente.
- Isolamento termico, fonoassorbente, autoestinguente, in polistirene estruso, specifico per l'isolamento di pavimenti riscaldati, esente CFC, occorrente per creare una barriera termica verso il basso, spessore minimo 3 cm, dens. min. 27 kg. mc.
- Tubazione in polietilene ad alta densità, reticolato ad alta pressione secondo il brevetto ENGEL, con barriera contro la diffusione dell'ossigeno.
- Collettore compatto di distribuzione in poliamide rinforzata con fibra di vetro, completo di materiale di fissaggio alla parete ed avente i seguenti accessori:

- valvole di mandata con regolazione micrometrica
- detentori di ritorno termostatizzabili
- termometro di mandata collettore
- termometri di ritorno singoli circuiti
- valvoline manuali di sfogo aria
- attacchi collettore con compensatori flessibili
- Regolazione automatica dei singoli ambienti realizzata con struttura modulare, completo di trasformatore, piastra di distribuzione e cavo di collegamento con presa a 220 V predisposta per l'allacciamento di sonde ambiente, servomotori e di orologi programmatori;

- Sonde elettroniche ambiente con regolatore della temperatura, complete di commutatore a 3 posizioni, selettore della temperatura e zoccolo per intonaco, oppure in alternativa sonde ambiente con radiotrasmettitore.
- Servomotori proporzionati, completi di cavo di allacciamento 1,5 ml con presa a scheda ed indicatore della posizione.

Non saranno in ogni caso accettati impianti a pavimenti realizzati con generiche tubazioni in polietilene reticolato ed altri accessori reperiti casualmente sul mercato in quanto non potrebbero garantire alcuna esperienza pregressa né fornire le garanzie assicurative richieste.

4.45.16. CANALI DELL'ARIA

Canali in acciaio zincato

Il complesso dei canali ove il materiale previsto sia acciaio zincato (brevi tratti di percorso in esterno), dovrà essere realizzato in ottemperanza alle seguenti prescrizioni:

a) i canali, qualunque sia la loro destinazione, dovranno essere realizzati usando lamiera in acciaio zincata avente caratteristiche e spessori di zincatura tali che non si verifichi alcun danneggiamento e/o alterazione al rivestimento zincato per effetto dell'azione corrosiva dell'aria e dell'azione meccanica conseguente alle operazioni di costruzione e/o di messa in opera. In particolare nessun danneggiamento e/o alterazione dovrà verificarsi in corrispondenza delle graffature e dei tagli della lamiera che dovranno anch'essi essere protetti da zincatura.

b) gli spessori ammessi dovranno corrispondere a:

- 8/10 mm per canali aventi una dimensione del lato maggiore di canale rettangolare o del diametro di canale circolare fino a cm 50;

- 10/10 mm per canali aventi una dimensione del lato maggiore di canale rettangolare o del diametro di canale circolare da cm 51 fino a cm 80; entro tali dimensioni dovranno essere previsti gli opportuni rinforzi;

- 12/10 mm per canali aventi una dimensione del lato maggiore di canale rettangolare o del diametro di canale circolare da cm 81 fino a cm 130; entro tali dimensioni dovranno essere previsti gli opportuni rinforzi;

-15/10 mm per canali aventi una dimensione del lato maggiore di canale rettangolare o del diametro di canale circolare superiore a cm 130; per tali dimensioni dovranno essere previsti gli opportuni rinforzi; inoltre saranno impiegati morsetti stringiflangia;

c) le congiunzioni longitudinali sono da prevedersi con aggraffature a 3 pieghe sigillate con apposito mastice siliconico;

d) le unioni fra i vari tronchi, nonché quelle in corrispondenza ai pezzi speciali (curve, tee, raccordi) dovranno essere realizzate come segue:

-Canali a sezione rettangolare con dimensione del lato maggiore fino a 500mm: giunzione a baionetta con angoli sigillati;

-Canali a sezione rettangolare con dimensione del lato maggiore oltre 500 mm: a mezzo di flange costituite da profili in ferro nero zincati a bagno dopo lavorazione, con guarnizione di tenuta interposta.

La lamiera dovrà essere fissata sulle flange mediante piegatura e saldatura per punti: il tutto dovrà poi essere completato con siliconatura eseguita come detto precedentemente.

-Canali a sezione circolare: a mezzo di flange con le medesime modalità descritte a proposito dei canali a sezione rettangolare;

-La tenuta fra due flange adiacenti dovrà essere realizzata interponendo guarnizione in teflon e gomma dura a sezione circolare diametro non inferiore a 8 mm. La guarnizione dovrà essere montata sovrapponendo fra loro le estremità di almeno 10 volte il diametro della guarnizione.

-Tutti gli staffaggi dovranno essere realizzati in profilati e tondino in ferro nero e verniciato con due mani di antiruggine.

Le staffe dovranno essere poste ad una distanza tale, una dall'altra, che non si verifichino frecce superiori o 1/200 della distanza tra gli appoggi delle canalizzazioni sotto l'azione del peso proprio e del sovraccarico dovuto all'isolamento termico. Il collegamento tra staffaggi e canali dovrà essere realizzato esclusivamente con appoggio del canale sulla staffa o con sospensione del canale per mezzo di tiranti fissati alle flange oppure a collari circoscritti al corrispondente tronco di canale.

Gli appoggi e/o sostegni dovranno essere separati a mezzo di materiale antivibrante (gomma o simile).

e) E' vietato realizzare collegamenti che comportino il ricorso a forature sulle pareti dei canali;

f) In corrispondenza di tutte le apparecchiature contenenti organi rotanti (ventilatori) dovranno essere montati raccordi antivibranti in tela olona gommata: il collegamento ai canali dovrà essere realizzato mediante flangiatura avente le medesime caratteristiche descritte in precedenza;

g) Laddove necessario, come indicato dai disegni, dovranno essere installate serrandine a farfalla, esecuzione in lamiera zincata a bagno dopo lavorazione, di taratura ed intercettazione della portata d'aria, tipo completo di dispositivo per il bloccaggio in una qualsiasi posizione compresa entro il campo di lavoro;

h)Vari pezzi speciali quali curve, gomiti e derivazioni dovranno essere previsti con i deflettori interni atti a ridurre al minimo le perdite di carico ed i vortici d'aria;

i) L'isolamento dei canali di mandata e ripresa ove necessario nelle zone interne non visibili (locali tecnici, controsoffitti) sarà realizzato esternamente mediante materassino di lana minerale avente spessore come da Legge 10/91, applicato al canale tramite rete metallica zincata con finitura esterna in carta kraft argentata o foglio di alluminio. L'isolamento dei canali di mandata e ripresa nelle zone visibili ed esterne sarà realizzato esternamente mediante prodotto isolante flessibile estruso a celle chiuse a base di gomma sintetica espansa di colore nero del tipo AF Armaflex od equivalente avente spessore come da Legge 10/91, classe 1. In generale ogni isolamento termico dovrà essere continuo, costituire barriera vapore e non presentare discontinuità che possano generare condensazioni.

l) La finitura dei canali di mandata e ripresa nelle zone visibili ed esterne sarà realizzata mediante lamierino in alluminio, spessore 6/10m.

4.45.17. ACCESSORI PER CANALI D'ARIA

a) Ogni accessorio dovrà garantire i dati tecnici di scelta quali ad esempio velocità di efflusso o di attraversamento, perdite di carico aerauliche, fonoassorbenza o rumorosità, REI, ecc.), certificati dal costruttore;

b) prima dell'ordinazione dovranno essere sottoposti al Committente per l'approvazione i dati tecnici caratteristici di ogni singolo componente oggetto della presente specifica.

4.45.17.1 SILENZIATORE

I silenziatori dovranno essere:

Del tipo a setti su canali a sezione rettangolare :

Telaio: in lamiera di acciaio zincata spessore minimo 15/10 mm;

Setti: settori fonoassorbenti;

Materiale fonoassorbente: certificato in classe 1, resistente all'umidità, protetto contro lo sfaldamento, adatto per una velocità massima dell'aria di 20 m/s, in parte ricoperto da lamiera d'acciaio zincata;

Attacchi: flangiati;

Attenuazione (dB a 250 Hz): 25

Attenuazione (dB a 500 Hz): 29

Attenuazione (dB a 1000 Hz): 32

Del tipo a canale a sezione circolare:

Telaio: carcassa cilindrica in lamiera d'acciaio zincata;

Rivestimento interno: in lamiera forata d'acciaio zincata;

Ogiva fonoassorbente interna;

Materiale fonoassorbente: certificato in classe 1, resistente all'umidità, protetto contro lo sfaldamento, adatto per una velocità massima dell'aria di 20 m/s;

Attacchi: flangiati. [ϕi da 700 a 800 mm ÷ L da 1120 a 1250 mm]

Attenuazione (dB a 250 Hz): 11

Attenuazione (dB a 500 Hz): 22

Attenuazione (dB a 1000 Hz): 31

Del tipo a canale a sezione quadrangolare :

Telaio: carcassa cilindrica in lamiera d'acciaio zincata;

Rivestimento interno: in lamiera forata d'acciaio zincata;



Setto centrale fonoassorbente interno longitudinale sp 100 mm;

Materiale fonoassorbente: certificato in classe 1, resistente all'umidità, protetto contro lo sfaldamento, adatto per una velocità massima dell'aria di 20 m/s;

Attacchi: flangiati. [Dim. Int. 350x800 mm ÷ L 1500 mm]

Attenuazione (dB a 250 Hz): 11

Attenuazione (dB a 500 Hz): 22

Attenuazione (dB a 1000 Hz): 31

I dati tecnici per l'individuazione delle caratteristiche dei silenziatori saranno:

Rigenerazione del rumore: il rumore rigenerato dal passaggio dell'aria nel silenziatore dovrà essere perlomeno inferiore di 7 dB allo spettro di rumorosità dell'impianto, riscontrato nella stessa posizione;

Portata d'aria (m3/h);

Attenuazione (dB a 250 Hz);

Attenuazione (dB a 500 Hz);

Attenuazione (dB a 1000 Hz);

Dimensioni (mm BxHxL oppure ϕxL);

N° settori;

Distanza tra i settori;

Dimensioni dei settori (mm);

Perdita di carico (Pa).

4.45.17.2 SERRANDA TAGLIAFUOCO motorizzata

Le serrande tagliafuoco a pala rotante (senza amianto) dovranno essere certificate REI 120 secondo la Circolare n° 91 del Ministero dell'Interno, la Legge 818 del 7/12/1984, il Decreto Ministeriale del 26/3/1985.

Il montaggio delle serrande verrà effettuato in allineamento al muro o al condotto tagliafuoco.

L'installazione potrà essere eseguita sia in posizione orizzontale (a parete) che verticale (a soffitto) e indipendentemente dalla direzione del flusso dell'aria.

Le serrande tagliafuoco saranno costituite essenzialmente da un involucro metallico esterno con all'interno una pala di otturazione ruotante su un asse orizzontale che ne permette la chiusura automatica per mezzo di una molla di richiamo.

Le serrande tagliafuoco saranno composte da:

- Involucro a tunnel realizzato in lamiera d'acciaio zincato spessore 2 mm, provvisto alle due estremità di flange perimetrali di raccordo;
- Flangia intermedia posizionata all'esterno del tunnel per l'allineamento al muro tagliafuoco.
- Pala interna di otturazione spessore 45 mm in materiale refrattario rigido, con piastre di supporto in lamiera d'acciaio zincato munite di perni ruotanti su boccole attorno ad un asse orizzontale.
- Cornice perimetrale interna in materiale refrattario rigido, divisa in due metà con funzione di battuta per la pala di otturazione; la tenuta verrà realizzata mediante una guarnizione termoespandente.
- Sgancio termico automatico effettuato mediante motore elettrico collegato al sistema di rivelazione incendi.

4.45.17.3 SERRANDA DI TARATURA

Serranda di taratura per condotti circolari

Serranda di taratura costituita da una struttura in robusta lamiera d'acciaio per inserimento a canale, con regolazione della portata e della pressione del flusso d'aria all'interno del condotto eseguita tramite diaframma in grado di consentire una perfetta taratura con trascurabile incremento di turbolenza e livello sonoro.

Sarà provvista di dispositivi di collegamento per la misurazione della portata e della pressione nel condotto.

La regolazione della posizione del diaframma avverrà tramite leva esterna manovrata manualmente, con elemento bloccante e scala graduata.

Serranda di taratura per condotti rettangolari

Serranda di taratura costituita da una struttura in robusta lamiera d'acciaio per inserimento a canale, con regolazione della portata e della pressione del flusso d'aria all'interno del condotto eseguita tramite alette contrapposte in acciaio zincato imperniata su boccole in bronzo.

La regolazione della posizione delle alette dovrà avvenire tramite leva posta lateralmente e manovrata manualmente o con servocomando.

La massima differenza di pressione regolabile dovrà essere fino a 650 Pa.

4.45.17.4 BOCCHETTA DI MANDATA DA VENTICONVETTORE DA INCASSO

Bocchetta di mandata da installare sulla cofanatura dei fan-coils, realizzata in alluminio anodizzato, dotata di doppio ordine di alette orientabili.

La bocchetta sarà fissata tramite incastro sul raccordo in lamiera zincata di fornitura dell'Appaltatore come indicato nei disegni. La tenuta sarà realizzata con materiale spugnoso non infiammabile (tipo neoprene).

La bocchetta dovrà essere elettrocolorata con colorazione a scelta della D.L.

4.45.17.5 DIFFUSORE CIRCOLARE

Diffusore circolare a coni regolabili per la mandata o fissi per la ripresa dell'aria, in alluminio anodizzato o verniciato a polvere elettrostatica ed essiccazione a forno del calore precisato dal Committente.

Il diffusore comprenderà una serranda captatrice a bandiera, dotata di alette equalizzatrici e realizzata in acciaio fosfatizzato e verniciato di colore nero con regolazione frontale attraverso il diffusore con apposita chiave.

La serranda sarà applicata all'ingresso del canale di derivazione e verrà fissata con viti laterali.

Il diffusore dovrà garantire elevato rapporto di induzione con l'aria ambiente, silenziosità di esercizio e ridotte perdite di carico.

Dovrà essere garantita l'estraibilità dei coni dal corpo del diffusore per facilitare le operazioni di manutenzione e pulizia.

4.45.17.6 DIFFUSORE LINEARE

I diffusori lineari di immissione e di ripresa aria dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- esecuzione in alluminio anodizzato;
- da uno a quattro ordini di alette singolarmente orientabili; serrandina a lamella con movimento a contrasto; camera di raccordo con rivestimento interno in materiale termoisolante e fonoassorbente certificato in classe 1, completa di lamiera forata per equalizzazione del flusso d'aria;
- adatti per installazione nel controsoffitto;
- elevato rapporto di induzione con l'aria ambiente, silenziosità di esercizio e ridotte perdite di carico.

4.45.17.7 GRIGLIA DI ASPIRAZIONE

Le griglie di aspirazione per installazione a parete o a soffitto saranno eseguite con le seguenti caratteristiche:

- cornice in alluminio estruso;
- telaio in profilato di alluminio;
- alette in alluminio estruso fisse;
- fissaggio a parete, tramite nottolini interni.
- serranda di regolazione a comando manuale tramite cacciavite dall'esterno della bocchetta, con telaio in acciaio zincato ed alette in alluminio estruso;
- regolazione tramite movimento contrapposto delle alette disposte parallelamente al lato corto;
- controtelaio in acciaio zincato.

4.45.17.8 GRIGLIA DI TRANSITO

Per il transito dell'aria tra locali diversi, verranno utilizzate porte sollevate (locali WC) oppure griglie di transito posizionate sulle porte stesse o sulle pareti divisorie, di fornitura a carico del Committente.

4.45.17.9 VALVOLA DI ASPIRAZIONE

Per la ripresa ed espulsione dell'aria dai servizi igienici o dai locali di servizio, verranno installate apposite valvole di espulsione.

Saranno di forma circolare in lamiera di acciaio verniciata in colore da definire in accordo con il Committente con vernice epossidica.

La regolazione avverrà tramite rotazione del disco centrale dalla posizione di massima apertura a quella di completa chiusura.

Il disco dovrà assicurare per qualsiasi sua posizione ridotti livelli di rumorosità.

Il fissaggio sul collarino sarà del tipo a pressione.

4.45.17.10 CONDOTTO FLESSIBILE DI COLLEGAMENTO

Il collegamento dai canali alle apparecchiature terminali di distribuzione dell'aria dovrà venire realizzato nel seguente modo:

Mandata dell'aria

Verranno impiegati condotti coibentati di elevata qualità, totalmente flessibili, adatti per bassa e media pressione e per attacchi circolari od ovali.

Saranno realizzati in laminato di alluminio coibentato con materassino in fibra di vetro (spessore 25 mm, densità 16 kg/mc) certificato in classe 1 e protezione esterna con robusta struttura a spirale in laminato di alluminio multistrato rinforzato.

Ripresa dell'aria

Verranno impiegati condotti in laminato di alluminio, di elevata qualità, totalmente flessibili, adatti per bassa e media pressione e per attacchi circolari od ovali, non sprigionanti gas tossici in caso di incendio o di elevate temperature.

Saranno realizzati in robusta struttura in laminato di alluminio a tre strati, con incorporato un filo di acciaio armonico avvolto ad elica.

4.45.17.11 GRIGLIA DI PRESA DELL'ARIA ESTERNA O DI ESPULSIONE

Le griglie di presa dell'aria e di espulsione avranno semplice filare di alette fisse, profilo antipioggia, e saranno complete di rete antivolatile, di controtelaio da murare e di tegolo rompigocce.

Griglia costruita in alluminio anodizzato con telaio in lamiera di acciaio zincata. La griglia sarà corredata di una serranda di intercettazione dell'aria, quando richiesto, con alette a funzionamento contrapposto in lamiera di acciaio zincato, a comando manuale o motorizzato.

Fissaggio della griglia sul telaio mediante viti cromate.

Montaggio della griglia dall'esterno o dall'interno o incernierato a seconda della necessità.

4.45.18. TUBAZIONI

4.45.18.1 Generalità

Il dimensionamento dei circuiti acqua dovrà essere fatto considerando una perdita di carico non superiore a 300 Pa per metro lineare tenendo sempre conto di non superare velocità tali da generare rumorosità, erosione, ecc.

Per le dimensioni si fa riferimento alla seguente tabella:

Diametro Nominale (inch)	Diametro esterno (mm)	Spessore (mm)	*MASSA LIN.* (kg/m)
1/8	10.2	1.8	0.38
¼	13.5	1.8	0.53
3/8	17.2	1.8	0.69
½	21.3	2	0.96
¾	26.9	2	1.24
1	33.7	2.3	1.79
1 ¼	42.4	2.6	2.57
1 ½	48.3	2.6	2.95
2	60.3	2.9	4.14
2 ½	76.1	2.9	5.28
3	88.9	3.2	6.81
4	114.3	3.6	9.9
5	139.7	4	13.5
6	168.3	4.5	18.1

8	219.1	5.9	31.0
10	273.0	6.3	41.6
12	323.9	7.1	55.6
14	355.6	8	68.3
16	406.4	8.8	85.9
18	457.2	10	110
20	508.0	11	135
24	609.6	12.5	185

4.45.18.1.1 Criteri di posa

Le tubazioni dovranno essere posate con distanze sufficienti a consentirne lo smontaggio ed a permettere la corretta esecuzione del rivestimento isolante.

Il percorso dovrà essere tale da consentire il completo svuotamento delle tubazioni e l'eliminazione dell'aria.

Nei percorsi aerei orizzontali, le tubazioni di acqua fredda dovranno, in linea di principio, stare in posizione sottostante alle tubazioni percorse dai fluidi caldi.

4.45.18.1.2 Supporti

Le tubazioni flessibili vanno supportate in modo continuo. Le tubazioni rigide dovranno essere sostenute con supporti dimensionati in base a:

- peso delle tubazioni, valvole, raccordi, rivestimento isolante ed in generale di tutti i componenti sospesi;
- sollecitazioni dovute a sisma, prove idrostatiche, colpo d'ariete, intervento di valvole di sicurezza;
- sollecitazioni derivanti da dilatazioni termiche.

I supporti dovranno essere del tipo a collare pensile zincati con un campo di oscillazione massima di 12° (6° x 2).

La posizione dei supporti dovrà essere scelta in base a:

- dimensione delle tubazioni;
- configurazione dei percorsi;
- presenza di carichi concentrati (valvole, ecc.,);
- strutture disponibili per l'ancoraggio (profilati ad omega, tasselli ad espansione a soffitto, mensole a parete, staffe con sostegni apribili a collare).

Essi dovranno, in ogni caso, essere facilmente smontabili e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni, impiegando del materiale antivibrante tra tubazioni e supporti.

La distanza massima ammissibile tra i supporti e data dalla seguente tabella:

Diametro tubazioni (diametro nominale)	Distanza in orizzontale (m)	Distanza in verticale (m)
DN 20 o inferiore	1,5	1,6
DN 20 - DN 40	2,0	2,4
DN 50 - DN 65	2,5	3,0
DN 80	3,0	4,5
DN 100 - DN 125	4,2	5,7
= DN 150	5,1	8,5

4.45.18.1.3 Dilatazioni

Ove necessario, si dovranno prevedere sulle tubazioni dilatatori, punti fissi e punti di scorrimento.

Tutti i materiali necessari per consentire la corretta dilatazione delle tubazioni quali giunti flessibili in acciaio inox, scarpette e placche in teflon di scorrimento, staffaggi, ancoraggi per punti fissi, accessori ecc. si intendono compensati nel prezzo della tubazione.

4.45.18.2 TUBAZIONI PER ACQUA

4.45.18.2.1 Posa delle tubazioni - Prescrizioni

Sistemi di condizionamento a servizio delle unità commerciali.

Nel caso di posa di tubazioni incassate in pavimento od a parete le tubazioni saranno rivestite con guaine isolanti aventi sia la funzione di consentire l'eventuale dilatazione oltre che di proteggere le superfici contro eventuali aggressioni di natura chimica.

Il collegamento delle tubazioni alle varie apparecchiature quali pompe, scambiatori, serbatoi, valvolame, ecc. dovrà essere sempre eseguito con flange o con bocchettoni in tre pezzi.

Le riduzioni dovranno essere eseguite con le seguenti lunghezze:

- diametri: DN 50 ÷150 L = 15 cm
- diametri: DN 200÷300 L = 30 cm
- diametri: DN 400÷600 L = 45 cm

Le riduzioni potranno essere concentriche oppure eccentriche in relazione alle varie esigenze.

Tutte le tubazioni non zincate, staffaggio compreso, dovranno essere pulite prima o dopo il montaggio con spazzola metallica onde preparare le superfici alla successiva verniciatura che dovrà essere fatta con due mani di antiruggine resistente alla temperatura del fluido passante, ognuna di colore diverso; la seconda mano sarà applicata solo dopo approvazione del Committente. A seguire sarà applicata una doppia mano finale a smalto.

Le selle dei supporti mobili dovranno avere una lunghezza tale da assicurare che essi, sia a freddo che a caldo, appoggino sempre sul rullo sottostante.

In prossimità ai cambiamenti di direzione del tubo occorre prestare particolare attenzione nella scelta della lunghezza del rullo, in considerazione dell'eventuale movimento del tubo nel senso trasversale al suo asse.

La lunghezza minima del tirante non dovrà essere inferiore ai valori riportati nella seguente tabella:

Distanza dal punto fisso	Lunghezza minima del tirante
sino 20 m	0,30 m
sino 30 m	0,70 m
sino 40 m	1,20 m

Nel caso lo spazio disponibile non consentisse le prescritte lunghezze dei tiranti, bisognerà ricorrere a sospensioni a molla.

In ogni caso tutti i supporti dovranno essere preventivamente studiati, disegnati e sottoposti all'approvazione del Committente. Non saranno accettate soluzioni improvvisate o che non tengano conto del problema della trasmissione delle vibrazioni, delle esigenze di realizzazione degli isolamenti, dell'esigenza di ispezionabilità e sostituzione, delle esigenze dettate dalle dilatazioni (punti fissi, guide, rulli, ecc.).

Il diametro dei tiranti sarà in accordo con la seguente tabella:

diam. tubo	diam. tirante
fino a 2»	8 mm
2 1/2»-4»	10 mm
5» ÷ 8»	16 mm
10» ÷ 12»	20 mm
14» ÷ 16»	24 mm
18» ÷ 20»	30 mm

4.45.18.2.2 Saldature

L'unione dei tubi dovrà avvenire mediante saldature eseguite da saldatori qualificati.

La giunzioni delle tubazioni aventi diametro inferiore a DN 50, verranno di norma realizzate mediante saldatura autogena con fiamma ossiacetilenica.

Le giunzioni delle tubazioni con diametro superiore verranno eseguite di norma all'arco elettrico a corrente continua.

Non sono ammesse saldature a bicchiere ed a finestre, cioè quelle saldature eseguite dall'interno attraverso una finestrella praticata sulla tubazione, per quelle zone dove non è agevole lavorare con il cannello all'esterno.

Le tubazioni dovranno essere, pertanto, sempre disposte in maniera tale che anche le saldature in opera possano essere eseguite il più agevolmente possibile; a tal fine le tubazioni dovranno essere opportunamente distanziate fra loro, anche per consentire un facile lavoro di coibentazione, come pure dovranno essere sufficientemente distaccate dalle strutture dei fabbricati.

Particolare attenzione dovrà essere prestata per la saldatura di tubazioni di piccolo diametro (< 1") per non ostruire il passaggio interno. Anche per questo scopo si dovrà possibilmente limitare l'uso di tubazioni diam. 3/8" solo per realizzare sfoghi aria.

L'unione delle flange con il tubo dovrà avvenire mediante saldatura elettrica od autogena.

L'Appaltatore e tenuto a far eseguire da ditte specializzate a propria cura e spese, verifiche a ultrasuoni su campioni di saldatura (circa 10% del totale) espressamente indicati dal Committente. Di dette prove l'Appaltatore dovrà fornire al Committente i relativi certificati di prova.

4.45.18.3 Tubazioni per acqua calda di riscaldamento e refrigerata

Le tubazioni da impiegarsi dovranno essere in acciaio di prima scelta, trafilate a freddo, senza saldatura (tipo Mannesmann) come sottoindicato:

Tubi gas commerciali in acciaio senza saldatura secondo la tabella diametri÷spessori in precedenza citata

Il collegamento di unione dei tubi fra loro, nonché fra essi ed i pezzi speciali (curve, raccordi, flange), dovrà essere realizzato mediante saldatura di testa, come precedentemente descritto per le tubazioni dell'acqua surriscaldata.

Per le variazioni di direzione, dovranno essere impiegate curve in acciaio stampato: dette curve saranno complete per le variazioni di direzione a 90°, doppie per le variazioni di direzione a 180°, sezionate opportunamente per tutti i rimanenti casi.

I tee dovranno essere realizzati ad innesto con il sistema «a scarpa", ciascuno costituito da curva in acciaio a 90° di adatto diametro ed opportunamente sagomata in modo da ottenere una perfetta corrispondenza con l'apertura sul fianco del tubo costituente il circuito principale.

Le tubazioni dovranno essere messe in opera a perfetta regola d'arte; si prescrive, in particolare, che risulti assicurata la linearità dei tubi aventi gli assi fra loro allineati, che i tratti verticali risultino perfettamente a piombo, che i tratti orizzontali risultino perfettamente in bolla.

Fanno eccezione, a quest'ultimo proposito, i tratti orizzontali appartenenti a circuiti per i quali siano date, sui disegni di progetto, esplicite indicazioni concernenti la direzione ed il valore da assegnare alla pendenza.

I pattini di appoggio dei tubi sulle staffe non dovranno essere collegati direttamente con la superficie del tubo, in quanto ciò darebbe luogo a ponti termici in grado di provocare formazioni di condensa, con susseguenti gocciolamenti, durante la stagione estiva, per i tubi acqua refrigerata; fra ciascun pattino ed il tubo occorre interporre anelli di legno (o materiale equivalente) aventi spessore uguale a quello dell'isolamento o resistenza termica tale che, tenuto conto dello spessore precedentemente definito, la trasmissione del calore non conduca alla formazione di condensa.

Intorno ad ogni anello dovrà essere montata una staffa in piatto (divisa in due parti uguali da unire mediante bulloni completi di dado) sulla quale sarà poi fissato il pattino vero e proprio.

Il dimensionamento (nonché la scelta del tipo di materiale) di questi dispositivi, dovrà essere tale da consentire loro di sopportare il peso proprio (tubo più acqua, più isolamento termico), nonché gli sforzi a cui possono essere assoggettati in tutte le possibili condizioni di funzionamento.

Il circuito dovrà essere equipaggiato dei dispositivi per lo sfogo dell'aria in ciascun "punto alto" e di quelli per lo scarico dell'acqua da ciascun "punto basso"; per punto alto si intende quello nel quale, rispetto al senso di moto dell'acqua all'interno del tubo, la quota del tubo diminuisce spostandosi verso monte oppure verso valle; per punto basso si intende quello nel quale, con la medesima convenzione ora esposta, la quota del tubo aumenta spostandosi verso monte oppure verso valle.

Nella realizzazione pratica dei tubi alti dovranno essere osservate le seguenti prescrizioni:

- è consentito l'uso dei dispositivi del tipo a sfogo automatico dell'aria, solo per lo sfogo di brevi tratti di tubazione;
- il collegamento fra un punto alto ed il tubo facente parte del dispositivo di sfogo aria, dovrà essere realizzato con modalità tali che l'aria, una volta accumulata nel punto alto, non incontri alcuna difficoltà ad abbandonare la tubazione costituente il circuito: ciò in una qualsiasi delle condizioni di funzionamento (velocità dell'acqua al valore di progetto oppure velocità dell'acqua nulla);
- immediatamente al di sopra del punto di collegamento con la tubazione del circuito principale, ciascuno sfogo d'aria dovrà comprendere un barilotto in acciaio nero, avente una capacità non inferiore a 0,4 dmc, destinato a contenere tutta l'aria che tendesse a raccogliersi nel punto alto durante l'intervallo di tempo compreso fra 2 successive manovre di spurgo.

Al di sopra del barilotto ora menzionato, il tubo di sfogo dovrà riprendere il diametro iniziale, essere curvato a 180° e scendere verso il basso fino a quota +1,40 m dal pavimento, dove dovrà essere installato il rubinetto per la manovra di sfogo.

- il rubinetto di sfogo dovrà essere del tipo a sfera.
- immediatamente al di sotto del rubinetto ora menzionato, dovrà essere installato un imbuto collegato con la rete di scarico.

Le dimensioni e la forma dell'imbuto, nonché la posizione relativa "rubinetto/imbuto", dovranno risultare tali che non si verifichino fuoriuscite di acqua (per traboccamento oppure in seguito a spruzzi) durante la manovra di sfogo e, contemporaneamente, l'operatore possa seguire senza incertezza le varie fasi di eliminazione dell'aria.

- il sistema di ancoraggio alle strutture del dispositivo di sfogo aria dovrà possedere caratteristiche di rigidezza e robustezza tali che non si verifichino spostamenti durante le manovre del rubinetto, nè vibrazioni durante i transitori di pressione conseguenti all'afflusso di acqua mescolata con aria;

- si raccomanda, di raggruppare, dove possibile, su unico imbuto più sfoghi d'aria; è vietato invece riunire più tubazioni di sfogo su unico rubinetto perché altrimenti si originerebbero circolazioni parassite di acqua in grado di influire negativamente sul buon funzionamento dell'impianto.

Per quanto riguarda i dispositivi di scarico dei punti bassi, valgono le medesime prescrizioni date per gli sfoghi d'aria, a proposito del rubinetto e dell'imbuto di raccolta e scarico: non risulta invece necessaria l'installazione del barilotto, mentre il collegamento dovrà essere realizzato nel punto più basso del tratto del circuito da vuotare.

4.45.18.4 Individuazione dei circuiti

Tutti i circuiti dovranno essere identificati mediante l'apposizione sugli stessi di targhette di definizione ovunque necessario.

Inoltre la classificazione dei condotti dovrà essere consentita mediante l'applicazione di opportuna colorazione sugli stessi, secondo quanto di seguito indicato:

- Acqua circuiti cogenerazione (mandata): Grigio argento
- Acqua circuiti cogenerazione (ritorno): Grigio argento fascia blu
- Acqua calda per riscald.(mandata): Rosso
- Acqua calda per riscald.(ritorno): Rosso fascia blu
- Acqua refrigerata (mandata): Azzurro
- Acqua refrigerata (ritorno): Azzurro fascia rossa

Tale colorazione potrà essere applicata su tutta la tubazione oppure a bande di 1 metro poste in vicinanza di valvole, collettori, incroci, passaggi di muri e comunque dove necessario.

Le strisce di colore discontinuo da cm 6 potranno essere ottenute anche utilizzando nastri in plastica autoadesivi.

Dovrà essere infine indicato il senso di percorrenza del fluido all'interno delle tubazioni, tramite frecce sulle tubazioni stesse.

4.45.18.5 TUBAZIONI GAS METANO

Tutte le tubazioni gas metano saranno realizzate in acciaio congiunzioni saldate; per i tratti interrati la tubazione sarà dotata di rivestimento in polietilene.

La tubazione gas metano dovrà partire dal contatore/riduttore, ed immediatamente a valle di quest'ultimo dovrà essere posizionata una valvola di intercettazione che consenta una agevole e sicura manovra di chiusura. Immediatamente prima dell'ingresso nel terreno dovrà essere inserito un giunto dielettrico.

Il primo tratto della tubazione gas metano corre interrato e deve essere utilizzato un tubo in acciaio rivestito in polietilene, di tipo certificato riportante le apposite marcature, di caratteristiche non inferiori a quelle previste dalla norma vigente, con giunzioni saldate.

Nei punti di giunzione il ripristino della protezione in polietilene avverrà mediante manicotti termoretraibili oppure fasciatura mediante bande apposite.

La profondità di interramento sarà pari a 1 metro rispetto al piano finito del terreno. Dovrà essere posato il nastro monitore interrato sopra la tubazione ad adeguata distanza.

Per tutte le modalità di posa si faccia riferimento al Titolo V del al D.M 12.04.96 già citato in precedenza.

La tubazione raggiungerà la centrale tecnologica ed immediatamente dopol'uscita da terra dovrà essere inserito un giunto dielettrico.

All'interno la linea gas sarà realizzata fuori traccia utilizzando una tubazione in acciaio nero con giunzioni saldate.

All'inizio del percorso interno alla centrale tecnologica dovrà essere installata la valvola motorizzata con ritorno a molla normalmente chiusa collegata al sistema di rivelazione fughe gas ed incendi.

Per quanto riguarda i diametri ed i percorsi tubazioni si faccia riferimento agli elaborati grafici allegati.

Per quanto riguarda l'attraversamento di murature si faccia riferimento al D.M 12.04.96 già citato in precedenza.

Il collegamento con la caldaia deve essere effettuato senza utilizzo di tubazioni flessibili (salvo il giunto elastico previsto e certificato); l'eventuale uso di bocchettoni (normalmente detti a "tre pezzi") deve essere limitato eventualmente al solo collegamento terminale con l'apparecchio.

La tubazione gas metano fuori traccia deve essere fissata alla muratura con adeguate staffe distanziate tra loro di non oltre 1,5 metri, essere posizionata in modo da non subire urti accidentali ed eventualmente protetta.

Immediatamente a monte della rampa gas della caldaia deve essere posta una valvola di intercettazione che consenta una facile e sicura manovra di chiusura.

Tutte le valvole di intercettazione gas metano devono riportare chiara ed inequivocabile indicazione sullo stato di apertura o chiusura; nel caso tale indicazione sia effettuata mediante targhette od altro, queste devono essere solidamente fissate rispetto alla valvola stessa senza nessuna possibilità di movimento relativo dopo il montaggio.

Tutte le valvole di intercettazione gas metano devono essere del tipo a sfera o farfalla e lasciare, quando aperte, un passaggio netto almeno pari a quello della tubazione a cui sono connesse ed essere adeguatamente protette dalla corrosione mediante cromatura o nichelatura.

Prima di chiudere le eventuali tracce nel terreno, nelle murature e nei pavimenti e prima di allacciare l'impianto al contatore si deve verificarne accuratamente la tenuta. L'impianto deve essere provato con aria od altro gas inerte e per tutte le modalità di prova si faccia riferimento al Titolo V del al D.M 12.04.96 già citato in precedenza, capitolo 5.6.

Se si verificano perdite queste devono essere ricercate con l'ausilio di appositi mezzi, ad es. soluzione saponosa; le parti e le guarnizioni difettose sostituite. Al termine deve essere ripetuta la suddetta prova di tenuta.

Per maggiore sicurezza sarà eseguita anche la prova secondo norme UNI 7129 alla pressione 1000 mm.c.a.

Analoghe prove di tenuta dovranno essere eseguite immediatamente prima della erogazione del gas metano e/o alla consegna dei locali, onde evidenziare eventuali danneggiamenti che possano essere sopravvenuti durante le opere svolte successivamente alla prima prova.

Le tubazioni in vista subiranno un completo ciclo di verniciatura con colore giallo a finire.

Per quanto attiene al collegamento gas alle cucine le modalità di esecuzione saranno analoghe a quelle sopra riportate.

4.45.19. Impianti di scarico

Per gli impianti di scarico sarà compresa la fornitura e posa in opera di:

- Tubazioni di scarico da apparecchi idrici sanitari, interne alla unità immobiliare, compreso il collegamento alle colonne di scarico;

- Colonne di scarico comuni a più unità immobiliari fino al collegamento, compreso, alle fosse biologiche;

- Fosse biologiche;

- Pozzetti sgrassatori per acque saponose;

- Pozzetti di ispezione;

- Tubazioni a valle delle fosse biologiche fino al collegamento, compreso, alla rete di smaltimento; in questa voce sono compresi anche i collegamenti intermedi con pozzetti sgrassatori e pozzetti di ispezione;

- Sistemi di raccolta e tubazioni acque meteoriche;

- Sistema di smaltimento acque dalla autorimessa con installazione di un pozzetto di separazione liquidi infiammabili, pozzetti di raccolta e pompe di sollevamento.

Dati di progetto

Il percorso delle tubazioni nonchè i relativi diametri sono indicati negli elaborati grafici allegati.

Dovranno essere mantenute le seguenti pendenze minime sotto le quali non scendere in nessun punto delle linee:

- Acque scure = 1 % (1 cm/metro)

- Acque chiare = 0,5 % (0,5 cm/metro)

- Acque meteoriche = 0,5 % (0,5 cm/metro)

Ove possibile è preferibile il mantenimento di pendenze superiori.

Estensione e caratteristiche della fornitura

- Tutte le tubazioni acque chiare e scure e le tubazioni acque meteoriche interrate, dovranno essere realizzate con POLIETILENE ALTA DENSITA' tipo GEBERIT od equivalente.

- Tutte le giunzioni saranno di tipo saldato dovranno essere realizzate a perfetta tenuta prevedendo una pressione adeguata e seguendo scrupolosamente le istruzioni del Costruttore.

- Dovranno essere evitate curve secche sulle tubazioni.

- Devono essere installate in punti accessibili, e comunque ad ogni piede colonna, delle aperture chiuse da tappi a perfetta tenuta stagna che consentano la successiva pulizia delle tubazioni.

- Le tubazioni di sfiato dovranno essere portate in copertura e dotate di cappello parapioggia.

- Tutte le fosse biologiche dovranno essere collegate a tubazioni di sfiato portate in copertura; la esatta individuazione del cavedio da utilizzare sarà effettuata in fase costruttiva in funzione degli spazi disponibili.

- Tutti gli apparecchi sanitari, ed in generale ogni punto di scarico, devono essere adeguatamente sifonati.

- Relativamente allo scarico acque chiare, in ogni locale bagno ed in cucina dovrà, possibilmente, essere installato un pozzetto a pavimento in acciaio inox od ottone cromato, ispezionabile con tappo a filo pavimento finito a perfetta tenuta stagna; tale pozzetto sarà posto tra l'ultima connessione di scarico acque chiare proveniente dagli apparecchi sanitari ed il collegamento alla colonna di scarico.

- Dovrà essere posta particolare cura nel controllo e collaudo delle tubazioni poste in eventuali controsoffitti.

- Le tubazioni ed i sistemi di raccolta acque meteoriche (grondaie) saranno realizzate in rame e dotate di tutti gli accessori e staffaggi.

- Alla base di ciascuna colonna di scarico acque meteoriche sarà posto un pozzetto di raccolta da cui partirà la tubazione interrata in GEBERIT.

- Al termine del montaggio l'impianto deve essere collaudato prima di effettuare la tamponatura delle tracce od il riempimento degli scavi onde evitare successive perdite.

4.45.20. Sistema di addolcimento

Il sistema di addolcimento dovrà servire tutte le utenze presenti, e soddisfare le seguenti caratteristiche principali:

- Durezza acqua in ingresso	40°F
- Durezza acqua dopo il trattamento	15°F
- Portata di punta (min.)	(**)
- Perdita di carico alla portata di punta (max.)	(**)
- Portata media	(**)
- Perdita di carico alla portata di punta (max.)	(**)
- Capacità di scambio	(**)
- Pressione di esercizio minima	(**)
- Pressione di esercizio massima	(**)

(**) : in base alla tipologia dell'opera.

Il sistema dovrà inoltre essere dotato di:

- Contenitore sale completo di accessori

- Sistema di dosaggio disinfettante in rigenerazione completo di contenitore

- Centralina di controllo automatico del funzionamento e della rigenerazione

Dovrà essere realizzato un pozzetto di scarico reflui di rigenerazione immediatamente al di sotto dell'addolcitore; le dimensioni saranno stabilite in fase esecuitva.

4.45.21. Autoclave

Il sistema di rilancio acqua dovrà servire tutte le utenze presenti.

Al servizio di ogni autoclave daranno presenti n° 2 pompe (di cui una di riserva attiva) ciascuna avente portata e prevalenza adeguate alla tipologia ed al numero di utenze da servire (vedere allegati grafici dei vari complessi).

Il sistema dovrà inoltre essere dotato di:

- Centralina di controllo automatico

- Serbatoio di pressurizzazione

- Serbatoio di interposizione con acquedotto con controllo di livello

4.45.22. Sistemi di rilancio acque di drenaggio e acqua nere autorimessa

Il sistema di rilancio acque di drenaggio ha lo scopo di smaltire verso un corpo recettore esterno le acque presenti nel terreno circostante le fondazioni degli edifici, raccolte mediante una apposita rete in un contenitore cilindrico interrato ove sono poste le pompe di sollevamento.

Le pompe saranno in numero di 2, di cui una di riserva attiva, ciascuna dotata di sensori di controllo di livello indipendenti per l'avviamento e l'arresto e

di un sensore di allarme alto livello.

La definizione delle portate da smaltire sarà effettuata sulla base di una perizia geologica, pertanto i dati qui riportati hanno carattere puramente indicativo al solo scopo di dare una definizione qualitativa di quanto dovrà essere realizzato.

Caratteristiche del sistema:

N° 2 pompe sommergibili (di cui una di riserva attiva) adatte al sollevamento di acque contenenti solidi in sospensione, ciascuna avente avente portata e prevalenza adeguate (vedere allegati grafici dei vari complessi).

Il sistema dovrà inoltre essere dotato di:

- Basamento di accoppiamento rapido con tubo di guida ed accessori
- Tubazioni, valvole ed accessori
- Quadro elettrico di controllo automatico
- n°2 sensori di livello per ciascuna pompa
- n°1 sensore di alto livello di allarme con segnalazione ottico-acustica a quadro elettrico

Il sistema di rilancio acque nere autorimessa ha lo scopo di smaltire verso il sistema di smaltimento le acque provenienti dai pilozzi posti nelle autorimesse, raccolte mediante una apposita rete in un contenitore interrato ove sono poste le pompe di sollevamento.

Le pompe saranno in numero di 2, di cui una di riserva attiva, ciascuna dotata di sensori di controllo di livello indipendenti per l'avviamento e l'arresto e di un sensore di allarme alto livello.

Il sistema sarà composto da:

-n° 2 pompe sommergibili (di cui una di riserva attiva) adatte al sollevamento di acque contenenti solidi in sospensione.
- Basamento di accoppiamento rapido con tubo di guida ed accessori
- Tubazioni, valvole ed accessori
- Quadro elettrico di controllo automatico
- n°2 sensori di livello per ciascuna pompa
- n°1 sensore di alto livello di allarme con segnalazione ottico-acustica a quadro elettrico

Il numero di sistemi di rilancio dipenderà dalla tipologia di opera.

4.45.23. VERNICIATURE

Tutte le tubazioni e apparecchiature in acciaio nero e tutti i materiali metallici non zincati costituenti mensole, ecc. dovranno essere verniciate con due mani di "antiruggine" di colore diverso e successivamente da due mani finali di vernice a smalto nel colore e tipo stabilito dal Committente.

Le superfici da proteggere dovranno essere pulite a fondo con spazzola metallica e sgrassate.

La prima mano di antiruggine sarà a base di minio di piombo e olio di lino, applicata a pennello, la seconda a base di minio di cromo con l'impiego in totale di una quantità di prodotto non inferiore a 0,4 kg per mq di superficie da proteggere, qualora la prima mano risulti applicata a pie d'opera si dovrà procedere ai necessari ritocchi e ripristini (con tubazione in opera) prima della stesura della seconda mano.

Le due mani di vernice non potranno essere applicate contemporaneamente.

Prima del posizionamento sugli appoggi e delle operazioni di saldatura, le verghe di tubo dovranno essere verniciate antiruggine con una prima mano di minio sintetico, data a pennello previa accurata pulitura e scartavetratura della superficie corrispondente.

Tutte le linee dovranno essere identificate mediante applicazione di fasce o bande segnaletiche (tubi coibentati e/o zincati) o con colorazioni caratteristiche a smalto da concordarsi con il Committente (tubi neri e staffaggi).

Le verniciature, le colorazioni caratteristiche e gli accessori di identificazione di tubazioni e apparecchiature dovranno essere in accordo alla normativa UNI 5634-65P del 9.1965.

4.45.24. Apparecchiature di controllo, monitoraggio e sicurezza

Le dotazioni degli impianti si desumono dallo schema di processo nonché dai computi; in ogni caso tali dotazioni dovranno risultare per tipo, numero e modalità di installazione conformi a quanto indicato nel D.M. 1/12/1975 e successive modificazioni "Norme di Sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione" "Raccolta R" R.3.D.

4.45.25. SISTEMA DI CONTABILIZZAZIONE FISCALE DELL'ENERGIA TERMICA

La centrale tecnologica sarà dotata di sistemi di contabilizzazione fiscale della energia termica, di tipo fiscale, certificato.

Tale sistemi saranno dotati principalmente di:

- sonde di misura della temperatura di adeguata precisione (n°2);

- contatore di portata di tipo misuratore tipo «a turbina Woltman» per montaggio in orizzontale e verticale, completo di uscita proporzionale alla portata, 4 ÷ 20 mA o 0 ÷ 10 V, linearizzata, (disponibile per monitoraggio remoto e non dedicata alla contabilizzazione), indicatore locale;

oppure

- contatore di portata di tipo misuratore statico tipo «Fluidistor» per montaggio in orizzontale, completo di uscita proporzionale alla portata, 4 ÷ 20 mA o 0 ÷ 10 V, linearizzata, (disponibile per monitoraggio remoto e non dedicata alla contabilizzazione), indicatore locale;

- centralina di contabilizzazione per montaggio entro il quadro elettrico di controllo dotata di display di visualizzazione e tastiera, batteria tampone per il mantenimento dei dati in caso di mancanza di alimentazione elettrica, cavi di collegamento agli strumenti ed accessori.

Le sonde di temperatura saranno installate sulle tubazioni riscaldamento (acqua calda) e acqua calda cogeneratore, all'interno del locale della centrale.

4.45.26. MANOMETRI

I manometri da installare dovranno rispondere alle Norme UNI ed alle Norme vigenti in materia.

Dovranno essere in cassa di acciaio stampato *scatola cromata a bagno di glicerina*, ϕ 100 mm, del tipo a molla di Bourdon, ritarabile. La pressione di fondo scala dovrà essere compresa fra 1,5 e 2 volte il valore previsto per la grandezza da misurare. Dovranno inoltre essere completi di indice rosso con vite di fissaggio onde indicare il punto ottimale di lavoro e di pressione dell'impianto. La tolleranza massima sarà ±3%; il quadrante di alluminio verniciato a fuoco, il perno sarà di ottone.

Gli apparecchi dovranno essere completi a seconda dei casi di rubinetto a tre vie con flangetta di controllo e ricciolo antivibrante in rame, ovvero di rubinetto di tipo semplice

- Manometri a quadrante diametro minimo 100 mm atti per acqua calda e refrigerata (5÷90°C), tipo a membrana con scala compresa tra meno 100% e più 100% della pressione di esercizio.
- Manometri a quadrante c.p.d. per acqua surriscaldata. Pressione max di esercizio 15 bar.
- Manometri differenziali per aria e colonna di liquido colorato completi di collegamenti aria.

4.45.27. PRESSOSTATI

I pressostati da installare dovranno rispondere alle Norme UNI ed alle Norme vigenti in materia.

Essi dovranno essere del tipo a membrana, a funzionamento automatico in aumento della pressione, a riarmo manuale, per montaggio diretto o a parete in esecuzione stagna con grado di protezione IP 65.

Materiali bagnati in AISI 316.

Punto di intervento regolabile dall'esterno della custodia. Ripetibilità del valore di taratura ≤ 1% del valore di taratura.

La custodia deve essere installata in luogo esente da vibrazioni e non esposto ad urti.

4.45.28. TERMOMETRI

I termometri da installare dovranno rispondere alle Norme UNI ed alle Norme vigenti in materia.

- Termometri da tubazione a gambo radiale o posteriore tipo a bulbo e capillare a dilatazione di mercurio con custodia di ottone in tre pezzi scala 0÷90°C per acqua calda, 0÷40°C per acqua refrigerata, completo di pozzetto in acciaio da saldare sul tubo (Ø 100 mm).

- Termometri da tubazione tipo a bulbo e capillare con custodia di ottone in tre pezzi atti per acqua surriscaldata (Ø 100 mm).

- Termometri da canale con lunghezza minima della sonda di 2 metri, scala 0÷40 °C (Ø 100 mm).

4.45.29. TERMOSTATI

I termostati da installare dovranno rispondere alle Norme UNI ed alle Norme vigenti in materia.

Essi dovranno essere del tipo a tensione di vapore, per liquidi, a funzionamento automatico in aumento della temperatura, a riarmo manuale, in esecuzione stagna con grado di protezione IP 65.

Punto di intervento regolabile dall'esterno della custodia. Ripetibilità del valore di taratura ≤ 1% del valore di taratura.

La custodia deve essere installata in luogo esente da vibrazioni e non esposto ad urti.

4.45.30. POZZETTI TERMOMETRICI

I pozzetti termometrici da installare dovranno rispondere alle Norme UNI ed alle Norme vigenti in materia.

Pozzetti termometrici flangiati (adatti per montaggio su tubazione coibentata) in AISI 316, PN 10 / 40 DN 25.

Il minimo diametro D del collettore sul quale installare un pozzetto è 3». Qualora il collettore avesse un D inferiore, prevedere un tratto di linea allargata a D = 3».

A meno di esigenze particolari, il pozzetto non deve essere posto su linee presentanti disuniformità, curve comprese, a distanze < di 10 D a monte e 3 D a valle del pozzetto.

Per riscontrare il corretto montaggio di ciascun pozzetto, eseguire verifiche secondo ASME PTC 19.3.

4.45.31. FLUSSOSTATI

I flussostati da installare saranno del tipo a paletta per montaggio diretto su tubazione, in esecuzione stagna con grado di protezione min. IP 65. Avranno contatto in commutazione.

Materiali bagnati in AISI 316.

Non presentano parti in movimento; l'elettronica è sostituibile senza bisogno di smontaggio dell'apparecchio.

4.45.32. SONDA TRASMETTITRICE ELETTRONICA DI TEMPERATURA

Le sonde saranno collegate ad unità remote di supervisione e controllo. La connessione al pannello sarà inclusa nel prezzo dello strumento.

I dati tecnici sono riassunti nella seguente tabella:

Sensore	:	Pt 100 secondo DIN 43760 Termocoppia tipo J – K – R – S - T
Uscita	:	4 ÷20 mA tecnica a due fili
Alimentazione	:	12 ÷ 30 Vdc
Collegamenti	:	pressacavo PG9
Precisione	:	± 0,3% del f.s. (altre a richiesta)
Pozzetto con attacco	:	filetto 1 / 2 gas maschio (altri a richiesta)
Umidità	:	4 ÷ 95% non condensante
Campi di misura	:	-30 ÷ 400 °C (PT100) -60 ÷ 700 °C (TERMOCOPPIA)
Temperatura ambiente	:	-20 ÷ 60 °C
Materiale	:	AISI 316
Grado di protezione	:	IP67
Lunghezza sensore	:	standard L 100 (altri a richiesta)
Codolo per alta temperatura	:	200 mm (> 120 °C)
Burn-in	:	40 ore
MBTF	:	50'000 ore

4.45.33. FLANGE TARATE PER MISURAZIONE DI PORTATA

Flange tarate per misurazione di portata, con diaframma normalizzato, secondo norme UNI e corrispondenti norme internazionali DIN 150, sistema

Venturi, comprendente:

- supporto in acciaio Aq 42 UNI 673 adatto al conferimento tra flange piane;

- disco calibrato in acciaio inox XB CN 1910 UNI 4047 lavorato in parete sottile e lucidato a specchio in tutti i punti a contatto col fluido;

- orifizio rettificato;

- prese di pressione a camera anulare ottenuta per accoppiamento delle flange della tubazione in esecuzione normale PN 25, con controflange e collegamenti;

- 2 valvole d'intercettazione e PN 16 diam. 20 mm,;

- un rubinetto a maschio a cinque vie per intercettazione, messa a zero e spurgo, con comando unico a maniglia a tre posizioni, costruzione in acciaio inox PN 16 con attacchi diam. 3/4" gas.

4.45.34. MISURATORI ELETTROMAGNETICI DI PORTATA

I misuratori saranno collegati ad unità remote di supervisione e controllo. La connessione al pannello sarà inclusa nel prezzo dello strumento.

I dati tecnici sono riassunti nella seguente tabella:

Versione	:	Standard
Attacchi	:	flange UNI – ANSI – DIN - ISO
Diametro nominale	:	AP1013 da ND20 a ND400 mm AP1014 da ND25 a ND600 mm
Pressione nominale	:	standard NP20
Tubo di misura	:	AISI316
Corpo e flange	:	in acciaio al carbonio verniciato
Corpo	:	revisionabile (non saldato)
Rivestimento interno	:	AP1013 PTFE AP1014 gomma dura
Temperatura liquido	:	AP1013 –30 ÷ 130 °C(150 °C max per 1ora) AP1014 –10 ÷ 100 ° C
Sigillante anticondensa	:	resina poliuretanica
Elettrodi di misura	:	AISI316L – 1.4404
Campo di misura	:	0,1 ÷ 12 m/s
intercambiabilità	:	totale per qualsiasi convertitore
Precisione sull'intercambiabilità		Senza taratura ND20 ÷300 ± 0,5% L.V. ND350 ÷ 600 ±1% L.V.
Uscita	:	verso convertitore di portata
Collegamenti elettrici	:	con morsettiera - pressacavo PG13,5
Classe termica di isolamento	:	F (155 °C)
Temperatura ambiente	:	-30 ÷ 70 °C
Grado di protezione	:	IP64 CEI EN 60529
Umidità	:	4 ÷ 95% non condensante
Alimentazione	:	dal convertitore (24 Vdc)
Consumo	:	6W

Dimensioni	:	vedi tabella
Scartamento	:	L standard
Burn-in	:	40 ore
MTBF	:	60'000 ore

PRECISIONE DEL SISTEMA (MIS. + CONV.) DOPO LA TARATURA CON METODO ASSOLUTO

(non per confronto)

Standard	:	±0,5% L.V.

4.45.35. CONTATORI VOLUMETRICI D'ACQUA

Il contatore volumetrico per acqua fredda sarà del tipo a turbina con quadrante asciutto con indicazione a rulli numerati a lettura diretta.. Il contatore avrà corpo in ghisa e attacchi flangiati. Il contatore sarà dotato di uscita ad impulsi per la letura del dato contabilizzato da postazione remota.

4.45.36. GRUPPO DI CARICAMENTO PER IMPIANTI A VASO CHIUSO

Gruppo di riempimento autoazionato di riduzione pressione per acqua (T max 60°C) adatto al riempimento/reintegro automatico in impianti a vaso chiuso.

Il gruppo sarà formato dal riduttore di pressione, filtro, valvola di ritegno e manometro. Il corpo del riduttore sarà in ghisa o bronzo per p. max ingresso di 16 Bar ed avrà la membrana in neoprene e gli organi interni in ottone. Attacchi filettati.

4.45.37. Valvole

Tutte le saracinesche valvole, rubinetti e componenti vari dei circuiti devono essere adatti alle pressioni e temperature di esercizio nonché alla natura del fluido convogliato; dovranno essere ubicate in posizione tale da renderne agevole la manovra, il servizio e l'eventuale smontaggio.

In genere dovranno essere scelte apparecchiature con pressione nominale pari o superiore di 1,5 volte quella di esercizio.

Nei paragrafi seguenti sono indicati i requisiti minimi per ciascun tipo di valvola di possibile impiego nell'impianto.

4.45.37.1 valvole a farfalla servocomandata elettricamente on/off

Il gruppo valvola sarà collegato ad unità remote di supervisione e controllo. La connessione al pannello sarà inclusa nel prezzo dell'apparecchio.

I dati tecnici sono riassunti nella seguente tabella:

Applicazione	:	per liquidi
Tipo	:	farfalla
Versione	:	industriale
Montaggio	:	flangiate o wafer
Pressione nominale	:	PN 16
Corpo	:	ghisa - ghisa sferoidale - acciaio al carbonio AISI316
Farfalla	:	ghisa sferoidale – rilsan AISI304 AISI316
Perni	:	AISI303
Tenuta	:	EPDM – TEFLON
Flange	:	ISO 5752

Verniciatura	:	epossidica
Temp. Fluido	:	-5 ÷ 120 °C
Attuatore	:	Elettrico
Trasm. Posiz.	:	N 1 in apertura, N 1 in chiusura
Volantino	:	per emergenza incorporato
Grado di protezione	:	IP65 (CEI EN 60529)
Umidità	:	4 ÷ 95% non condensante

4.45.37.2 valvole di regolazione a due o tre vie servocomandata elettricamente, modulante

Il gruppo valvola sarà collegato ad unità remote di supervisione e controllo. La connessione al pannello sarà inclusa nel prezzo dell'apparecchio.
I dati tecnici sono riassunti nella seguente tabella:

Applicazione	:	liquidi
Tipo	:	globo
Versione	:	industriale
Montaggio	:	con filettature o con flange secondo diametro
Pressione nominale	:	PN16
Corpo	:	acciaio al carbonio
Perni	:	AISI303
Tenuta	:	EPDM - TEFLON
Verniciatura	:	epossidica
Temp.fluido	:	-5 ÷ 120 °C
Attuatore	:	Electrico
Indicatore di posizione	:	incorporato
Comando	:	aperto o chiuso
Grado di protezione	:	IP65 (CEI EN 60529)
Umidità	:	4 ÷ 95% non condensante

4.45.37.3 Valvole a disco (o a flusso avviato)

Saranno usate come organi di intercettazione e/o di regolazione.
I dati tecnici sono riassunti nella seguente tabella:

Applicazione	:	liquidi
Tipo	:	a flusso avviato
Organo di chiusura		Disco
Versione	:	industriale
Montaggio	:	con flange

Pressione nominale		PN16
Corpo e cavallotto	:	acciaio al Carbonio
Asta, otturatore e sedi di tenuta		acciaio AISI 316
volantino		Ghisa
Valvole di regolazione		provviste di indicatore del grado di apertura
Tenuta	:	tipo a soffietto-EPDM – TEFLON
Verniciatura	:	epossidica
Temp.fluido	:	-5 ÷ 120 °C

Nelle valvole di regolazione l'otturatore dovrà essere profilato in modo da ottenere caratteristiche lineari, oppure in presenza di forti pressioni differenziali ed in relazione al diametro andrà usato il tappo di equilibratura.

La tenuta dovrà essere realizzato in modo da eliminare qualsiasi pericolo di rottura per torsione.

Dovranno inoltre essere dotate di flangetta per collegamento (anche futuro) di servoattuatore elettromeccanico.

4.45.37.4 *Valvole di ritegno*

I dati tecnici sono riassunti nella seguente tabella:

Applicazione	:	liquidi
Tipo	:	a flusso libero- a flusso avviato- a squadra
Organo di chiusura		battente(clapet)-tappo-disco
Versione	:	industriale
Montaggio	:	con flange
Pressione nominale		PN16
Corpo	:	ghisa – acciaio al carbonio (acciaio austenitico per tipo a disco)
Sede		Acciaio-Acciaio inox
Molla disco e otturatore		acciaio speciale
Cappello	:	ghisa – acciaio al carbonio
Tenuta	:	EPDM – TEFLON
Verniciatura	:	epossidica
Temp.fluido	:	-5 ÷ 120 °C

4.45.37.5 *Valvole a sfera a due - tre vie*

I dati tecnici sono riassunti nella seguente tabella:

Applicazione	:	liquidi
Tipo	:	a sfera a passaggio totale
Versione	:	industriale

Montaggio	:	con flange
Pressione nominale		PN16
Corpo	:	ottone nichelato – acciaio inox – bronzo –acciaio al carbonio
maniglia		asportabile
Sfera		ottone cromato – acciaio inox –
Guarnzioni		(PTFE)
Tenuta	:	EPDM – TEFLON
Verniciatura	:	epossidica
Temp.fluido	:	-5 ÷ 120 °C

4.45.37.6 *Valvole a farfalla*

I dati tecnici sono riassunti nella seguente tabella:

Applicazione	:	per liquidi
Tipo	:	farfalla
Versione	:	industriale
Montaggio	:	flangiate o wafer
Pressione nominale	:	PN16
Corpo	:	ghisa - ghisa sferoidale - acciaio al carbonio AISI316
Farfalla	:	ghisa sferoidale – rilsan AISI304 AISI316
Perni	:	AISI303
Tenuta	:	EPDM – TEFLON
Flange	:	ISO 5752
Verniciatura	:	epossidica
Temp. Fluido	:	-5 ÷ 120 °C

Dal DN 200 ed oltre le valvole dovranno essere dotate di riduttore di manovra.

Dovranno inoltre essere dotate di flangetta per collegamento (anche futuro) di servoattuatore elettromeccanico.

4.45.37.7 *Valvole di sicurezza.*

Le valvole saranno del tipo a tappo otturatore, con taratura fissa, azionamento a molla, tenuta morbida.

Sovrapressione massima di scatto < 3% del punto di taratura, scarto di chiusura > 10%.

Il diametro in uscita dovrà essere maggiorato in modo da rendere trascurabile la diminuzione della capacità di scarico o la variazione del comportamento in apertura o in chiusura per effetto della presenza della tubazione di convogliamento.

Attacchi filettati fino a DN 50 e flangiati per DN > 50 - PN 16

Tutte le valvole di sicurezza dovranno essere qualificate ISPESL, e munite di certificato di taratura a banco, sottoscritto da un tecnico ISPESL

La costruzione delle valvole di sicurezza dovrà essere metallica, adatta alle pressioni ed alle temperature massime di esercizio, la molla dovrà in acciaio inox.

N.B : Gli scarichi delle apparecchiature di sicurezza dovranno essere convogliati all'aperto in posizione sicura.

4.45.38. RIVESTIMENTI ISOLANTI

4.45.38.1 *rivestimenti per Tubazioni acqua calda e refrigerata impianti di climatizzazione*

L'isolamento delle tubazioni degli impianti di condizionamento e refrigerazione verrà eseguito con prodotto isolante flessibile estruso a celle chiuse a

base di gomma sintetica espansa di colore nero avente le seguenti caratteristiche tecniche:

a. Temperatura minima d'impiego: - 40 °C;

b. Temperatura massima d'impiego: + 105 °C;

Conducibilità termica (controllata secondo norme DIN 52612 e DIN 52613):

a - 40 °C	0,032 W/mK
a - 20 °C	0,034 W/mK
a 0 °C	0,036 W/mK
a + 10 °C	0,037 W/mK
a + 20 °C	0,038 W/mK
a + 40 °C	0,040 W/Mk

d. Fattore di resistenza alla diffusione del vapore (certificato secondo norme DIN 52612 e UNI 9233): = 3000;

Coefficiente di diffusione del vapore acqueo

a normale press.atm. e temp. 0°C: = 0,21 x 10-9 kg/mhPa

a normale press.atm. e temp. 23°C:= 0,23 x 10-9 kg/mhPa

f. Reazione al fuoco: Classe 1 (con relativa omologazione rilasciata dal Ministero dell'Interno ed estesa a tutta la gamma di spessori)

g. Dichiarazione di conformità: art.2 comma 2.7 e art.8 comma 8.4 del D.M. 26/6/1984

h. Assorbimento acustico (DIN 4109): Riduzione dei rumori fino a 30 dB(A)

i. Posa in opera con idoneo adesivo e detergente.

Gli spessori saranno in accordo alle seguenti tabelle:

CONDUTTIVITA' TERMICA utile dell'isolante	DIAMETRO ESTERNO TUBAZIONE (MM)					
W/M°C	FINO A 19	DA 20 A 39	DA 40 A 59	DA 60 A 79	DA 80 A 99	OLTRE 100
0.03	13	19	26	33	37	40
0.032	14	21	29	36	40	44
0.034	15	23	31	39	44	48
0.036	17	25	34	43	47	52
0.038	18	28	37	46	51	56
0.04	20	30	40	50	55	60
0.042	22	32	43	54	59	64
0.044	24	35	46	58	63	69
0.046	26	38	50	62	68	74
0.048	28	41	54	66	72	79
0.050	30	44	58	71	77	84

Gli spessori potranno subire le riduzioni previste dalla Legge 10/91 per le zone interne all'edificio.

Tutti i componenti dei circuiti di acqua refrigerata (valvole, saracinesche, filtri, flange, ecc.) dovranno essere isolati con lastre di caratteristiche analoghe a quelle sopra descritte per le tubazioni.

4.45.38.2 FINITURA

Tutte le tubazioni dovranno essere rivestite con lamierino di alluminio dello spessore di 6/10 mm.

Tutti i componenti discreti (valvole, ecc) dovranno essere rivestiti con scatole smontabili, contenenti l'isolamento sopra specificato.

4.45.38.3 COMPARTIMENTAZIONE

L'attraversamento di pareti e/o solai di compartimentazione da parte delle tubazioni in acciaio dovrà avvenire mediante l'utilizzo di barriere passive resistenti al fuoco per un tempo pari a quello della parete attraversata, costituite da foglio in gomma espandente senza alogeni EHF o equivalenti, stucco resistente al fuoco di tipo siliconico od equivalente, pannello in lana minerale ad alta densità.

L'attraversamento di pareti e/o solai di compartimentazione da parte delle tubazioni in PVC o in PEAD dovrà avvenire mediante l'utilizzo di opportuni manicotti tagliafuoco espandenti certificati a tale scopo che consenta la chiusura del foro di passaggio, aventi resistenza al fuoco per un tempo pari a quello della parete attraversata.

Tutti i materiali necessari alla corretta instalazione quali raccordi, barriere e manicotti tagliafuoco, curve staffaggi accessori ecc. si intendono compensati nel prezzo della tubazione.

4.45.38.4 STAFFAGGI

Oltre a quanto indicato nel paragrafo relativo alle tubazioni si precisa quanto segue.

Gli staffaggi costituiscono l'elemento intermedio di collegamento fra i tubi e la struttura dell'edificio servito dall'impianto di cui trattasi.

Fra essi si distinguono i seguenti tipi principali:

- appoggi di scorrimento con 2 gradi di libertà;
- appoggi di scorrimento con 1 grado di libertà (guide);
- punti fissati con sospensioni elastiche.

Fatta eccezione per quest'ultima categoria, che dovrà corrispondere ai modelli prodotti da costruttori specializzati, tutte le staffe dovranno avere le indicazioni contenute nel presente capitolato.

Il dimensionamento di ciascuna staffa, nonché degli elementi per il collegamento alla struttura, dovrà essere condotto introducendo nei calcoli tutte le forze che agiscono su essa, ciò in dettaglio:

a) per gli appoggi:

- le forze verticali dovute al peso proprio della staffa;
- le forze verticali dovute al sovraccarico (peso proprio tubo, peso fluido contenuto nel suo interno, peso isolamento termico);
- le forze orizzontali dovute al prodotto del sovraccarico per il coefficiente di attrito radente fra staffe e pattini (nel caso in cui siano prescritti i rulli, dovrà essere preso in esame il coefficiente di attrito volvente);

b) per i punti fissi:

- le forze verticali dovute al peso proprio della staffa;
- tutte le forze ed i momenti trasmetti dal tubo nelle condizioni estreme di funzionamento così definite:* massima dilatazione (temperatura elevata);

massima pretensione (a freddo).

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà fornire alla Committente i dimensionamenti degli staffaggi previsti per approvazione.

In corrispondenza alle forze precedentemente definite, dovrà essere verificato che le sollecitazioni unitarie siano contenute entro i valori assimilabili e, soprattutto, che la componente della freccia massima secondo uno qualsiasi dei tre assi ortogonali di riferimento non risulti superiore a 3 mm. in valore assoluto.

Prima della messa in opera, tutte le staffe dovranno essere verniciate con antiruggine e vernice a smalto, secondo quanto previsto all'apposito capitolo.

Il collegamento fra ciascuna staffa e la struttura dell'edificio dovrà essere realizzato con l'impiego di tasselli autoperforanti per cemento armato e successiva sigillatura con malta di adatte caratteristiche; è invece vietato l'impiego di chiodi a sparo.

Sulle strutture in calcestruzzo prefabbricato è consentito solo l'uso di tasselli autoperforanti, se non altrimenti predisposto.

N.B. Gli organi di fissaggio dovranno essere di tipo smontabile così da permettere una rapida rimozione delle condutture.

4.45.39. ORGANI DI PROTEZIONE DALLE IMPURITA'

Sono filtri destinati alla protezione dalle impurità degli scambiatori di calore sia a fascio tubiero che a piastra.

Data la delicatezza del servizio, questi filtri saranno del tipo a doppio corpo filtrante con apertura rapida a valvola deviatrice per l'irrigidimento del flusso d'acqua sul filtro di servizio.

I cestelli saranno in AISI 316 con flangiatura, il corpo del filtro sarà in ghisa e tutte le parti interne in AISI 316. Scarico in ottone. Pressione di esercizio fino a 16 bar.

4.45.40. Apparecchiature antincendio

Le apparecchiature antincendio da prevedere dovranno essere di tipo regolamentare omologate dal Ministero dell'Interno corpo Vigili del Fuoco.

4.45.40.1 Manichette e gruppi motopompa

I complessi antincendio UNI 45 saranno costituiti da:

- -una cassetta in lamiera verniciata da incasso o da fissare a parete (per installazione all'esterno la cassetta sarà in acciaio inox);
- -portella completa di vetro e serratura;
- -un rubinetto idrante UNI 45;
- -un raccordo in tre pezzi;
- -una lancia in ottone e rame;
- -30 m di tubo diam. 45 mm in calza tessuto di fibra poliestere gommata internamente e resistente a 1800 - 2000 KPa;
- -scritte indicatrici regolamentari.

I gruppi regolamentari d'attacco motompompa UNI 70 saranno del tipo per pressione d'esercizio di 1600 KPa, con estremità filettante e saranno costituiti da:

- -una saracinesca in bronzo da 4" con volantino;
- -una valvola di ritegno in bronzo da 4";
- -due rubinetti idranti UNI 70 per attacco VV.F.;
- -una valvola di sicurezza e rubinetto di scarico;
- -una cassetta metallica di contenimento in lamiera verniciata od in acciaio inox in caso di installazione all'esterno, completa di vetro e serratura;
- -scritte indicatrici regolamentari.

Gli idranti a colonna soprasuolo saranno del tipo a tenuta con corpo in ghisa, con attacchi, albero e sede in bronzo; ogni idrante, idoneo per pressioni di esercizio di 1600 KPa, avrà un attacco di base DN 100 e due uscite UNI 70.

4.45.40.2 Gruppo di pressurizzazione antincendio

I gruppi di pressurizzazione conformi alla **UNI 9490** saranno montati e assiemati su un basamento, collaudati e composti da:

- Due o più pompe principali ad asse orizzontale o verticale, di cui almeno una azionata da motore endotermico:
- Elettropompe di pressurizzazione ad asse verticale
- Pompa: del tipo a giranti multiple composta da:
- corpo di apsirazione con bocca aspirante completa di controflangia filettata;
- stadi intermedi composti da un mantello e relativo diffusore palettato con inserti in acciaio inox (pompe pilota) e mantello esterno in ghisa contenete il diffusore palettato iun resina termoplastica (pompe principali);
- giranti radiali di resina termoplastica o ghisa contropalettate per la compensazione della spinta assiale;
- albero supportato da una bronzina posta nel corpo di aspirazione e dai cuscinetti dell'albero motore; accoppiamento a giunto rigido;
- tenuta: meccanica con materiali ad alta resistenza; a baderna registrabile con guarnizione speciale a basso coefficiente di attrito (soltanto per pompe principali e su richiesta);
- motore elettrico chiuso, normalizzato, secondo norme IEC-UNEL, ventilazione esterna protezione IP55, avvolgimento in classe F, due poli, livello di rumorosità (curva A-ISO) e livello di vibrazione (classe N) secondo CEI;
- motore Diesel secondo norme DIN completo di sistema di avviamento, batterie e carica batterie, quadro di comando, marmitta insonorizzante, serbatoio di gasolio.
- una elettropompa pilotaad asse orizzontale o verticale;

- un collettore di mandata DNm di tipo flangiato, comune a tutte le pompe con flangia di uscita dotata di controflangia di corredo, mentre il lato opposto è chiuso con flangia cieca;
- una elettrovalvola per lo scarico dell'acqua dall'impianto;
- un flussimetro a pale rotanti dotato di lettore ottico per il controllo del funzionamento delle elettrompompe ("autodiagnosi" ed "emergenza");
- un serbatoio pressurizzatore di adeguata capacità - 20 bar in acciaio zincato;
- un alimentatore d'aria esterno per il funzionamento in depressione;
- valvole di ritegno a clapet PN 16 in ghisa GG 25 meehanite con sede gommata, di tipo flangiato e dotate di apertura per ispezione (solo per diametri superiori a DN 50);
- valvole di sezionamento pompe a farfalla con corpo e lente in ghisa sferoidale GGG 40 di tipo flangiato (solo per diametri superiori a DN 50) con asse di rotazione di centrale, a tenuta morbida, esenti da manutenzione;
- un pressostato a riarmo manuale per ciascuna elettropompa (con un minimo di due nel caso di gruppi con una sola pompa principale);
- un manometro in bagno di glicerina per ciascuna pompa;
- un collettore di aspirazione DNa di tipo flangiato comune a tutte le pompe con flangia di ingresso dotata di controflangia di corredo, mentre il lato opposto sarà chiuso con flangia cieca;
- un diaframma di ricircolo acqua sulle pompe;
- un ricircolo e sfogo aria;
- un quadro elettrico indipendente per ogni elettropompa più uno per i servizi accessori in cassetta di lamiera IP 55, dotato di doppio sportello.

4.45.40.3 Stazioni di controllo e allarme

Ciascuna stazione di controllo sarà dotata di:

- valvola di intercettazione a saracinesca;
- valvola di controllo;
- valvola principale di scarico;
- apparecchiature di prova;
- campana idraulica di allarme per gli allarmi localizzati;
- pressostato per il trasporto a distanza degli allarmi;
- attacco per le autopompe dei vigili del fuoco, atto a consentire l'alimentazione dell'impianto in condizioni di emergenza; ogni attacco sarà costituito da valvola di non ritorno, valvola di sicurezza doppio attacco UNI 70 femmina, e sarà contrassegnato mediante apposito cartello recante il numero o il nome della stazione a cui si riferisce e la pressione massima di esercizio; l'attacco dovrà essere ben visibile e posizionato in luogo facilmente accessibile alle autopompe dei vigili del fuoco.

Le stazioni di controllo saranno contrassegnate da un numero o da un nome che le identifichino in modo univoco.

4.45.40.4 Erogatori sprinkler

Gli erogatori dovranno essere disposti per quanto possibile con il diffusore parallelo alla pendenza della copertura.

All'estremità di ciascun impianto, si dovrà installare nella posizione più sfavorevole di distanza ed altimetria, un erogatore pilota, o una valvola di scarico da utilizzare come dispositivo di prova impianto (inspector test). Si dovrà altresì fare in modo che tale dispositivo scarichi all'esterno del fabbricato o in fogna in modo tale non danneggiare eventuali materiali o attrezzature presenti in loco.

Si utilizzeranno:

- Erogatori di tipo spray modello Pendent (verso il basso), in ottone a bulbo di vetro con attacco da 1/2" ed orifizio da 1/2", listati ed approvati UL-FM. La temperatura di intervento sarà di 68°C.
- Tubazioni e raccorderia

Per quanto non in contrasto con la normativa generale riguardante le tubazioni, dovranno essere soddisfatte le seguenti condizioni:

Le tubazioni che si impiegheranno per la realizzazione degli impianti con fluidi aventi una temperatura di esercizio sino a 110 ° C e pressione di esercizio a 1.600 kPa, saranno del tipo in acciaio nero, UNI 8863 serie media per i diametri da 1" a 4" compreso e UNI 6363 saldati serie normale per i diametri superiori.

Le tubazioni saranno unite tra loro a mezzo di raccordi in ghisa malleabile a cuore bianco, filettati per i diametri da 1" a 1"½ compreso; per diametri superiori sarà consentita la giunzione a mezzo di giunti tipo Victaulic, anche se in generale sarà necessario prevedere giunzioni flangiate ogni 6 m

max., al fine di consentire più agevoli modifiche future all'impianto stesso (Figura 1).

Per le derivazioni di tubazioni si utilizzeranno prese a staffa di derivazione, del tipo approvato, come indicato in Figura 2, oppure manicotti a saldare.

Gli stacchi agli erogatori potranno essere realizzati tramite manicotto saldato o tramite attacco rapido per sprinkler (Figura 3).

Le flange saranno del tipo a saldare di testa UNI 2280-84 e seguenti secondo la pressione nominale d'esercizio.

I bulloni saranno a testa esagonale con dado esagonale UNI 5727-65, per le applicazioni all'esterno i bulloni saranno cadmiati.

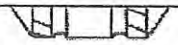
	Figura 1. Giunto rigido Victaulic mod. Firelock Stile 005 o similare Pressione massima di esercizio : 12 bar. Approvato : UL, FM, VdS, LPC.

	Figura 2. Attacco rapido modello VT o similare Massima pressione di esercizio 16 bar. Guarnizione in gomma EPDM. Approvato : UL, FM

	Figura 3. Attacco rapido JAC o similare Per erogatori sprinkler da ½" e da ¾". Massima pressione di esercizio 21 bar. Guarnizione in gomma EPDM. Approvato : UL, FM, VdS, LPC.

4.45.40.4.1 Sostegni

Verranno utilizzati tipi di ancoraggio approvati e conformi alle UNI.9489 o equivalenti ed in particolare:

i sostegni devono essere in grado di assorbire gli sforzi assiali e trasversali in fase di scarica ;

il materiale utilizzato per qualunque componente del sostegno deve essere non combustibile e tale che, quando riscaldato da 20°C a 200°C, il suo carico di snervamento unitario non si riduca più del 20% ;

i collari di sostegno devono essere chiusi attorno ai tubi ;

non sono ammessi sostegni aperti ;

non sono ammessi sostegni ancorati tramite graffe elastiche ;

i sostegni non devono essere saldati alle tubazioni, né avvitati ai relativi raccordi ;

i sostegni devono essere conformi alla UNI.7145.

Ciascun tronco di tubazione dovrà essere supportato da almeno un sostegno, ad eccezione dei tubi di raccordo di lunghezza minore di 0,6 mt, dei montanti e delle discese di lunghezza minore di 1 mt.

La distanza fra due sostegni non deve essere maggiore di 4 mt per tubazioni di diametro fino a DN65, e a 6 mt per quelle di diametro maggiore.

La distanza fra qualsiasi sostegno e qualsiasi erogatore non deve essere minore di 150 mm.

All'estremità delle diramazioni, la distanza fra l'ultimo sostegno e l'ultimo erogatore non deve essere maggiore di 1,4 mt.

Per quanto possibile i sostegni devono essere posti il più vicino possibile alle giunzioni ed ai raccordi dei tubi.

4.45.41. Sistemi di sollevamento acque

Il sistema avrà le caratteristiche sotto riportate.

Fornitura e posa in opera di sistema di sollevamento acque meteoriche costituito principalmente da due pompe, di cui una di riserva attiva, adatte al trasferimento di liquidi con elevato contenuto di solidi in sospensione, del tipo monocanale od equivalente, sensori di controllo di livello indipendenti per l'avviamento (n°2), l'arresto e l'allarme di alto livello. (vedi disegno di dettaglio allegato)

Caratteristiche del sistema:

N° 2 pompe sommergibili (di cui una di riserva attiva) adatte al sollevamento di acque contenenti solidi in sospensione, ciascuna avente le seguenti caratteristiche:

- Portata (**) mc/h.
- Prevalenza (**) m.c.a.
- Passaggio libero minimo 50 mm

(**): vedi indicazioni su elaborati grafici

Sono inoltre compresi nella fornitura del sistema:

- Pozzettone in cls, dimensioni 2m x 2m x H 2,5 m per la installazione delle pompe al suo interno completo di lapide e passo d'uomo 80 cm x 80 cm completamente grigliato atto al sollevamento delle pompe ed alla pulizia interna

- Basamento di accoppiamento rapido con tubo di guida ed accessori per ciascuna pompa

- Catena di sollevamento per ciascuna pompa

- Tubazioni, flange e controflange per collegamento alle tubazioni di smaltimento in PEHD, valvolame eventualmente necessario ed accessori

- Quadro elettrico di controllo automatico per il completo controllo del sistema, dotato di armadio (IP55) per esterno, doppia porta di cui una esterna con vetro, lampade di segnalazione, interruttori/selettori, teleruttori avviamento pompe, interfaccia sensori di livello, allarme cumulativo da inviare ad altro quadro

- n°2 sensori di livello per l'avviamento di ciascuna pompa

- n°1 sensore di livello per fermata pompe

- n°1 sensore di alto livello di allarme con segnalazione ottico-acustica a quadro elettrico

- Cavi elettrici e relative tubazioni di passaggio per il completo collegamento del quadro in dotazione con le pompe ed i sensori

- I necessari pozzetti elettrici per i collegamenti, palina di messa a terra se necessaria

Ogni altro onere per dare l'opera compiuta e funzionante a perfetta regola d'arte.

4.45.42. Impianti idrici sanitari ed irrigazione

Dati di progetto

Il percorso delle tubazioni nonchè i relativi diametri sono indicati negli elaborati grafici allegati.

Pressione minima di esercizio = 1 bar (10 m.c.a.).

Pressione massima di esercizio = 5 bar (50 m.c.a.).

Pressione di progetto = 10 bar (60 m.c.a.) alle temperature sotto indicate.

Temperatura massima acqua calda = 80°C

Temperatura esercizio acqua calda = 48°C

Per la distribuzione acqua sanitaria calda e fredda, tutte le tubazioni, curve, raccordi ed accessori saranno realizzate in acciaio zincato con giunzioni filettate.

Tutte le giunzioni dovranno essere realizzate a perfetta tenuta prevedendo una pressione di progetto nelle condotte pari a 10 bar (PN 10).

Le tubazioni acqua calda e ricircolo dovranno essere coibentate mediante isolante a cella chiusa avente spessore come da tabella L.10/91 in precedenza riportata.

Le tubazioni acqua fredda dovranno essere coibentate mediante isolante a cella chiusa avente spessore pari a 9 mm per le zone interne all'edificio e spessore pari a 30 mm per le zone centrale tecnologica e assimilabili.

Dovrà essere posta particolare cura nel sigillare con gli appositi collanti le giunzioni della coibentazione e nell'evitare di danneggiare la stessa nella realizzazione delle giunzioni.

Gli stacchi delle derivazioni dai collettori principali dovranno essere dotati di valvole di intercettazione del tipo a sfera oppure rubinetti a cappuccio per ogni zona bagno e/o cucine onde consentire la esclusione della zona in caso di manutenzione; tali rubinetti dovranno essere facilmente accessibili.

Le rubinetterie degli apparecchi sanitari dovranno essere collegate mediante un tratto di tubazione flessibile dotata di guaina metallica oppure mediante canna rigida cromata dotata degli opportuni raccordi di collegamento; è assolutamente da evitare il montaggio di una canna rigida e di una tubazione flessibile in serie l'una all'altra.

Tutti i punti di erogazione esterni dovranno essere dotati di valvola a sfera di intercettazione e portagomma.

Al termine del montaggio dovranno essere collaudati tutti gli impianti installati prima del tamponamento delle tracce o del riempimento degli scavi; la prova dovrà essere eseguita con acqua ad una pressione non inferiore a 6 bar (e comunque non inferiore alla pressione massima erogata dalla autoclave eventualmente presente).

Le realizzazioni dovranno essere in accordo con il Decreto del Ministero della Sanità n°443 del 21-12-1990.

4.45.43. MODULO DI PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Il modulo di produzione acqua calda sanitaria, posizionato nella sottocentrale, sarà costituito principalmente da:

-Serbatoio di accumulo: (**) litri in acciaio zincato adatto per acqua potabile certificato ISPESL;

(**): vedi indicazioni su elaborati grafici.

-Scambiatore a piastre;

-Pompa gemellare circolazione primaria acqua calda (85-70 °C);

-Pompa gemellare circolazione acqua sanitaria scambiatore÷accumulo;

-Pompa di ricircolo acqua calda;

-Valvola miscelatrice di regolazione;

-Valvola di sicurezza;

-Vaso di espansione prepressurizzato;

-Valvolame di intercettazione;

-Tubazioni di collegamento tra i componenti del modulo complete di giunzioni, staffaggi, raccordi, curve ecc.;

-Quadro a bordo modulo per il comando e controllo di tutte le apparecchiature sopra menzionate completo di pannello regolazione e relative sonde.

Il modulo sarà del tipo semi-istantaneo per un picco di durata almeno 20 minuti che sarà soddisfatto dal contenuto dell'accumulo oltrechè dalla potenza termica erogata dallo scambiatore a piastre in tale periodo.

Il prelievo dell'acqua calda avverrà nella parte alta del serbatoio così come la immissione della acqua riscaldata proveniente dallo scambiatore.

Temperatura di accumulo: 50 °C elevabile fino a 55 °C in caso di necessità.

Temperatura di ingresso acqua fredda: 10 °C

Potenzialità e dimensioni come da schemi allegati.

4.45.44. APPARECCHI SANITARI

4.45.44.1 LAVABO CON COLONNA

Lavabo in vetrochina bianco con colonna, completo di sifone, intercettazioni sottolavabo, gruppo miscelatore, scarico in polietilene pehd, tubi di alimentazione in acciaio zincato coibentato con guaine in polietilene espanso a celle chiuse, accessori per il fissaggio, materiali di consumo e quant' altro occorre per fornire il tutto, completo e funzionante. Norme di riferimento: UNI 4542/ 8951/1 Legge n. 118 del 30.03.71, UNI 9054, UNI PREN200, UNI EDL117.

4.45.44.2 VASO

Vaso all'inglese in vetrochina bianco a pavimento, completo di sedile, cassetta da incasso con superficie esposta in acciaio inox completa di collegamento al vaso, tubo di alimentazione in acciaio zincato coibentato con guaine in polietilene espanso a celle chiuse, scarico in polietilene PEHD, accessori per il fissaggio, materiali di consumo e quant' altro occorre per fornire il tutto, completo e funzionante. Norme di riferimento: UNI 4542/ 8951/1 Legge n. 118 del 30.03.71, UNI 9054, UNI PREN200, UNI EDL117.

4.45.44.3 BIDET

Fornitura e posa in opera di bidet in vetrochina, completo di piletta in ottone cromato con tappo a saltarello, tubi flessibili di alimentazione in rame cromati del tipo corazzato con raccordi e rosette cromati, sifone ad S in ottone cromato, canotto e rosone cromati e compresa la tubazione di scarico in polipropilene con giunto ad anello nella quantità occorrente per il collegamento con la colonna verticale di scarico, accessori per il fissaggio, materiali di consumo e quant' altro occorre per fornire il tutto, completo e funzionante.

4.45.44.4 VASCA

Fornitura e posa in opera di vasca in metacrilicato delle dimensioni cm 160x70 tipo PERLA, completa di colonna automatica di scarico in P.P. piletta di ottone cromato con tappo saltarello; completa di pannelli removibili e di tutto il relativo telaio e dei piedi di sostegno. Tutte le operazioni di montaggio devono essere eseguite secondo el disposizioni della ditta fornitrice e secondo le relative scede tecniche. E' compreso il tubo di scarico in polipropilene, con giunto ad anello fino alla colonna di scarico, accessori per il fissaggio, materiali di consumo e quant' altro occorre per fornire il tutto, completo e funzionante. L'installazione della vasca va effettuata su muro piastrellato e deve essere eseguita la predisposizione per l'attacco del miscelatore di doccia.

4.45.44.5 PIATTO DOCCIA AD INCASSO

Fornitura e posa in opera di piatto doccia ad incasso a livello pavimento in vetroresina antisdrucciolo nelle dimensioni di cm 90x90 tipologia Bocchi Vera, della serie ninfa della ditta Sanitosco o equivalenti, piletta sifoide di scarico, compresa la tubazione in polipropilene da 50 mm con giunto ad anello nella quantità occorrente per il collegamento con la colonna verticale di scarico, materiali vari di consumo.

4.46. IMPIANTI ELETTRICI

4.46.1. Definizione dell'intervento

Gli impianti elettrici, forniti e installati, che dovranno essere tutti quelli necessari a rendere finito e funzionante il complesso secondo quanto indicato nella presente specifica e nei disegni allegati e sono sommariamente:

Impianti di FM;

Impianti di illuminazione normale e di sicurezza;

Impianti di rivelazione incendi;

Impianti di rivelazione gas di scarico e metano (parcheggi interrati);

Impianti di diffusione sonora;

Impianto di diffusione sonora stereo;

Impianti TVCC;

Impianti telefonici e TD;

Impianti elettrici per impianti tecnologici;

Impianto di terra e di protezione dalle scariche atmosferiche.

4.46.2. NORME, DECRETI, DISPOSIZIONI DI LEGGE, REGOLAMENTI

- Tutti gli impianti dovranno essere realizzati a regola d'arte, non solo per quanto riguarda le modalità di installazione, ma anche per la qualità e le caratteristiche delle apparecchiature e dei materiali.
- In particolare dovranno essere osservate:
- la Legge sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro DPR 547 del 27.4.1955 ed aggiornamenti successivi;
- il Decreto Legge 626 del 19.09.1994 sulla sicurezza ed igiene del lavoro e successive integrazioni;
- la Legge n° 186 del 3.1.1968 sull'esecuzione degli impianti elettrici;
- la Legge n°46 del 05.03.1990 e relativi regolamenti (DPR n° 447 del 6.12.1991);

- le vigenti Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI);
- eventuali progetti Norme CEI se citati nella presente specifica;
- le prescrizioni della Società Distributrice dell'energia elettrica competente della zona;
- le prescrizioni del locale Comando dei Vigili del Fuoco;
- le prescrizioni della Società Telefonica (Telecom);
- le normative e raccomandazioni dell'Ispettorato del lavoro, dell'USL e dell'ARPA;
- le prescrizioni delle Autorità Comunali e/o Regionli;
- le prescrizioni UTIF e le Norme riguardanti l'energia elettrica;
- le prescrizioni della Società di assicurazioni in generale;
- le Norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo;
- le raccomandazioni AIDI;
- ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanata da eventuali Enti ed applicabile agli impianti oggetto della presente specifica tecnica.
- Il rispetto delle norme sopra indicate è inteso nel senso più restrittivo, cioè non solo la realizzazione dell'impianto sarà rispondente alle norme, ma altresì ogni singolo componente dell'impianto stesso.
- Dovranno essere pure rispettate le prescrizioni esposte nel capitolato, anche se sono previsti dei dimensionamenti in lieve misura eccedenti i limiti minimi consentiti dalle norme.

4.46.3. VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI

Durante l'esecuzione delle opere dovranno essere eseguite tutte le verifiche quantitative, qualitative e funzionali, in modo che esse risultino complete prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Tutte le verifiche e prove dovranno essere programmate ed eseguite nei giorni concordati con il Supervisore dei Lavori ed alla presenza dei rappresentanti dell'Appaltatore.

Il materiale, le apparecchiature ed il personale per tutte le prove sopra elencate sono a carico dell'Appaltatore.

4.46.3.1 COLLAUDI

La Stazione Appaltante potrà richiedere eventuali prove da eseguire in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, su materiali da impiegarsi negli impianti oggetto dell'appalto.

Le spese inerenti a tali prove non saranno a carico della Stazione Appaltante, la quale si assumerà le sole spese per fare assistere alle prove, eventualmente, propri incaricati.

4.46.3.2 Collaudi tecnici in officina:

Verranno effettuati alla presenza degli Ispettori della Committente e pertanto detti Ispettori avranno libero accesso nelle officine dell'Appaltatore e di subfornitori dello stesso.

I collaudi in officina del costruttore interesseranno principalmente le macchine, i quadri e le parti di impianto prefabbricate.

Dei collaudi eseguiti in officina dovranno essere redatti verbali contenenti complete indicazioni delle modalità di esecuzione, dei risultati ottenuti e della rispondenza alle prescrizioni del capitolato. I verbali dovranno essere consegnati con gli impianti al collaudo definitivo.

Per i materiali e le apparecchiature sottoposti a collaudo da parte di Enti ufficiali saranno pure forniti i certificati. Di questo tipo saranno i bollettini di taratura dei contatori di energia ed i certificati di collaudo dei materiali antideflagranti.

In particolare verranno provati presso le officine dei costruttori i seguenti componenti:

4.46.4. Quadri di bassa tensione

Prove di accettazione secondo le Norme CEI 17-13

Altri materiali con caratteristiche particolari.

L'Appaltatore dovrà in ogni caso avvertire la Committente con congruo preavviso al fine di poter presenziare ai collaudi suddetti.

4.46.4.1 Collaudi in cantiere

I collaudi tecnici per quadri elettrici e linee elettriche saranno eseguiti durante il periodo dei collaudi tecnici degli impianti tecnologici cui si riferiscono.

Il collaudo dovrà accertare la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge, alle Norme CEI ed a tutto quanto espresso nelle prescrizioni generali e nelle descrizioni (tenuto conto di eventuali modifiche concordate in corso d'opera), sia nei confronti dell'efficienza delle singole parti che della loro installazione.

A titolo esemplificativo, elenchiamo le verifiche che potranno essere richieste senza alcun onere da parte dell'installatore.

protezioni:

verifica della loro adeguatezza e del loro coordinamento, misura delle impedenze dell'anello di guasto.

sicurezza:

verifica di tutto l'impianto di terra, misura dell'impianto di dispersione;

verifica della inaccessibilità di parti sotto tensione salvo l'impiego di utensili;

verifica dell'efficienza delle prese di terra degli utilizzatori;

conduttori:

verifica dei percorsi, della sfilabilità e del coefficiente di riempimento, delle portate e delle cadute di tensione, prova di isolamento dei cavi fra fase e fase e tra fase e terra in cantiere;

verifica delle sezioni dei conduttori in funzione dell'energia di corto circuito.

quadri:

verifica presso il costruttore prima della consegna in cantiere (con debito preavviso);

prova di isolamento prima della messa in esercizio;

prova di funzionamento di tutte le apparecchiature, degli interblocchi e degli automatismi.

4.46.5. ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE

I prezzi per la fornitura in opera degli impianti, oggetto della presente specifica tecnica, oltre agli oneri derivanti dalle prescrizioni tecniche, si intendono comprensivi anche dei seguenti oneri:

le verifiche finali degli impianti e le relative pratiche e denunce;

misura della tensione di passo e di contatto;

misura dell'impedenza globale dell'anello di guasto nei vari punti del circuito con conseguente controllo del coordinamento delle relative protezioni contro i contatti indiretti;

misura della resistenza impianto di terra per impianti utilizzatori a tensione nominale inferiore a 1000 V con cabina di trasformazione MT/BT, compreso relazioni e documentazioni per denuncia da presentarsi a USL;

misura della resistenza di terra, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche comprese relazioni calcoli e documentazioni da presentare ad USL secondo norme CEI;

documentazioni, pratiche, calcoli, disegni per la denuncia su modello "C" alle USL dei luoghi rientranti nel campo di applicazione della CEI 64-2;

documentazioni, pratiche, calcoli, disegni per l'approvazione da parte UTIF e dell'azienda elettrica dell'impianto di cogenerazione (posizione contatori, rapporti con gli enti, ecc.).

Dette verifiche dovranno quindi essere allegate alle denunce degli impianti all'ISPESL, per cui compete all'appaltatore anche la compilazione di modelli.

Le assistenze murarie necessarie alla realizzazione degli impianti.

Tali assistenze, trattandosi di una ristrutturazione, sono da intendersi nel senso più ampio del termine, comprenderanno infatti:

- formazione di tracce e successive chiusure per posa di canalizzazioni, tubazioni ecc.;
- realizzazione di fori e asole per il passaggio impianti;
- fissaggio di tubazioni sotto pavimento e posa primo ricoprimento in malta cementizia;
- inghisaggio di mensole e staffe;
- realizzazione dei plinti per la posa in opera dei corpi illuminanti incassati da esterno.
- L'appaltatore dovrà coordinarsi per l'esecuzione di queste opere con l'Impresa esecutrice delle opere murarie al fine di intervenire nei tempi

e modi confacenti all'andamento del cantiere.

- Le opere provvisionali e i mezzi d'opera necessari quali:
- scarico e carico dei materiali;
- sgombero e pulizia del cantiere e trasporto a discarica dei materiali di risulta;
- ponteggi, mezzi d'opera e di sollevamento;
- tiri in alto;
- magazzini e depositi per attrezzature e materiali.

Al termine dei lavori l'impresa esecutrice dovrà quindi consegnare le documentazioni di seguito elencate:

- dichiarazione di conformità alla legge n° 46 del 5 marzo 1990 e successivo regolamento di attuazione DPR 447 del 6 dicembre 1991, con gli allegati in esso elencati (progetto aggiornato, relazioni con tipologia dei materiali utilizzati, schema di impianto realizzato, copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali) che dovranno essere rispondenti agli impianti realizzati;
- schemi quadri elettrici principali e secondari, completi di schemi ausiliari e funzionali;
- piante aggiornate rispondenti allo stato finale riportanti gli impianti elettrici realizzati;
- relazione indicante le caratteristiche dei materiali utilizzati;
- certificato di collaudo trasformatori;
- certificato di collaudo cabine prefabbricate MT;
- libretti di istruzioni e/o di garanzia delle apparecchiature speciali installate (gruppi soccorritori, UPS ecc.);
- scheda di denuncia Mod. A:
- "Controllo installazioni e dispositivi contro le scariche atmosferiche" con relativi allegati;
- scheda di denuncia Mod. B:
- "Verifica impianti messa a terra" con relativi allegati;
- scheda di denuncia Mod. C:
- "Verifiche installazioni elettriche in luoghi pericolosi", con relativi allegati.

La misura e la prova necessarie per le compilazioni dei modelli di denuncia sono completamente a carico dell'Impresa installatrice. Le documentazioni di cui sopra dovranno essere consegnate in triplice copia di cui una riproducibile, inoltre tutti gli schemi e le piante dovranno essere redatti con sistema grafico compatibile con Autocad 14 e ne dovranno essere consegnati tutti i supporti informatici.

Anche le relazioni dovranno essere redatte su Word processing compatibile con WORD '97 e restituite oltre che in carta anche sul supporto magnetico.

4.46.6. PRESCRIZIONI TECNICHE DEI COMPONENTI IMPIANTISTICI E MODALITA' ESECUTIVE

Tutti i materiali impiegati nella realizzazione dei lavori dovranno essere conformi alle prescrizioni tecniche indicate nelle specifiche tecniche, alle Norme CEI, alle dimensioni unificate secondo le tabelle UNEL e provvisti del marchio CE e dovranno essere per qualità e provenienza di primaria casa costruttrice e fra quanto di meglio il mercato sia in grado di fornire, nonché essere nuove di costruzione.

Particolare attenzione dovrà essere fatta nella scelta delle apparecchiature in considerazione anche della continuità del servizio e della facilità di manutenzione che dovrà essere salvaguardata.

I dati specificati qui di seguito dovranno essere verificati dall'appaltatore. Eventuali discordanze tra le proprie determinazioni e i dati di specifica tecnica dovranno essere segnalate in sede di offerta, fornendo anche gli elementi giustificativi.

I dati definitivi devono essere considerati impegnativi per l'appaltatore.

4.46.6.1 CAVI E CONDUTTORI

Tutti i cavi impiegati nella realizzazione degli impianti descritti nelle presenti specifiche dovranno essere rispondenti all'unificazione UNEL ed alle norme costruttive stabilite dal Comitato Elettrotecnico Italiano. In particolare saranno impiegati:

conduttori flessibili unipolari con tensione normale di esercizio 450/750 V tipo NO7V-K per posa entro tubazioni sui circuiti di energia con tensione fino a 220/380 V e per correnti deboli, esclusi i circuiti telefonici, tipo non propaganti l'incendio (CEI 20-20 e 20-22);

cavi flessibili unipolari o multipolari FG7 isolati in gomma butilica, non propaganti l'incendio per tensione di esercizio fino a 1000 V (CEI 20- 13 e 20-22). Impiego nei circuiti di energia fino alla tensione di 220/380 V per alimentazioni principali per posa su passerelle e per posa in tubazioni interrate esterne – versione con schermo in treccia di fili di rame a valle degli inverter;

cavi flessibili multipolari RF31-22 isolati in gomma reticolata con guaina, non propaganti l'incendio, a bassa emissione di gas tossici, assenza di fumi

opachi, bassa tossicità e resistenza al fuoco, per tensione di esercizio 450/750V (CEI 20- 13 e 20-22). Impiego nei circuiti di sicurezza ed emergenza (diffusione sonora, illuminazione, rivelazione incendi);

cavi telefonici per interno ed esterno rispettivamente normali e schermati del tipo come sopra descritto, isolati in materiale termoplastico non propaganti l'incendio per tensione di esercizio fino a 1000 V (CEI 20-14 e 20-22);

cavi isolati in materiale termoplastico con caratteristiche come sopra con guaina in materiale termoplastico tipo RG7H1R 18/30kV per i circuiti in media tensione;

cavi bipolari twistati tipo NPITW per impianto di diffusione sonora;

La sezione dei cavi di potenza che è indicata nei disegni allegati e che fanno parte della presente specifica, non esime l'Appaltatore da un controllo della stessa, in funzione dei seguenti parametri:

carico installato;

portata del cavo uguale all'80% del valore ammesso dalle tabelle UNEL 35024-70 e 35024/1e 2;

temperatura ambiente di 30°C (per installazione all'interno), 40°C (per posa nei percorsi all'esterno);

coefficiente di riduzione relativo alle condizioni di posa nella situazione più restrittiva nello sviluppo della linea;

caduta di tensione che non deve superare il 5% ed il 4% rispettivamente per F.M. e luce, fra il trasformatore e l'utilizzatore più lontano.

La sezione non deve comunque essere inferiore a:

1 mm2 per i circuiti di segnalazione

1,5 mm2 per i circuiti luce

2,5 mm2 per i circuiti F.M.

I cavi saranno contrassegnati in modo da individuare prontamente il servizio a cui appartengono; avranno la seguente colorazione delle guaine:

4.46.6.1.1 Cavi multipolari

I cavi multipolari avranno la colorazione della guaina prevista dalle tabelle CEI UNEL 00721-69.

I cavi multipolari di tipo S, senza conduttore di protezione, avranno la colorazione delle anime conforme alle tabelle CEI UNEL 00722-78.

I cavi multipolari di tipo T, avranno il conduttore di protezione con anima giallo-verde.

I cavi multipolari di tipo telefonico, avranno guaina con colorazione conforme alla tabella CEI UNEL 00724-73 e anima con colorazione conforme alla tabella stessa.

4.46.6.1.2 Cavi unipolari

- conduttori di terra : giallo rigato di verde
- conduttori di neutro : bleu chiaro
- conduttori in c.c. : rosso
- conduttori per le fasi : altri colori a scelta purchè contraddistinti in R-S-T per distribuzione tra le fasi e neutro. Dello stesso colore tra le fasi per distribuzione trifasi senza neutro.

Oltre la sezione di 25 mm2 i cavi dovranno essere di tipo unipolare.

Non verranno ammessi giunti sui cavi che per i tratti di lunghezza maggiori alle pezzature standard in commercio.

Posa cavi in cunicolo o interrati

Nei cunicoli i cavi saranno posati in canaline metalliche fissate alle pareti dei cunicoli stessi con interdistanza minima di 30 cm.

Nei punti di passaggio dei cunicoli da un locale all'altro dovranno essere previsti diaframmi tagliafuoco come descritto al punto 3.5.

I cavi esterni saranno generalmente in polifore nei tratti interrati si farà impiego di tubo p.v.c. undergraund, con rinfianco di cls posti a una profondità non inferiore a 60 cm dal piano di calpestio per le linee BT e di telecomunicazione e 100 cm per le linee MT.

4.46.6.1.3 Posa cavi su passerelle e/o canalette

I cavi dovranno essere posati affiancati ordinatamente su un semplice strato; altrimenti si farà ricorso a più piani di passerelle con interdistanza minima di 30 cm.

I cavi unipolari dovranno essere posati a trifoglio al fine di evitare pericolosi surriscaldamenti e/o aumenti di impedenza dovuti a campi magnetici.

I cavi dovranno essere contrassegnati ogni 20 m con targhetta in p.v.c. fissata con collare plastico, indicante il tipo di impianto o di servizio.

Nei tratti verticali ed inclinati i cavi dovranno essere fissati alle canaline mediante legatura (nel caso di uso di canalette chiuse si dovranno prevedere appositi sistemi di fissaggio all'interno delle canalette stesse).

Le canaline dovranno avere un coefficiente di riempimento di 0,5.

Come per i cunicoli, nel passaggio da un compartimento antincendio a un altro, dovranno essere previsti diaframmi tagliafuoco come descritti al punto 3.5.

4.46.6.1.4 Posa cavi in tubazioni

Ogni servizio ed ogni impianto, anche se a pari tensione, usufruirà di una rete di tubazioni completamente indipendente e con proprie cassette di derivazione.

Il diametro interno dei tubi, mai inferiore a 13 mm, sarà scelto in modo che il coefficiente di riempimento sia sempre minore di 0,4 (fattore di riempimento = rapporto tra sezione complessiva dei cavi e sezione interna del tubo), il diametro comunque sarà sempre maggiore o uguale a 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto dei cavi contenuti.

I tubi dovranno seguire un andamento parallelo agli assi delle strutture evitando percorsi diagonali e accavallamenti.

Tutte le curve saranno eseguite a largo raggio, non sono ammesse le curve stampate e le derivazioni a T.

In ogni caso dovrà essere garantita un'agevole sfilabilità dei conduttori.

Nei tratti in vista i tubi saranno fissati con appositi sostegni in materiale plastico o metallico tramite tasselli ad espansione con interdistanza massima di 150 cm.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione delle costruzioni dovranno essere usati particolari accorgimenti come tubi flessibili o doppi manicotti.

I tubi metallici devono essere fissati mantenendo un distanziamento dalle strutture in modo che possano essere effettuate agevolmente le operazioni di riverniciatura per manutenzione e consentita la libera circolazione di aria.

E' fatto divieto di transitare con tubazioni in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione del gas, e di ammarrarsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche.

I tubi previsti vuoti dovranno comunque essere infilati con opportuni fili pilota in materiale non soggetto a ruggine.

In tutti i casi in cui vengono impiegati tubi metallici dovrà essere garantita la continuità elettrica degli stessi, la continuità tra tubazioni e cassette metalliche e qualora queste ultime fossero in materiale plastico dovrà essere realizzato un collegamento tra le tubazioni ed il morsetto interno di terra.

Nel caso di impiego di tubi metallici filettati dovranno essere verniciate al minio tutte le filettature.

4.46.6.1.5 Tubi portatavi

Per la realizzazione degli impianti saranno impiegati i seguenti tipi di tubi a seconda delle prescrizioni indicate nei disegni e nelle descrizioni dei singoli impianti:

- in materiale plastico corrugato di tipo pesante UNEL 37121-70 con contrassegno del Marchio Italiano di Qualità per la distribuzione nei tratti incassati nelle pareti, nei pavimenti, nei soffitti od ove espressamente richiesto;
- in materiale plastico rigido di tipo pesante con contrassegno del marchio italiano di qualità per i percorsi in vista, con raccorderia a tenuta stagna;
- in acciaio zincato leggero (tubo non filettabile) con raccordi filettati per le zone umide e/o asciutte sottoposte a sollecitazioni meccaniche elevate e/o a temperature molto basse (celle frigo B.T., tratti esterni, centrali tecnologiche, ecc.);
- in acciaio zincato leggero verniciato per le zone con impianti e vista (si intende a carico dell'impresa anche la verniciatura finale).

I tubi saranno raccordati a eventuali parti e/o apparecchiature soggette a vibrazioni con raccordi flessibili.

Passerelle e canalette portatavi

Le passerelle e le canalette dovranno essere in lamiera di acciaio zincate a caldo dopo la lavorazione per le parti all'esterno, mentre per la parti interne agli edifici potranno essere in lamiera di acciaio zincato tipo sendzimir.

Le giunzioni dovranno essere eseguite in modo da evitare il pericolo di abrasione della guaina dei cavi durante la posa.

Nel contempo dovrà essere garantita la continuità elettrica delle canaline e dovrà essere prevista una presa di terra in caso di transito nelle stesse del collettore di terra con interdistanza massima di 8 m.

Le canaline dovranno essere fissate alle strutture a mezzo di mensole di sostegno; l'interasse di dette mensole sarà in funzione del carico e tale da non superare una freccia del 1/150 della luce libera.

Le mensole dovranno avere lo stesso trattamento superficiale delle canaline o passarelle.

4.46.6.1.6 SCATOLE E CASSETTE DI DERIVAZIONE

Tutte le giunzioni o le derivazioni devono essere realizzate esclusivamente tramite l'impiego di scatole o cassette di derivazione.

Di norma le scatole o cassette verranno altresì impiegate ad ogni brusca deviazione del percorso delle tubazioni, ogni due curve, ogni 15 m nei tratti rettilinei, all'ingresso di ogni locale alimentato, in corrispondenza di ogni corpo illuminante.

Non è ammesso far transitare nella stessa cassetta conduttori appartenenti ad impianti o servizi diversi.

Le tubazioni devono essere posate a filo delle cassette con la cura di lisciare gli spigoli onde evitare il danneggiamento delle guaine dei conduttori nelle operazioni di infilaggio e sfilaggio.

Nel caso di impianto a vista i raccordi con le tubazioni devono essere esclusivamente eseguiti tramite imbocchi pressatubo filettati in pressofusione o plastici, secondo quanto prescritto.

I morsetti saranno di tipo a mantello con base di ceramica od in altro materiale isolante di analoghe caratteristiche e saranno adeguati alla sezione dei conduttori derivati.

I conduttori saranno disposti ordinatamente nelle cassette con un minimo di ricchezza.

Le cassette saranno fissate esclusivamente alle strutture murarie tramite tasselli di espansione.

Nel caso di impianti incassati le cassette saranno montate a filo del rivestimento esterno e saranno munite di coperchio "a perdere" i coperchi definitivi saranno montati ad ultimazione degli interventi murari di finitura.

Nel caso di cassette di tipo stagno, murate in pareti rivestite in maiolicato, dovrà essere prevista una cornice plastica od in materiale non ossidabile che consenta una battuta perimetrale.

Tutte le scatole saranno contrassegnate sul coperchio in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

Tutte le scatole o cassette di qualsiasi materiale saranno provviste di morsetto di terra; quelle in materiale metallico avranno il morsetto di messa a terra del corpo scatola.

4.46.6.2 CARPENTERIE METALLICHE

Riguarda tutti gli staffaggi e le guide metalliche per l'ancoraggio delle apparecchiature.

Gli staffaggi e le piantane saranno in acciaio zincato a caldo od opportunamente verniciate come di seguito descritto e dovranno essere lavorati agli utensili prima della zincatura.

Negli ambienti interni potranno essere in acciaio, spazzolati, verniciati con due mani di antiruggine prima dello strato di finitura nel colore che la Committente prescriverà.

Le operazioni di verniciatura dovranno essere effettuate a terra e su tutti i lati, ovvero prima della loro messa in opera.

Si intende a carico dell'Appaltatore anche la verniciatura finale.

Tutte queste carpenterie saranno a carico della ditta fornitrice degli impianti stessi.

4.46.7. QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici saranno del tipo autoportante ad armadio oppure per appoggio a parete e saranno adatti per il montaggio sporgente od incassato.

I quadri di notevoli dimensioni (armadi) saranno in genere posati in locali e/o vani tecnici e saranno in lamiera come di seguito descritto.

Per quadri che necessitino di maggiore spazio si utilizzeranno più cassette affiancate o sovrapposte.

4.46.7.1 Carpenteria

La struttura dei quadri sarà sempre realizzata con una intelaiatura in profilati di acciaio e pannelli in lamiera ribordata a doppia piega di spessore non inferiore ai 20/10 mm.

Per l'installazione di apparecchiature pesanti dovrà essere impiegata lamiera di spessore maggiore od opportuni rinforzi.

I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato e posteriormente. Per un adeguato smaltimento del calore saranno praticate delle feritoie del tipo antipolvere e complete di retina antinsetti.

I quadri o elementi di quadro che possono costituire unità a sé (lunghezza max 2,5 m) devono essere muniti di golfari di sollevamento avvitati.

- I quadri saranno ancorati alle opere murarie o alle carpenterie di sostegno.
- I quadri risulteranno composti da uno o più scomparti previsti per un facile assemblaggio fianco a fianco in esecuzione modulare ed interconnessi con bulloneria non ossidabile, trattata in bagno galvanico o zincata a fuoco.

Il fissaggio delle lamiere interne e delle apparecchiature dovrà essere realizzato con viti su fori o bussole filettate impiegando ranelle grower contro l'allentamento.

Vengono tollerate le viti autofilettanti con diametro non superiore a 3 mm per il fissaggio di piccole apparecchiature, comunque è fatto divieto di impiegare dadi liberi.

Tutti i pannelli frontali (accesso alle apparecchiature e morsettiere) saranno apribili a cerniera invisibile dall'esterno e saranno muniti di guarnizione perimetrale in gomma antinvecchiamento.

Ogni portella sarà corredata di serratura tipo "Yale".

Le serrature di tutti i quadri devono essere uguali tra loro, saranno comunque consegnate chiavi in numero pari alle serrature.

Anche se a volte sarà prevista l'ispezione del retro, tutte le apparecchiature saranno accessibili solamente dal fronte (ad esclusione dei quadri tipo Power Centre); sul pannello anteriore saranno praticate le feritoie per consentire il passaggio delle manovre frontali.

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide o su pannelli fissati sul fondo del quadro. Solo in casi particolari, previa autorizzazione, sarà consentito montare strumenti e lampade di segnalazione sui pannelli frontali, in tale caso le interconnessioni alle morsettiere fissate saranno realizzate con conduttori flessibilissimi.

Sulla portella frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici in p.v.c. pantografato inserite in telaio portatarghette.

Non sono accettate le targhette di tipo adesivo.

I quadri dovranno avere grado di protezione minimo IP 54 se istallati in volumi tecnici o locali tecnologici direttamente e IP 31 (41 per la parte orizzontale) se istallati in appositi locali.

Internamente i quadri dovranno avere grado di protezione IP20 a portelle aperte.

4.46.7.2 Verniciature

Il fornitore dovrà proporre una propria specifica di verniciatura del quadro che dovrà includere come minimo:

- sgrassatura;
- fosfatazione;
- essicazione;
- fondo sintetico per essiccazione in aria a base di cromato di zinco
- doppia mano a finire con smalto sintetico per essicazione a forno, oppure vernici epossidiche polimerizzate per essiccazione in aria. Spessori minimi a fine ciclo 100 micron.

4.46.7.3 Sicurezza del personale preposto alla manovra

Ogni sezione del quadro con alimentazione propria e indipendente dovrà essere completamente separata dalle altre mediante separatori interni in lamiera e munita di portella di accesso; per impedire che persone vengano accidentalmente in contatto con parti in tensione saranno usati sezionatori generali del tipo che impediscano l'apertura delle portelle in posizione di "chiuso" e diaframmi di protezione sui morsetti di entrata del sezionatore.

Potranno essere altresì impiegati interruttori con bobine di sgancio azionate da microswitch sulle portelle.

Dovranno essere pure segregate le morsettiere e gli attraversamenti di cavi di altre sezioni.

Tutte le parti metalliche dovranno essere collegate a terra; le portelle o pannelli asportabili, anche se non montano componenti elettrici, saranno collegati a terra con corda da 16 mm2.

I pezzi metallici sovrapposti ed uniti con bulloni non saranno considerati elettricamente collegati tra di loro.

Su ogni quadro sarà prevista una sbarra di terra in rame nudo della sezione minima di 100 mm2, continua quanto la lunghezza del quadro.

Le messe a terra delle lamiere e degli chassis dovranno essere realizzate con conduttori flessibili in rame di sezione non inferiore a 6 mm2, allacciati a collettori primari di dimensione adeguata, comunque non inferiore a 16 mm2, derivati dalla sbarra principale.

4.46.7.4 Apparecchiature

Le caratteristiche fondamentali di vari pannelli o scomparti dovranno essere identiche anche se necessariamente saranno impiegate apparecchiature di costruzione o provenienza diverse.

Si dovrà aggiungere un buon effetto estetico all'esterno, unito ad una facile individuazione delle manovre da compiere. All'interno dovrà essere possibile una agevole ispezionabilità ad una facile manutenzione in modo particolare per le parti di più frequente controllo, quali fusibili e relè.

I materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle Norme CEI, alle tabelle di unificazione CEI - UNEL e provvisti del Marchio CE.

Le distanze tra le singole apparecchiature e le eventuali diaframmature dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di corto circuito od anche avarie notevoli possano interessare le apparecchiature vicine.

Tutte le apparecchiature interne devono essere contraddistinte con targhette intercambiabili.

I quadri saranno equipaggiati con maniglie di estrazione dei fusibili.

Dovrà essere lasciato libero lo spazio per un'aggiunta di apparecchiature pari al 20% dell'ingombro totale.

4.46.7.5 Collegamenti di potenza

Le sbarre conduttrici dovranno essere dimensionate per i valori della corrente nominale (CEI 7.4 fasc. 211) e per i valori delle correnti di corto circuito.

Le sbarre inoltre saranno fissate con ammaraggi isolati atti a sopportare gli sforzi elettrodinamici dovuti al corto circuito.

Le sbarre saranno in rame elettrolitico a spigoli arrotondati, con giunzioni a imbullonatura contro l'allentamento.

Le sbarre principali dovranno essere predisposte per essere suddivise pari agli elementi di scomposizione del quadro, e ciò vale anche per tutti i collegamenti di potenza ed ausiliari.

Le derivazioni fino a 100 A saranno realizzate in corda di rame flessibile con isolamento non inferiore a 3 kV e provviste di capicorda a pressione applicati esclusivamente con pinze oleodinamiche.

Le corde saranno dimensionate per la corrente nominale o massima del tipo di interruttore a prescindere dalla sua taratura ed alimenteranno singolarmente ogni interruttore a partire dal sistema di sbarre sopra indicato od in caso di piccoli quadri, da un piccolo sistema di sbarre ubicato a valle dell'interruttore generale.

Si dovrà inoltre tenere conto nel dimensionamento della max energia passante sopportabile dai cavi in caso di guasto.

Ogni derivazione sarà munita singolarmente di capicorda mentre non sono ammessi cavallotti sulle apparecchiature.

Per correnti superiori a 100 A tali collegamenti saranno in sbarre.

Gli interruttori saranno sempre alimentati dalla parte superiore.

Dovrà essere studiato altresì lo spazio, la possibilità di ammaraggio e collegamento elettrico di tutti i cavi entranti od uscenti dal quadro senza interposizione di morsettiera di derivazione.

A tale riguardo di norma i cavi di alimentazione si attesteranno direttamente ai morsetti dell'interruttore generale (eventualmente provvisto di codoli autocostruiti ed adeguati alla sezione del cavo) mentre non transiteranno in morsettiera i cavi uscenti con sezione superiore a 50 mm2.

Tutti i conduttori sia ausiliari che di potenza saranno numerati e (salvo la prescrizione s.d.) si attesteranno a delle morsettiere componibili su guida, con diaframmi dove necessario, che saranno adatte, ove non esistono indicazioni, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mm2 e saranno opportunamente numerati (numerazione richiesta sia per i morsetti che per i conduttori).

I cavi di cablaggio saranno di colore uniforme (nero) per i circuiti di potenza.

Collegamenti ausiliari

Saranno in conduttore flessibile con isolamento per 3 kV con le seguenti sezioni minime:

4 mm2 per i T.A.

2,5 mm2 per i circuiti comandi

1,5 mm2 per i circuiti di segnalazione e TV

Ogni apparecchiatura sarà alimentata singolarmente da un sistema di sbarre dei circuiti ausiliari. Non sono ammessi capicorda che raggruppino più conduttori e cavallotti tra le apparecchiature.

Dovranno essere identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata, corrente continua, circuiti di allarme, circuiti comando, circuiti segnalazione, ecc.) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

I morsetti saranno in numero da garantire una scorta del 20% suddivisi per tipologia impiegata.

4.46.7.6 Componenti e apparecchiature interne ai quadri

Relativamente ai componenti si precisa che:

- i segnali luminosi dovranno essere ben visibili, realizzati con lampade di voltaggio leggermente superiore alla tensione di alimentazione della lampada al fine di una lunga durata;
- selettori e lampade spia dovranno essere di diametro non inferiore a 22 mm. e dotati di ghiera di tenuta in modo da mantenere il grado di protezione del quadro;
- la potenza dei trasformatori per ausiliari deve essere almeno del 100% superiore allo strettamente necessario per le apparecchiature.

I trasformatori da impiegare per alimentazioni ausiliarie, o per qualsiasi altro impiego a tensione di categoria 0, dovranno essere del tipo a "sicurezza".

- In nessun caso e' ammesso l'uso di autotrasformatori.
- Dovranno quindi essere adottati trasformatori in cui, anche in caso di guasto, sia impossibile il contatto tra avvolgimento primario e secondario.

I trasformatori dovranno essere impregnati in autoclave con vernici isolanti, o essere incapsulati in resina.

Le perdite nel ferro dovranno essere bassissime, in modo da contenere la sovratemperatura anche con funzionamento a vuoto.

- i segnali luminosi dovranno essere almeno, per ogni utenza, uno per lo scatto termico e uno per il funzionamento, nonché uno per eventuali allarmi particolari (es. livelli, soglie di sicurezza ecc..);
- i fusibili dovranno essere di prima qualità di tipo gG se rapidi e aM per avviamento motori (secondo norme CEI 32-1 e 32-4 o equivalenti normative europee); su ogni fusibile dovrà essere scritta la corrente nominale e la caratteristica: i fusibili dovranno essere del tipo cilindrico fino a 32 A, oltre 32 A del tipo a coltello;
- la potenza dei teleruttori indicata in schema si riferisce alla categoria AC3 (con 0,1% di AC4) per un numero minimo di manovre di 1.000.000; detta potenza dovrà essere sempre almeno maggiore del 15% della potenza nominale del motore, ove non diversamente specificato;
- i relè termici devono essere del tipo protetto contro la mancanza di fase, la taratura deve essere minore uguale 1,1 Im (corrente assorbita dal motore) ma comunque sempre minore uguale In (corrente nominale motore);
- si dovrà verificare in funzione dei materiali scelti il coordinamento fra fusibili, teleruttore, relè termico in modo da evitare in caso di guasto un qualsiasi incollamento dei contatti;
- i protettori interni dei motori (dove previsti) dovranno essere collegati ed avere circuito per mantenere il blocco e permettere il ripristino manuale.

I materiali impiegati dovranno essere il più possibile unificati sia come casa costruttrice che come tensione di alimentazione.

4.46.7.7 Collegamenti alle linee esterne

Se la linea è blindoconduttore o contenuta in canalina dovranno essere previste delle piastre a due pezzi in materiale isolante per evitare l'ingresso di polvere.

Se le linee fuoriescono dalla parte superiore o inferiore (quadro a parete non appoggiato a terra) dovranno essere previsti raccordi pressacavi in pressofusione per il serraggio delle tubazioni.

Se le linee sono entro tubazioni incassate potrà essere praticata un'asolatura sigillabile ma in modo che possano essere effettuate in ogni momento e agevolmente le operazioni di infilaggio e sfilaggio.

In ogni caso le linee dovranno attestarsi alla morsettiera con una buona ricchezza ed ordinatamente.

Le morsettiere non devono sostenere il peso dei conduttori ma gli stessi devono essere ancorati ove necessario, a dei profilati di fissaggio.

Le corde relative ad ogni singola fase non possono essere ancorate con morsetti induttivi (spira chiusa).

Tutti i conduttori con doppia guaina (es. interna in resina butilica ed esterna in gomma), devono essere protetti con terminale o per lo meno deve essere praticata una nastratura sulla parte rimasta con unica guaina.

4.46.7.8 Targhe

Sul fronte e sul retro di ciascun pannello e scomparto saranno previste targhe con la determinazione dei pannelli o scomparti e la sigla dell'utenza servita, come indicato negli schemi allegati alle richieste.

Tutte le apparecchiature, principali ed ausiliarie, saranno provviste di una targa riportante il nome del costruttore, i dati nominali e l'indicazione del tipo. La targa sarà in posizione leggibile senza necessità di smontare l'apparecchiatura stessa.

Ciascuna apparecchiatura, sia interna sia in vista, sarà contraddistinta da una targhetta riportante la sigla corrispondente a quella indicata negli schemi funzionali.

4.46.8. Interruttori

4.46.8.1 *INTERRUTTORI AUTOMATICI MAGNETOTERMICI E DIFFERENZIALI FINO A 50 KA*

Gli interruttori automatici magnetotermici e differenziali con potere d'interruzione fino a 50 KA dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- riferimenti normativi: CEI 17-5;
- parte differenziale IEC 755;
- struttura metallica o scatolata in materiale isolante.

Interruttori fino a 1600 A

Gli interruttori fino a 1600 A dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale: 660 V-c.a. (50 - 60 Hz) 250V;
- corrente nominale: fino a 1600A;
- potere di interruzione: maggiore della Icc simmetrica del punto di installazione;
- poli: bipolare - multipolare;
- installazione: da quadro e con opportuni accessori da parete
- versioni:
  - . fissa con attacchi anteriori o posteriori;
  - . estraibile con attacchi anteriori o posteriori;
  - . sezionabile con attacchi anteriori o posteriori;
- sganciatori:
  - . protezione contro sovraccarico;
  - . protezione contro il corto circuito;
- accessori interni:
  - . sganciatori di apertura;
  - . sganciatori di minima tensione;
  - . contatti ausiliari;
  - . contatti di allarme;
- accessori esterni:
  - . comando a maniglia rotante su interruttore o su portella;
  - . comando motore o solenoide;
  - . copriterminali isolanti sigillabili;
- possibilità di disporre per tutta la gamma anche dell'interruttore di manovra senza sganciatori magnetotermici, con possibilità di applicazione degli accessori interni (sganciatore di apertura, sganciatore di minima tensione, contatti ausiliari e di allarme)

4.46.8.2 *Interruttore differenziale con sganciatore automatico*

La serie dovrà prevedere anche interruttori differenziali dello stesso tipo scatolato, fino alla corrente nominale di almeno 400A, con gli stessi accessori della gamma.

Esecuzione con attacchi anteriori e posteriori, n° poli: 4.

Interruttori differenziali a corrente d'intervento Id fissa o regolabile su più valori (esempio 0,03-2,5A) intervento istantaneo o ritardato (ritardo esempio fino a 2s).

I relè sono da prevedere del tipo elettronico.

4.46.8.3 *INTERRUTTORI MODULARI MAGNETOTERMICI E DIFFERENZIALI*

Interruttori automatici magnetotermici e differenziali fino a 50 KA Modulo DIN 17,5 mm

Gli interruttori automatici magnetotermici e differenziali con potere d'interruzione fino a 50 kA dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- riferimenti normativi: CEI 23-3
CEI 23-18
CEI 17-5;
IEC 755;
- tensione nominale 380V - 50-60 Hz;
- corrente nominale fino a 53A;
- potere d'interruzione fino a 50 kA;
- taratura fissa;
- n° poli 1-4;
- montaggio a scatto su profilato;
- possibilità di avere per la gamma anche l'interruttore automatico magnetotermico con protezione differenziale Id su diversi valori (0,03-0,3-0,5A);
- sensibilità alla forma d'onda:

tipo AC per l'utilizzazione con corrente alternata;

tipo A per l'utilizzazione con apparecchi di classe I con circuiti elettronici che danno luogo a correnti pulsanti e/o correnti continue.

Dovrà essere garantita la possibilità di inserire sul fianco di ciascun apparecchio, un elemento ausiliario di larghezza 1/2 o 1 modulo, contenente uno o più contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura.

Dovrà essere garantita la possibilità di ampia scelta di apparecchi complementari da installare sullo stesso profilato, quali:

- interruttori di manovra sezionatori;
- interruttori differenziali;
- relè di priorità;
- trasformatori;
- pulsanti e lampade di segnalazione, suonerie e ronzatori;
- contaore, prese UNEL, deviatori;
- interruttori orari;
- relè passo-passo;
- relè ritardati;
- rele monostabili;
- temporizzatori.

Interruttori automatici differenziali senza sganciatori magnetotermici Modulo DIN 17,5 mm

Nei circuiti per i quali sono previsti dal progetto interruttori automatici differenziali puri dovranno essere impiegati interruttori modulari componibili a completamento della gamma degli interruttori automatici magnetotermici e differenziali aventi le seguenti caratteristiche:

- riferimenti normativi: CEI 23-18;
- corrente nominale fino a 63A;
- n° poli 1-4;
- montaggio a scatto su profilato DIN;
- n° poli 2-4;
- Id 30-300-500 mA;
- protezione da sovraccorrente: assicurata da altro dispositivo;
- sensibilità alla forma d'onda:

tipo AC per l'utilizzazione con corrente alternata;

tipo A per l'utilizzazione con apparecchi di classe 1 con circuiti elettronici che danno luogo a correnti pulsanti e/o correnti continue.

Interruttori di manovra - Sezionatori con o senza fusibili

Nei circuiti particolari ove sia necessario prevedere interruttori di manovra - sezionatori con o senza fusibili dovranno essere impiegati apparecchi modulari componibili a completamento della gamma degli interruttori automatici magnetotermici e differenziali aventi le seguenti caratteristiche:

- riferimenti normativi: CEI 17-11;
- tensione 380V;
- n° poli 1-4;
- corrente nominale fino a 20A per l'esecuzione con fusibili, fino a 100A per l'esecuzione senza fusibili;
- possibilità di scelta negli accessori quali:

coprimorsetti;

calotte;

mostrine.

Protezione almeno IP20 durante la sostituzione della cartuccia.

4.46.9. SALVAMOTORI

Per i circuiti o gli apparecchi utilizzatori per i quali è prevista la protezione mediante salvamotori questi dovranno essere delle seguenti caratteristiche:

- riferimenti normativi: CEI 17-7;

CEI 70-1;

- caratteristica d'intervento tipo K (VDE-0660);
- ampia scelta di possibili applicazioni quali:

sganciatori termici sulle tre fasi a regolazione simultanea;

posizione di montaggio qualsiasi;

- possibilità di installazione e gradi di protezione:

in batteria su profilato guida EN 50022 (DIN 35) (almeno IP30);

a parete con custodia (almeno IP44);

da incasso in pannelli (almeno IP 44);

- possibilità di lucchettare in posizione di aperto;
- possibilità di applicare sganciatori di apertura e di minima tensione.

4.46.10. CONTATTORI

Per i circuiti o gli apparecchi utilizzatori per i quali è prevista la protezione mediante contattori questi devono essere delle seguenti caratteristiche:

- riferimenti normativi (contattori di potenza): CEI 17-3;

CEI 17-7;

CEI 17-8;

- tensioni di impiego 660V;
- gamma fino a ca.:

250 kW (AC3) a 380V;

contattori ausiliari fino a 4 kW ca. 380V - (AC11)

- montaggio:

a scatto su profilato guida EN 50022 (DIN 35) per contattori fino a 15 kW ca. di potenza;

- i contattori nel campo della potenza da 4 a 8 kW ca. 380V - (AC3) devono poter essere corredabili, indifferentemente da contatti ausiliari, contatti ausiliari ritardati, aggancio meccanico.

I contattori devono poter essere corredati anche successivamente di blocchi aggiuntivi:

manovre meccaniche 10 x 10^ 6;

manovre elettriche 1 x 10^ 6 (AC3) fino a 250 kW;

accessori installabili a cura dell'utente;

relè termici sensibili a mancanza fase disponibili per tutta la gamma.

4.46.11. BASI PORTAFUSIBILI - FUSIBILI

A protezione dei contattori o circuiti ausiliari devono essere previste basi portafusibili e fusibili aventi le seguenti caratteristiche:

- riferimenti normativi: CEI 32-1;
  CEI 32-4;
  CEI 32-5;
- tensione nominale 380V;
- basi portafusibili per fusibili a cartuccia;

(i fusibili per applicazioni domestiche e similari devono corrispondere alla tabella CEI-UNEL 06716);

- corpo ceramico o similare;
- n° poli 1-3;
- per installazione da quadro:

fusibili a cartuccia;

corpo in porcellana o similari

corrente nominale fino a 100 A

potere di interruzione 100 KA

basi portafusibili per fusibili NH grandezze 00-0-1-2-3-4.

I fusibili per applicazioni industriali dovranno corrispondere alla tabella CEI-UNEL 06711

corpo in steatite o similare;

n° poli 1-3;

per installazione da parete;

- fusibili NH:

corpo in steatite o similare;

corrente nominale fino a 1250A;

potere di interruzione 100 kA.

4.46.12. Prescrizioni particolari per i quadri tipo POWER CENTRE

In aggiunta a quanto indicato in precedenza per il quadro generale di cabina e comunque ove richiesto un quadro tipo POWER CENTRE dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni.

4.46.12.1 a. Carpenteria

La struttura portante dei quadri sarà eseguita con profilati di lamiera pressopiegata; lo spessore delle lamiere non sarà inferiore a:

30\10 per i profilati autoportanti

20\10 per le lamiere, i pannelli di chiusura, per le portelle frontali.

Sia per i POWER CENTRE che per gli MCC i quadri saranno del tipo ad elementi verticali normalizzati, affiancati e tra loro necessariamente collegati. Saranno del tipo per fissaggio a pavimento mediante ferri di base (inclusi nella fornitura e da fornire separatamente) da annegare nel pavimento stesso, oppure mediante tasselli ad espansione, oppure saranno equipaggiati con carpenteria di supporto adatta al loro sostegno in presenza di pavimento galleggiante (come descritto in E.P.U.)

Ogni unità dovrà essere realizzata col fondo chiuso e per le linee in cavo in arrivo e\o partenza verso l'esterno dovranno essere adottati opportuni diaframmi, comunque sempre asportabili dall'interno del quadro, atti a mantenere le necessarie aperture per la fuoriuscita dei cavi, senza nulla togliere alla chiusura del fondo.

Inoltre le chiusure del fondo dovranno possedere particolare resistenza alle ossidazioni (lamiere di acciaio zincata a caldo, lamiere di alluminio, ecc.).

4.46.12.2 b *Accessibilità e segregazioni*

4.46.12.3 *Power centre*

Il grado di protezione dei quadri dovrà essere:

Protezione all'esterno dell'involucro:

IP 41 minimo

Protezione all'interno delle celle:

IP 20 minimo

Le singole unità costituenti i quadri saranno suddivise in uno o piu' cubicoli (celle) ognuno dotato di propria portella di chiusura incernierata.

Nella stessa cella potrà essere montato più di un interruttore se di portata inferiore a 400 A compreso, mentre per interruttori di portata superiore, dovranno essere usate celle singole.

La strumentazione ed i circuiti ausiliari dovranno essere montati in celle a se stanti.

Le singole unità si divideranno in tre zone principali tra loro segregate (tripla segregazione): quella anteriore (fronte) conterrà gli interruttori, gli strumenti di misura, le apparecchiature di comando; quella intermedia conterrà il sistema di sbarre principali, le connessioni, le derivazioni, i trasformatori di corrente, i terminali degli interruttori di ingresso; quella posteriore conterrà i terminali, le morsetterie di potenza e quelle degli ausiliari, la sbarra di terra.

La segregazione tra zona posteriore e zona intermedia dovrà essere realizzata in modo da potere consentire l'accessibilità alla zona intermedia, o tramite segregazioni parziali, o tramite semplici rimozioni delle barriere interposte.

Le morsetterie di potenza e i terminali dovranno comunque essere separate completamente dalle morsetterie degli ausiliari in modo da poter accedere a queste ultime senza possibilità di contatto accidentale con le prime.

La segregazione tra zona anteriore e zona intermedia dovrà essere realizzata in modo da garantire, con porta della cella aperta, il grado minimo di protezione IP 20.

Detto grado di protezione e' da intendersi esteso verso qualsiasi parte che possa trovarsi sotto tensione pertanto, se nella parte anteriore dovessero trovarsi dei punti in tensione, come ad esempio con l'uso di interruttori con attacchi anteriori, dovranno essere usati diaframmi suppletivi rimovibili solo con l'uso di appositi attrezzi e che garantiscano il grado di protezione richiesto.

Nel caso che le segregazioni suppletive vengano realizzate con materiale isolante, questo materiale dovrà essere autoestinguente, come ad esempio il policarbonato.

4.46.12.4 c. *Circuiti ausiliari*

I circuiti ausiliari, per i quadri tipo POWER CENTRE, dovranno essere concentrati in celle a se stanti.

I collegamenti ausiliari in generale dovranno essere realizzati con cavi non propaganti l'incendio a norme CEI 20-22 e tabelle CEI-UNEL 35752-35754-35755 con sezione minima 1,5 mm2.

Tutti i cavi saranno protetti e contenuti in canalette in PVC, autoestinguente e munite di coperchio.

Nei collegamenti tra i trasformatori amperometrici e i relativi strumenti si dovranno prevedere opportuni morsetti cortocircuitabili ed i conduttori usati per il collegamento non dovranno avere sezione inferiore a 2,5 mm2; inoltre il collegamento a terra deve essere realizzato direttamente sulla barra collettrice di terra.

I collegamenti dei voltmetri dovranno essere protetti tramite fusibili sezionabili a coltello con fusibili di tipo cilindrico 10,3 x 38 o similare e con potere di interruzione non inferiore a 100 kA.

I conduttori che derivano direttamente dalle sbarre (conduttori voltmetrici e simili) lungo il tratto non protetto dai fusibili dovranno avere un percorso completamente separato, ed essere contenuti in ulteriore guaina di protezione.

I conduttori ausiliari, appartenenti a sistemi di categoria diversa, dovranno essere fisicamente separati o su percorsi diversi o tramite interposizione di diaframmi.

Anche le morsetterie, a cui fanno capo questi conduttori, dovranno essere o separate fisicamente o tramite opportuni diaframmi.

Qualora sulla stessa morsetteria dovessero far capo conduttori a tensione diversa, dovranno essere separati in zone distinte e contrassegnate da apposita targhetta indicatrice.

I circuiti ausiliari, facenti parte di uno stesso interruttore, dovranno far capo ad una morsetteria e\o connettore posizionato nella stessa segregazione in cui e' situato l'interruttore (questo per i quadri POWER CENTRE).

I circuiti ausiliari dovranno essere opportunamente protetti sia contro il sovraccarico, che contro i corto circuiti.

I relè ausiliari saranno del tipo ad innesto, con basetta provvista di attacchi anteriori a vite ed inoltre dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare che i relè si possano estrarre dalla loro base per cause accidentali.

Resta chiaramente inteso che la portata dei contatti, in funzione della vita elettrica, dovrà sempre essere correttamente verificata in funzione della tensione di alimentazione e della natura del carico da alimentare.

Poiché il sistema sarà completato con un apparato di telecontrollo, tutte le apparecchiature di controllo e di allarme dovranno avere 2 contatti ausiliari (1 NA + 1 NC) "puliti" in morsettiera.

4.46.12.5 d. Strumenti di misura

Gli strumenti saranno sistemati sulle portine del quadro insieme agli eventuali pulsanti, lampade spia e selettori di comando.

Saranno del tipo digitale a cristalli liquidi.

Nei collegamenti tra riduttori di misura, TA e TV e relativi strumenti, si dovranno prevedere opportuni morsetti amperometrici, cortocircuitabili e sezionabili, e voltmetrici, sezionabili.

I conduttori, che collegano i TA alla relativa strumentazione, avranno sezione non inferiore a 2,5 mm2, comunque per la determinazione esatta della sezione del conduttore, dovrà essere eseguito il calcolo, a piena portata nominale, in base al consumo proprio dello strumento, alla lunghezza della linea e alla prestazione del TA.

4.46.13. QUADRI M.T.

4.46.13.1 Norme di riferimento

Il quadro e le apparecchiature della fornitura dovranno essere progettate, costruite e collaudate in conformità alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) e IEC (International Electrical Commission) in vigore ed in particolare:

quadro	CEI Norma 17.6 (fascicolo 2056)
	IEC Norma 298
interruttori	CEI Norma 17.1 (fascicolo 1375)
	IEC Norma 56
sezionatori	CEI Norma 17.9 (fascicolo 1672)
	IEC Norma 265

Inoltre dovranno essere rispettate le regolamentazioni e normative previste dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni.

4.46.13.2 Generalità

I quadri si svilupperanno secondo un sistema modulare e normalizzato di unità. Salvo deroghe le dimensioni di ogni unità potranno essere:

altezza = 1950 mm oppure 2250 mm

profondità = 1150 mm

larghezza =	500 mm per unità risalita sbarre
	700 mm per unità con sezionatori
	900 mm per unità con interruttori

Si dovrà inoltre tenere conto delle seguenti distanze di rispetto: anteriormente 1400mm (1600 per scomparti con interruttore).

I quadri saranno del tipo chiuso, protetto contro l'ingresso di polvere, corpi estranei e animali.

Ciascuna unità costituente il quadro sarà realizzata con struttura metallica autoportante in profilati di lamiera pressopiegata e saldata e da lamiere di chiusura.

Lo spessore delle lamiere non sarà inferiore a 30/10 mm per i profilati autoportanti e 20/10 mm per le lamiere di chiusura.

Tutti gli elementi di carpenteria saranno francamente collegati tra di loro per mezzo di bulloni zincati o cadmiati autograffianti o con rosetta dentata in modo da assicurare la continuità elettrica di messa a terra.

I quadri saranno del tipo per fissaggio a pavimento mediante appositi ferri di base, inclusi nella fornitura e da fornire separatamente, da annegare nel pavimento stesso, oppure mediante tasselli ad espansione.

Ogni unità dovrà essere realizzata col fondo chiuso con pannelli a rete o simili e per le linee in cavo in arrivo e/o partenza verso l'esterno dovranno essere adottati opportuni diaframmi, comunque sempre asportabili dall'interno del quadro, atti a mantenere le necessarie aperture per la fuoriuscita dei cavi, senza nulla togliere alla chiusura del fondo. Tale chiusura dovrà essere comunque di tipo a rete per permettere lo sfogo di una eventuale sovrapressione interna (arco elettrico).

Inoltre le chiusure del fondo dovranno possedere particolare resistenza alle ossidazioni (lamiere di acciaio zincate a caldo, lamiere di alluminio, ecc.).

Il quadro dovrà essere completo e pronto al funzionamento e sarà completo di:

- lamiere di chiusura laterali e per chiusura passaggio cavi

- attacchi per collegamento cavi di potenza comprensivi di cavi e terminali

- morsettiera per collegamento cavi ausiliari esterni comprensiva di cavi e capicorda

4.46.13.3 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

La struttura del quadro dovrà essere formata da scomparti di tipo normalizzato affiancati, ognuno costituito da elementi modulari componibili e standardizzati.

Il quadro dovrà essere realizzato in esecuzione protetta adatto per installazione all'interno; pertanto tutte le operazioni di comando e di manutenzione dovranno potersi effettuare dal fronte del quadro.

La struttura di ciascuno scomparto dovrà essere di tipo autoportante, realizzata con lamiera prezincata e pressopiegata di 2 mm. I pannelli e le porte dovranno essere realizzati con lamiera pressopiegata dello spessore di 2 mm e 1,5 mm

Il grado di protezione meccanica degli scomparti, che saranno installati all'interno dovrà essere IP3X (IP2X all'interno del quadro)

Gli scomparti dovranno essere realizzati in modo da permettere eventuali futuri ampliamenti sui lati del quadro, con l'aggiunta di ulteriori scomparti.

A tale proposito, il quadro dovrà essere chiuso sui lati con pannelli di lamiera facilmente asportabili per acconsentire l'eventuale succitato ampliamento.

Ciascuno scomparto dovrà essere realizzato e costituito da celle contenenti i vari componenti elettrici e meccanici come a seguito descritto e separate tra loro con lamiere di segregazione od apparecchi.

Nell'ambito dei vari scomparti si dovranno individuare le seguenti celle tipiche:

- Cella sbarre

- Cella interruttore/linea

- Cella strumenti

Nel dettaglio le celle tipiche dovranno avere le caratteristiche costruttive seguenti:

La cella sbarre dovrà essere situata nella parte superiore del quadro.

Dovrà contenere il sistema di sbarre principali sostenuto dagli isolatori portanti superiori del componente di derivazione (sezionatore controsbarre o interruttore di manovra sezionatore) al cui terminale le sbarre dovranno essere imbullonate.

La chiusura superiore e laterale della cella dovrà essere realizzata con lamiere o pannelli asportabili per consentire interventi straordinari che richiedano l'ispezionabilità delle sbarre.

4.46.13.4 CELLA INTERRUTTORE/LINEA

La cella interruttore dovrà essere dotata di portella di chiusura incernierata munita di maniglia per l'apertura e per consentire l'accesso alle apparecchiature interne.

Nella cella interruttore dovranno poter essere montati i seguenti componenti:

- interruttore ad esafluoruro di zolfo
- sezionatore rotativo controsbarra
- sezionatore di terra
- trasformatori di corrente
- divisori capacitivi
- terminali per cavi
- resistenza anticondensa 60 W controllata da termostato
- illuminazione interna

La portella della cella dovrà essere provvista di oblò per consentire il controllo visivo della posizione meccanica dei sezionatori (controsbarre e di terra). Tali oblò dovranno essere di materiale ad elevata resistenza meccanica pari almeno a quella della portella su cui sono montati.

Dovrà essere prevista sulla base della cella un'apertura per il passaggio dei cavi ausiliari provenienti dall'esterno per il riporto di eventuali segnalazioni e per i collegamenti con le tensioni ausiliarie esterne.

CELLA LINEA (per scomparti dotati di interruttore di manovra sezionatore o di solo sezionatore controsbarre)

La cella linea situata nella parte inferiore del quadro, dovrà essere dotata di portella incernierata munita di maniglia per l'apertura, per consentire l'accesso alle apparecchiature interne.

Nella cella linea dovranno essere montati i seguenti componenti:

- fusibili M.T. e relativo telaio portafusibili
- sezionatore di terra
- divisori capacitivi
- trasformatori di corrente alla sbarra
- trasformatori di tensione
- terminali per cavi
- resistenza anticondensa da 60 W, controllata da termostato unico per ogni sezione di quadro
- illuminazione interna

La portella della cella linea dovrà essere provvista di oblò per il controllo visivo della posizione meccanica dei sezionatori. Tali oblò dovranno essere di materiale ad alta resistenza meccanica pari almeno a quella della portella su cui sono montati.

Dovrà essere prevista sulla base della cella un'apertura per il passaggio dei cavi ausiliari provenienti dall'esterno per il riporto di eventuali segnalazioni e per i collegamenti con le tensioni ausiliarie esterne.

4.46.13.5 CELLA STRUMENTI

La cella strumenti, situata nella parte frontale superiore del quadro, dovrà essere dotata di portella incernierata, munita di godroni per l'apertura, per consentire l'accesso alle apparecchiature interne.

Nella cella strumenti dovranno potere essere montate le apparecchiature di BT ed in particolare:

- dispositivi di comando e segnalazione

- relè, strumenti

- fusibili, interruttori ausiliari

- morsettiere

Una lamiera fissa dovrà provvedere alla segregazione della cella sbarre con la cella strumenti.

Nella cella strumenti dello scomparto dovrà essere prevista una morsettiera di appoggio per il riporto dei segnali a distanza (pos. ap/ch. interruttore, pos. ap/ch. sezionatori, segnali da trasduttore, intervento relè di protezione).

4.46.13.6 Sbarre e connessioni

Le sbarre omnibus e le sbarre di derivazione dovranno essere realizzate in piatto di rame elettrolitico, dovranno avere una distanza tra fase e fase di 300 mm.

Il sistema di sbarre dovrà essere dimensionato per sopportare le seguenti correnti di corto circuito, (limite termico per 1 s / dinamico di cresta):

12,5 / 31,5 kA

Le giunzioni delle sbarre e delle connessioni dovranno essere ravvivate.

Le sbarre principali dovranno passare da uno scomparto a quello adiacente senza interposizione di diaframmi, in modo da costituire un condotto continuo.

4.46.13.7 Impianti di terra nel quadro

Il quadro dovrà essere percorso longitudinalmente da una sbarra elettrica di terra in rame, solidamente imbullonata alla struttura metallica avente sezione minima di 75 mmq.

Tutta la struttura e gli elementi di carpenteria dovranno essere francamente collegati fra loro mediante viti, per garantire un buon contatto elettrico fra le parti.

Le porte dovranno essere collegate alla struttura metallica tramite trecciole flessibili in rame, aventi sezione minima di 16 mmq (solo partenza aux.).

La messa a terra dell'interruttore dovrà essere assicurata durante l'estrazione.

La messa a terra del telaio dei sezionatori rotativi e degli interruttori di manovra-sezionatori dovrà essere assicurata da collegamento al circuito di terra. Inoltre gli stessi, in posizione di aperto, dovranno avere i propri isolatori passanti inseriti in pinze collegate a terra.

Tutti i componenti principali dovranno essere collegati a terra.

Su ciascuna estremità della sbarra di terra, si dovranno prevedere morsetti adatti al collegamento con cavo all'impianto di messa a terra della cabina.

4.46.13.8 Interblocchi

Il quadro dovrà essere dotato di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che possano compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

In particolare, dovranno essere realizzati i seguenti interblocchi minimi (da integrare con quanto necessario per la gestione in sicurezza dell'impianto ad anello chiuso):

4.46.13.9 MESSA IN SERVIZIO:

- chiudere la porta della cella interruttore
- aprire il sezionatore di terra
- chiudere il sezionatore rotativo controsbarra
- liberare la chiave dalla manovra del sezionatore e sbloccare il comando dell'interruttore
- dovrà essere possibile chiudere l'interruttore

4.46.13.10 MESSA FUORI SERVIZIO:

- aprire l'interruttore e bloccarlo con la chiave
- liberare la chiave e sbloccare la manovra del sezionatore rotativo
- aprire il sezionatore con un'unica manovra
- chiudere il sezionatore di terra
- dovrà essere possibile aprire la porta della cella interruttore

Dovrà essere previsto un opportuno blocco a chiave che impedisca la manovra del sezionatore di terra ad interruttore estratto.

4.46.13.11 SCOMPARTI CON SEZIONATORE DI LINEA (Interruttori di manovra o rotativo)

MESSA IN SERVIZIO:

chiudere la porta

aprire il sezionatore di messa a terra

dovrà essere possibile chiudere l'interruttore di manovra sezionatore / il sezionatore di sbarra

MESSA FUORI SERVIZIO:

- aprire l'interruttore di manovra sezionatore / il sezionatore di sbarra
- chiudere il sezionatore di messa a terra
- dovrà essere possibile aprire la porta

UNITA' ARRIVO CAVI CON SEZIONATORE DI TERRA

MESSA IN SERVIZIO:

- chiudere la porta
- dovrà essere possibile aprire il sezionatore di terra

MESSA FUORI SERVIZIO:

- chiudere il sezionatore di terra
- dovrà essere possibile aprire la porta

4.46.13.12 Verniciatura

La struttura metallica non zincata degli scomparti dovrà essere opportunamente trattata e verniciata in modo da offrire una ottima resistenza all'usura

secondo il seguente ciclo:

- presgrassatura e sgrassatura alcalina tensioattiva calda (60/70°C)
- doppio lavaggio
- attivazione
- fosfatazione
- lavaggio
- passivazione
- essicazione
- verniciatura elettrostatica a polvere 180 °C tipo epossi-poliestere spessore 60 micron (-0 +20) film secco, mano a finire goffrato

L'aspetto delle superfici dovrà essere goffrato. Il punto di colore dovrà essere RAL 7030 (interno/esterno).

Lo spessore minimo della finitura dovrà essere di 50 micron.

Il grado di protezione dovrà essere pari a circa 8 corrispondente al grado Re2 della scala europea del grado di arrugginimento (SVENK STANDARD SIS 185111) nell'arco di 5 anni.

Le superfici verniciate dovranno superare la prova di aderenza secondo le norme DIN 53.151

In alternativa il costruttore, in sede di offerta, dovrà indicare il proprio ciclo standard di verniciatura.

4.46.13.13 APPARECCHIATURE

Le apparecchiature principali, montate nel quadro, dovranno essere adeguate alle caratteristiche di progetto indicate al precedente punto 3 e dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni particolari:

gli interruttori e le apparecchiature di manovra e sezionamento, dovranno essere di un medesimo costruttore al fine di garantire un perfetto accoppiamento ed una affidabilità massima dei relativi interblocchi meccanici.

4.46.13.13.1 Interruttori in SF6

Gli interruttori dovranno essere del tipo in esecuzione asportabile (unità con semplice sezionamento) o sezionabile (unità con doppio sezionamento) montati su carrello.

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche dovranno essere fra loro intercambiabili.

Gli interruttori dovranno essere predisposti per ricevere i blocchi previsti alla posizione 4.4, inoltre dovranno essere dotati di accessori come più avanti descritto.

Gli interruttori asportabili dovranno poter assumere le seguenti posizioni rispetto al relativo scomparto:

a) INSERITO: circuiti principali e circuiti ausiliari collegati

b) ESTRATTO: circuiti ausiliari e principali disinseriti, interruttore completamente fuori dalla cella.

Gli interruttori sezionabili dovranno poter assumere le seguenti posizioni rispetto al relativo scomparto:

a) INSERITO: circuiti principali e circuiti ausiliari collegati

b) SEZIONATO: circuiti principali disinseriti - circuiti ausiliari inseriti (Posizione di prova)
circuiti principali disinseriti - circuiti ausiliari disinseriti (Totalmente sezionato)

b) ESTRATTO: circuiti ausiliari e principali disinseriti, interruttore completamente fuori dalla cella.

L'estrazione dell'interruttore dovrà essere resa possibile dopo l'apertura del sezionatore rotativo.

Il comando degli interruttori dovrà essere del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate. Le manovre di chiusura ed apertura dovranno essere indipendenti dall'operatore.

Il comando dovrà essere a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura viene dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura.

Il gas impiegato dovrà essere conforme alla norme IEC 376/Norme CEI fascicolo 410

4.46.13.14 Sezionatori rotativi

I sezionatori rotativi a vuoto dovranno essere tripolari con portata adeguata alle esigenze di carico degli scomparti per i quali sono previsti. L'apparecchiatura dovrà sopportare le seguenti correnti di corto circuito (limite termico per 1 secondo/limite dinamico):

12,5 / 31,5 kA

I sezionatori rotativi dovranno poter essere corredati dei seguenti dispositivi ed accessori:

- comando manuale sul fronte quadro

- segnalazione meccanica di aperto e chiuso inserita nello schema sinottico riportato sul fronte quadro

- blocco meccanico a chiave

- eventuali altre applicazioni come più avanti indicato

I sezionatori rotativi dovranno assicurare la segregazione fra celle contigue, quali ad esempio la cella sbarre e quella interruttore, con il sezionatore, sia in posizione di aperto che in posizione di chiuso senza che si renda necessario l'uso di serrande addizionali.

Interruttori di manovra sezionatori e fusibili

Negli scomparti in cui sia richiesto, dovranno essere installati interruttori di manovra-sezionatori di tipo rotativo con isolamento in aria e caratteristiche elettriche adeguate alle esigenze di carico degli scomparti per i quali sono previsti. Inoltre dovranno sopportare le seguenti correnti di corto circuito (limite termico per 1 secondo/limite dinamico):

12,5 / 31,5 kA

Gli interruttori di manovra-sezionatori dovranno assicurare la segregazione nei confronti della cella sbarre, sia con il sezionatore in posizione di aperto che in posizione di chiuso, senza che si debba rendere necessario l'uso di serrande addizionali.

Le manovre di chiusura ed apertura dovranno essere realizzate tramite molle, in modo da renderle indipendenti dall'azione dell'operatore.

Gli interruttori di manovra dovranno essere corredati dei seguenti dispositivi ed accessori:comando manuale sul fronte quadro

segnalazione meccanica di aperto e chiuso riportata sul fronte quadro

eventuali altre applicazioni come più avanti indicato

I fusibili dovranno essere del tipo a limitazione di corrente in accordo alle raccomandazioni delle vigenti norme CEI 32-2, IEC 282-1, ed avere dimensioni conformi alle DIN 43625.

Ciascun fusibile associato ad interruttore di manovra dovrà essere provvisto di un dispositivo a percussione, indicante l'avvenuta fusione e per l'apertura dell'interruttore di manovra stesso.

La corrente nominale e la caratteristica di intervento dei fusibili dovranno essere accuratamente scelte in base al carico da proteggere.

Dovrà essere possibile montare diversi tipi di fusibili.

SEZIONATORI DI TERRA (per scomparti dotati di interruttore di manovra sezionatore o di solo sezionatore contrôsbarre)

I sezionatori di terra, previsti per la messa a terra dei cavi e delle apparecchiature di M.T. accessibili dall'operatore, dovranno essere tripolari di costruzione particolarmente compatta e robusta con contatti mobili a lama e pinze autostringenti, idonei a sopportare una corrente di corto circuito avente i seguenti limiti (termico per 1 secondo/limite dinamico):

12,5 / 31,5 kA

La manovra dei sezionatori di terra dovrà avvenire dal fronte del quadro con comando a manovra manuale dipendente sia in chiusura che in apertura.

Il sezionatore di terra dovrà essere interbloccato con la portella in modo che la stessa non si dovrà poter aprire se il sezionatore di terra è aperto e viceversa il sezionatore di terra non si dovrà potere aprire con la portella aperta.

I sezionatori di terra dovranno essere predisposti per ricevere i blocchi previsti alla pos. 4.4, ed inoltre dovranno potere essere equipaggiati con i seguenti accessori:

- comando manuale sul fronte quadro

- segnalazione meccanica di aperto e chiuso riportata sul fronte del quadro

- eventuali altre applicazioni come indicato nello schema unifilare

SEZIONATORI DI TERRA (per scomparti con interruttore automatico)

I sezionatori di terra, previsti per la messa a terra dei cavi e delle apparecchiature di M.T. accessibili dall'operatore, dovranno essere tripolari di costruzione particolarmente compatta e robusta con contatti mobili a lama e pinze autostringenti, idonei a sopportare una corrente di corto circuito avente i seguenti limiti (termico per 1 secondo/limite dinamico):

12,5 / 31,5 kA

e con potere di stabilimento su corto circuito uguale alla corrente di picco nominale ammissibile (max 40 kA)

La manovra dei sezionatori di terra dovrà avvenire dal fronte del quadro con comando a manovra manuale indipendente dall'operatore si in chiusura che in apertura.

Il sezionatore di terra dovrà essere interbloccato con la portella in modo che la stessa non si dovrà poter aprire se il sezionatore di terra è aperto e viceversa il sezionatore di terra non si dovrà potere aprire con la portella aperta.

I sezionatori di terra dovranno essere predisposti per ricevere i blocchi previsti alla pos. 4.4, ed inoltre dovranno potere essere equipaggiati con i seguenti accessori:

- comando manuale sul fronte quadro
- segnalazione meccanica di aperto e chiuso riportata sul fronte del quadro
- eventuali altre applicazioni come indicato nello schema unifilare

4.46.13.15 Trasformatori di corrente e di tensione

I trasformatori di corrente e di tensione dovranno avere prestazioni e classe di precisione indicati in seguito. I TA in particolare, dovranno essere dimensionati per sopportare una corrente di guasto pari a:

12,5 kA per 1 sec. Arrivi

12,5 kA per 1 sec. Partenze

I trasformatori di corrente e tensione, dovranno avere isolamento in resina, essere adatti per installazione fissa all'interno degli scomparti ed essere esenti da scariche parziali. Dovrà essere possibile montare all'interno dei vari scomparti diversi modelli costruttivi di TA/TV .

4.46.13.16 Apparecchiature ausiliarie ed accessori

Il quadro dovrà essere completo di tutti gli apparecchi di protezione, misura e segnalazione indicati e necessari per renderlo pronto al funzionamento.

Il relè di protezione e gli strumenti di misura dovranno essere adatti per montaggio incassato e muniti di guarnizione per renderli a tenuta di polvere.

Il quadro, inoltre, dovrà essere completo dei seguenti accessori:

- targhette in plexiglas
- targhe di pericolo e di istruzione per l'esecuzione delle manovre
- golfari di sollevamento
- serie di leve e di attrezzi speciali
- 2 chiavi di blocco per ogni tipo previsto

4.46.13.17 Cavetteria e circuiti ausiliari

Tutti i circuiti ausiliari di comando e segnalazione dovranno essere realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante l'incendio, grado di isolamento minimo 3 kV, sezione di 1,5 mmq.

I circuiti amperometrici dovranno essere realizzati con conduttori con caratteristiche come sopra, ma aventi sezione di 2,5 mmq.

Tutti i circuiti ausiliari che attraversino le zone di media tensione, dovranno essere protetti da condotti metallici opportunamente messi a terra.

I conduttori dei circuiti ausiliari, in corrispondenza delle apparecchiature a cui si collegano, dovranno essere contrassegnati con numeri riportanti il numero del filo indicato sullo schema funzionale.

Ciascuna parte terminale dei conduttori dovrà essere provvista di adatti terminali.

Tutti i conduttori dei circuiti, relativi alle apparecchiature contenute nei quadri, dovranno essere attestati a morsettiere componibili numerate.

Il supporto isolante dei morsetti dovrà essere in materiale incombustibile e non igroscopico.

Il serraggio dei terminali nel morsetto, dovrà essere del tipo antivibrante per il collegamento lato cliente.

I morsetti di consegna dei circuiti amperometrici dovranno essere del tipo cortocircuitabile, munito di attacchi per inserzione provvisoria di strumenti.

I morsetti di consegna dei circuiti voltmetrici dovranno essere muniti di attacchi per derivazioni provvisorie di strumenti.

Le morsettiere, destinate ai collegamenti con cavi esterni al quadro, dovranno essere proporzionate per consentire il fissaggio di un solo conduttore a ciascun morsetto. Dovrà inoltre essere previsto un numero di morsetti aggiuntivi di numero pari al 5% dei morsetti utilizzati.

Tutte le apparecchiature comunemente in tensione aventi grado di protezione > IP20, montate nella cella controlli strumenti, dovranno essere munite di uno schermo isolante, facilmente asportabile, che eviti contatti accidentali con i circuiti in tensione da parte del personale addetto alla manutenzione e controlli.

4.46.13.18 Prove e certificazioni

Il quadro dovrà essere sottoposto alle prove di accettazione e collaudo presso la fabbrica del costruttore previste dalle relative norme CEI/IEC, alla presenza della Direzione Lavori.

Dovranno inoltre essere forniti i certificati relativi alle seguenti prove di tipo eseguite su scomparti simili a quelli della presente fornitura:

- prova di corrente di breve durata
- prova di riscaldamento
- prova di isolamento
- prova di tenuta all'arco interno (solo per quadri a tenuta d'arco interno)

4.46.14. ATTREZZATURE AUSILIARIE DI CABINA

Per il locale cabina di trasformazione MT/bt, andranno fornite e poste in opera su idonei supporti o contenitori le seguenti attrezzature:

- serie di cartelli monitori
- serie di chiavi esagonali, cacciaviti, pinze isolate, trincetto etc...
- n.2 secchielli di sabbia
- tappeto isolante 24KV su tutta l'area antistante celle, trasformatori e quadri per una larghezza di 1,5 mt.
- fioretto di manovra
- maniglie di estrazione interruttori
- n. 2 estintori a CO2 da Kg. 6 fissati a parete per ogni locale
- schemi incorniciati di tutte le apparecchiature con indicate le stesse sigle di identificazione riportate sul fronte quadri ed apparecchiature
- n. 1 lampada portatile ad accumulatori NiCd ricaricabili con cordone di collegamento e spina.

4.46.15. TRASFORMATORI IN RESINA

I trasformatori da impiegarsi devono avere le caratteristiche indicate negli schemi allegati al progetto.

Dovranno essere conformi alle norme CEI 14-4/83-85-88 fasc. 609, S/696, 1057V, 1144V e successive varianti e dovranno essere conformi alle norme CEI 14-8 "trasformatori di potenza a secco" e, per quanto esistenti, alle relative tabelle di unificazione CEI-UNEL, nonché in accordo con le norme DIN 42523-42532, VDE 0532 e IEC n.726.

I trasformatori saranno installati nella posizione e con le modalità indicate sui disegni di progetto e, salvo esplicita diversa indicazione della D.L. o di altro elaborato di progetto, secondo le seguenti prescrizioni.

Ciascuna macchina dovrà essere dotata di dispositivi di bloccaggio dei rulli alle rotaie o guide di scorrimento in modo che sia impedito qualsiasi spostamento sia orizzontale che verticale.

Le rotaie, costituite da profilati ad U, dovranno essere saldamente ancorate al pavimento (con zanche o sistema di equivalente affidabilità) o alla struttura metallica del basamento posto all'interno dello scomparto di contenimento a seconda dei casi.

L'installazione dovrà essere eseguita in modo tale che risulti agevole l'estrazione delle macchine e pertanto:

- i cavi (sia di M.T. che di B.T.) dovranno essere ancorati su propri telai o mensole di sostegno o allo scomparto di contenimento (se previsto) in modo che non sia necessario manometterli nell'eventualità di dover estrarre la macchina (a parte ovviamente l'allentamento dei dadi degli isolatori o dei morsetti);
- ogni trasformatore sarà dotato di rifasamento fisso collegato ai morsetti con cavo unipolare tipo R67 (rigido) di sezione non inferiore a 25 mmq;
- tutti gli altri conduttori (ausiliari, di messa a terra, ecc.) saranno provvisti di capicorda e disposti in modo che sia sufficiente staccare le sole estremità collegate alla macchina;
- i bloccaggi dei rulli ai profilati di scorrimento saranno amovibili e ottenuti con perni e copiglie o con bulloni.

I trasformatori dovranno essere alloggiati in appositi box prefabbricati realizzati in carpenteria metallica : le pareti dei box dovranno essere il lamiera piena mentre la parte frontale sarà realizzata in rete per permettere l'areazione. Sulla parte frontale del box sarà realizzata una porta apribile ad ante,

sempre in rete, con serratura di sicurezza interbloccata con il sezionatore di terra del quadro MT e del tipo con chiave prigioniera in posizione di aperto.

Griglie e strutture dovranno essere costruite in modo che non sia possibile l'introduzione, anche intenzionale, della mano .

Ogni cura dovrà essere usata, durante l'installazione, per evitare che vengano danneggiati sia i trasformatori stessi che gli eventuali scomparti di contenimento o le porte di accesso al locale o le parti murarie (gradini, spigoli di colonne o pareti, pavimenti, etc.).

In particolare il pavimento e le eventuali scale dovranno essere protetti facendo scorrere le macchine su tavole di adeguato spessore.

Prima della messa in funzione, e in ogni caso alla consegna degli impianti, si dovrà provvedere, se necessario, all'adattamento della tensione di alimentazione agendo sulle apposite prese e ad una accurata pulizia delle macchine, in particolare dei poli di M.T.

Nel caso siano previsti più trasformatori con la possibilità di funzionamento in parallelo, essi, oltre ad essere adatti a tale tipo di funzionamento (e quindi avere stesse tensioni primarie, secondarie e di cortocircuito, ed appartenere allo stesso gruppo di collegamento).

Su richiesta della D.L. dovrà essere fornita una dichiarazione rilasciata dal costruttore in cui risulti che le caratteristiche delle macchine sono tali da assicurare il corretto funzionamento in parallelo secondo quanto previsto dalle norme CEI citate.

Caratteristiche elettriche e costruttive principali delle macchine:

- potenza A = 630 kVA;
- tensione primaria 15000 V;
- tensione secondaria 400 V;
- tensione di isolamento 24 kV;
- frequenza 50 Hz;
- collegamento Dyn 11;
- morsetti a vuoto sul primario per regolazione del rapporto di trasformazione +- 2x2,5%;
- basso livello di rumore minore di 60dB;
- classe di isolameto F;
- sonde termometriche sui tre nuclei con due livelli di segnale allarme e apertura, con relative apparecchiature di controllo da montare sul quadro generale di BT;
- resina di impregnazione esente da prodotti tossici in caso di incendio;
- carrello antivibrante;
- golfari di sollevamento e accessori d'uso.
- completi di guide di scorrimento composte da profilati a U in ferro da fissarsi al pavimento oppure su basamento metallico

4.46.16. IMPIANTO DI TERRA

Sarà dimensionato di volta in volta tenendo comunque conto dei seguenti principi.

4.46.16.1 Impianto contro le tensioni di contatto

Devono essere protette contro le tensioni di contatto tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori che sono normalmente isolate ma che per cause accidentali potrebbero trovarsi sotto tensione.

La protezione viene attuata collegando rigidamente a terra tutte le parti metalliche purché i guasti vengano eliminati entro il tempo di 5 secondi interrompendo l'erogazione di energia in modo che non permanga una tensione di passo o contatto superiore a 50 V.

A tale riguardo se il dimensionamento dell'impianto di terra o se i tempi di intervento delle protezioni sono più elevate l'impianto potrà essere integrato facendo impiego di interruttori differenziali.

Collegamenti di terra

I collegamenti a terra delle parti metalliche sopra indicate saranno normalmente eseguiti in rame, in corda o barra, isolati o nudi, di sezione atta a convogliare la corrente di guasto secondo quanto prescritto dal CEI.

- A titolo esemplificativo verrà portato il conduttore di terra e collegato ai seguenti componenti:
- i poli di terra di tutte le prese
- gli apparecchi illuminanti
- le scatole o cassette di derivazione
- le tubazioni metalliche relative all'impianto elettrico

- le carpenterie contenenti apparecchiature elettriche
- le lamiere di copertura dei cunicoli elettrici
- le canaline e ferri relativi di sostegno
- i coperchi eventuali di canaline
- le guaine o schermi elettrici dei cavi (alle estremità)
- i pali di illuminazione esterna
- le orditure principali dei controsoffitti dove sono montati corpi illuminanti o comunque mascheranti transiti di conduttori elettrici
- i montanti metallici di pareti mobili prefabbricate contenenti comandi ed apparecchiature elettriche
- le tubazioni di adduzione di fluidi uscenti o entranti dalle centrali tecnologiche
- le tubazioni di gas e/o benzina
- i motori
- i mobiletti fan-coils
- le strutture edili dei fabbricati
- i serramenti metallici esterni dei fabbricati
- le recinzioni metalliche esterne
- I conduttori di terra in barra saranno verniciati in giallo, in cavo isolato avranno la guaina gialla con rigatura verde.
- Le corde posate direttamente interrate saranno esclusivamente di tipo stagnato.
- Le derivazioni dei connettori principali che si dipartono dal quadro generale verranno realizzate tramite saldatura forte o imbullonatura tramite capocorda e ranella elastica contro l'allentamento.
- Il connettore principale sarà collegato almeno in un altro punto (diametralmente opposto al quadro generale) alla rete di dispersione e dovrà esserne curata particolarmente la continuità elettrica.
- Nelle cassette di derivazione o dove il conduttore di protezione presenta un andamento a rimbalzo deve essere impiegato un unico morsetto o capocorda a pressione (sono esclusi i morsetti con serraggio a vite) che raggruppi tutti i conduttori derivati.

4.46.16.2 Rete di dispersione

Sarà costituita di norma da un anello perimetrale a ogni edificio costituito da una corda in rame di sezione pari a 70 mm2 direttamente interrato ad una profondità di circa 60-80 cm.

Gli anelli dei vari edifici saranno a loro volta collegati in modo da realizzare un anello generale.

Tale anello sarà collegato in almeno due punti al connettore principale di terra ed interconnetterà gli eventuali dispersori a picchetti previsti.

I dispersori saranno in numero tale da soddisfare la normativa CEI per gli impianti di terra in B.T.

Dovrà essere curata la continuità dell'anello perimetrale realizzando esclusivamente saldature di tipo forte, o mediante morsetti compressi con pinze oleodinamiche.

I dispersori a picchetto saranno installati entro pozzetti ispezionabili garantendo che le parti del circuito di terra abbiano una distanza minima dal chiusino di 20 cm.

I morsetti impiegati per la derivazione dal collettore di terra saranno in acciaio inox.

Ogni pozzetto sarà munito di targa asportabile per le indicazioni relative all'individuazione del dispersore e del suo valore di resistenza.

4.46.17. Protezione contro le scariche atmosferiche

Dall'analisi della struttura in base alla norma CEI 81-1 l'edificio risulta essere autoprotetto.

La verifica ha tenuto conto di caratteristiche ordinarie che andranno verificate in fase esecutiva.

4.46.17.1 Apparecchiature di comando

Saranno di tipo civile o stagno a seconda del tipo di impianto previsto, in ogni caso avranno una portata non inferiore a 10 A.

Saranno sempre complete di scatola o contenitore che protegga i morsetti in tensione.

Qualora siano composti con elementi metallici (contenitori, telai di sostegno, mostrina, ecc.) dovrà essere assicurata la messa a terra degli stessi.

Dovrà essere previsto il montaggio di protezioni a perdere ed il fissaggio delle mostrine dopo le operazioni murarie di finitura (tinteggiature, rivestimenti, ecc.).

Sia per i comandi che per le prese il montaggio dei frutti in caso di pareti rivestite in maiolicato deve essere effettuato rispettando i fili della piastrellatura in modo che le apparecchiature risultino perfettamente simmetriche agli stessi.

4.46.17.2 Prese

Le prese saranno di tipo civile o stagno a seconda del tipo di impianto previsto ed avranno imbocchi differenziati a seconda del tipo di servizio o di tensione.

Se non diversamente specificato le prese di tipo stagno saranno di tipo unificato CEE.

La portata sarà quella indicata, non inferiore comunque a 16 A.

4.46.18. APPARECCHI ILLUMINANTI

Per la fornitura di apparecchi illuminanti oggetto delle presenti specifiche tecniche si dovranno preferire tipi di normale costruzione, inseriti nei normali cataloghi commerciali delle Case Costruttrici.

La lamiera impiegata deve essere in acciaio di qualità, spessore minimo 8/10 adatta a tutti i cicli di lavorazione come stampaggio, piegatura, di spessore adeguato e tale da assicurare agli apparecchi illuminanti la necessaria robustezza e rigidità.

Le lamiere devono essere fosfatate e verniciate con trattamento antiruggine ed essiccate al forno a 180°C.

La verniciatura dovrà permanere nel tempo e dovrà sopportare gli urti che potranno essere prodotti in fase di trasporto, montaggio e manutezione.

Le eventuali parabole potranno essere in alluminio con purezza superiore al 99,8% con trattamento di ossidazione e brillantatura.

La foggia e la struttura degli apparecchi illuminanti dovrà essere tale da garantire lo smaltimento del calore sviluppato all'interno senza che si raggiungano temperature pregiudizievoli per le apparecchiature contenute. Particolare cura dovrà essere posta allo smaltimento del calore negli apparecchi illuminanti contenenti le apparecchiature per l'alimentazione di emergenza in conseguenza delle limitative condizioni di buon funzionamento.

Le armature tipo ADPE dovranno corrispondere alle norme di riferimento CENELEC e ai certificati del CESI.

Dove saranno previsti apparecchi illuminanti con schermi, gli stessi saranno realizzati in policarbonato e dovranno mantenersi nel tempo senza ingiallire: il materiale impiegato dovrà essere di tipo autoestinguente secondo norme CEI in vigore.

Saranno stampate ad iniezione (senza traccia residua di rigatura) a superficie prismatizzata con trasparenza non inferiore a 92%.

Dovrà essere garantita la facile rimozione e la pulizia.

Gli schermi non devono lasciare intravedere la lampada e devono essere appoggiati all'armatura tramite guarnizione realizzata in modo che sia garantito il grado di protezione richiesto.

L'accessibilità degli apparecchi illuminanti dovrà essere tale per cui negli stessi si avrà l'equipaggiamento elettrico costituito da portafusibile volante, morsetti e conduttori di collegamento montati su unica basetta in lamiera.

In tutti i tipi di apparecchi sono richieste, per esigenze di manutenzione, le seguenti possibilità:

- rimozione dello schermo nel modo più agevole con possibilità di sospensione;
- accessibilità all'equipaggio elettrico previa rimozione o meno delle lampade e delle parabole riflettenti, sbloccaggio con galletto o sistema equivalente, ancoraggio della piastra portacomponenti a mezzo pendinatura in plastica anti caduta (eventuali viti impiegate non saranno di tipo asportabile);
- eventuale rimozione della basetta, dopo avere sganciato un eventuale moschettone;
- pressacavo PG 11 inserito sul fondo dell'apparecchio, con diametro adatto al tipo di sezione di cavo indicato per ogni apparecchio;
- per gli apparecchi in ADPE sul fondo sarà inserito un pressacavo con diametro adatto al tipo di sezione di cavo indicato per ogni apparecchio.

Gli apparecchi illuminanti dovranno risultare collegati alla rete di terra dell'edificio.

A tale scopo devono essere dotati di bullone saldato alla lamiera, dado, conduttore isolato colore giallo da 2,5 mm2, collegato al bullone e alla morsettiera della basetta. Alla morsettiera della basetta sarà portato il conduttore di terra con lo stesso cavo di alimentazione dell'apparecchio.

Gli apparecchi illuminanti dovranno essere realizzati nel rispetto delle vigenti norme CEI, ISPESL e CENELEC.

In particolare dovrà essere rispettata la legge Decreto Ministeriale 9.10.1980, Gazzetta Ufficiale n° 296 e le direttive CEE 76-890 del 4.11.1976. Se non sono raggiunte le prestazioni stabilite nelle direttive citate, dovranno essere inseriti all'interno degli apparecchi gli opportuni filtri.

Gli apparecchi illuminanti offerti dovranno avere il marchi CE ed essere dotati di certificato che ne attesti il grado di protezione dichiarato e la rispondenza alle norme vigenti.

Gli alimentatori per le lampade tubolari fluorescenti saranno del tipo ad accensione a starter con catodi ad alta resistenza tipo monolampada 220 V 50 Hz, rifasato con portafusibile e baionetta completo di fusibile rapido in tubo di vetro.

Gli alimentatori per le luci di emergenza saranno adatti per lampada da 18, 36 e 58 W a secondo del tubo fluorescente previsto e saranno costituiti da un complesso raddrizzatore - inverter batterie al nichel -cadmio o al piombo ermetico.

In generale saranno di tipo non permanente ossia comandati con l'accensione del corpo illuminante; le batterie saranno inoltre, ove possibile, alloggiate in apposite cassette, poste sopra i controsoffitti, in prossimità delle lampade al fine di evitare riduzione di durata per riscaldamento.

Il complesso sarà dotato di relè di minima tensione che impedisca la scarica a zero.

Nel caso di armatura bilampada si intende una sola lampada autoalimentata.

Premesso che le condizioni ambientali di riferimento sono - 5 ÷ 40°C di temperatura a 90 ÷ 50% di umidità relativa l'Appaltatore dovrà garantire, per la durata di due anni, la inalterabilità di verniciature e trattamenti della lamiera, dei riflettori, degli schermi ai fini delle proprietà riflettenti e di tutti gli aspetti che incidono sul rendimento globale degli apparecchi illuminanti.

Si intende, con quanto sopra, applicare e far valere la garanzia su tutti quegli elementi ed aspetti all'infuori del decadentismo di efficienza attribuibile al naturale invecchiamento di vernici, di trattamenti, di materiali.

Per effetto di tale garanzia l'Appaltatore si impegna a riverniciare, a riparare e/o sostituire gratuitamente e nel più breve tempo possibile, quei corpi illuminanti per i quali le normali prestazioni fossero compromesse, entro il periodo di cui sopra, da vizi di materiali, difetti di trattamento, di lavorazione e/o verniciatura.

Qualora si verificassero delle sostituzioni o riparazione gli oneri inerenti a trasporti ed imballaggi si intendono a carico dell'Appaltatore.

La fornitura si intende consegnata presso il cantiere, completa di imballi leggeri in cartone e di protezione contro l'umidità.

Si intende pertanto compreso nei prezzi anche l'onere del trasporto.

CORPO ILLUMINANTE DA INCASSO NEL CONTROSOFFITTO

Incasso quadrato sfaccettato 2x18W, per TC-DEL, con reattore elettronico, apparecchio quadrato con ottica sfaccettata, antigraffio, elevato rendimento; armatura in plastica autoestinguente e priva di alogeni; montaggio senza utensili; foro soffitto:260 (+10/-0) mm., profondità incasso:165 mm.

Dove indicato, equipaggiato con lamella a croce a 60° per una perfetta eliminazione dell'abbagliamento.

Nei bagni equipaggiato con schermo di protezione IP44.

APPARECCHIO ILLUMINANTE DA ESTERNO TIPO STRADALE E PER ARREDO URBANO

Sarà del tipo a globo luminoso con diffusore in materiale plastico tipo policarbonato opaco ad elevata resistenza agli urti, diam. 40-50 cm.

Gli apparecchi per illuminazione di rampe, corsie interne di parcheggi e strade sranno del tipo ad armatura stradale con corpo in policorbanato autoestinguente o in acciaio zincato, schermo in policarbonato o vetro.

Portalampada con alimentatore per lampade a scarica e accessori di fissaggio a palo, di tipo metallico ed altezza compresa da 5-7 m fuori terra.

L'apparecchio sarà equipaggiato con lamelle direzionali ad alto rendimento per correggere l'emissione della luce verso il basso.

Grado di protezione superiore a IP 65.

I sostegni saranno sempre posati su plinti in calcestruzzo di dimensioni idonee al peso ed all'altezza del sostegno. In corrispondenza di ogni sostegno sarà realizzato un pozzetto di derivazione di dimensioni minime 40x40cm con coperchio in ghisa.

APPARECCHIO SEGNAPASSO

Corpo rettangolare in materiale infrangibile con diffusore in policarbonato e schermo in materiale plastico, equipaggiato con lampade fluorescenti compatte 2x13 W, profondità di incasso147 mm.

Grado di protezione IP65

RIFLETTORE INDUSTRIALE

Corpo in alluminio pressofuso con alettatura di raffreddamento, riflettore prismatizzato in alluminio 99,85 a fascio largo.

Diffusore in policarbonato infrangibile ed autoestinguente, prismatizzato internamente e liscio esternamente, stabilizzato ai raggi U.V. antingiallimento.

Completo di lampada a joduri metallici 1x400 W.

Dotato di dispositivo elettronico di commutazione per l'accensione di una lampada ausiliaria 1x100 W alogena fino a quando la lampada principale non è a regime, in caso di riaccensioni a caldo.

Grado di protezione IP65.

PROIETTORE DA ESTERNO

Corpo in alluminio pressofuso con alettature di raffreddamento, riflettore asimmetrico in alluminio martellato 99,85 ossidato anodicamente sp. 2μe brillantato.

Diffusore in vetro temperato sp. 5 mm resistente agli shock termici e agli urti secondo le norme UNI. Verniciato a polvere previo trattamento di fosfocromatazione, resistente alla corrosione e alle nebbie saline.

Completo di lampade al SAP 1x400 W, grado di protezione IP65.

DISTRIBUZIONE ELETTRICA ILLUMINAZIONE ESTERNA

La distribuzione delle linee elettriche per illuminazione esterna sarà realizzata in tubazioni PVC flessibile del tipo per posa interrata di dimesnioni minime D=80mm. Le derivazioni saranno realizzate solo in corrispondenza di pozzetti di derivazione in calcestruzzo di dimensioni minime 40x40cm.

4.46.bis. FORNITURA E POSA DI PIEZOMETRI IN FORO DI SONDAGGIO

4.46.bis.1. Generalità

L'installazione dei piezometri serve per controllare il livello della falda o delle falde presenti nel terreno e di seguirne nel tempo le variazioni.
Possono essere considerati piezometri (del tipo a tubo-aperto - Open-stand-pipe) i tubi fessurati.
Vi sono altri tipi di piezometri, il più diffuso dei quali è il cosiddetto Casagrande (a doppio tubo), l'installazione dei quali segue uno schema costante.
I piezometri possono essere elettrici, a corda vibrante, pneumatici, elettropneumatici, idraulici, ecc., le cui modalità di installazione, oltre a seguire le istruzioni della casa costruttrice per la preparazione prima dell'installazione, (controllo della taratura, ecc.), seguono lo schema riportato nei paragrafi successivi.
Salvo diverse prescrizione della Direzione Lavori, un solo piezometro è installato in ciascun foro.

4.46.bis.2. Fornitura

Il tipo di piezometro e la casa costruttrice a cui rivolgersi devono essere concordati con la Direzione Lavori.
L'Impresa non potrà derogare senza autorizzazione scritta della stessa Direzione Lavori.

4.46.bis.3. Foro di preparazione

Il foro o il tratto di foro dove deve essere installata la cella piezometrica deve essere perforato ad acqua oppure con fanghi a polimeri degradabili.
In ogni caso, prima dell'installazione, il foro deve essere riempito (ritirando man mano i rivestimenti) fino ad una quota che sia di 0,5 m più bassa di quella di installazione del primo piezometro, con miscela cemento-bentonite-acqua in proporzioni tali che la consistenza della miscela, a presa avvenuta, sia simile a quella del terreno nella zona del piezometro.
Indicativamente una miscela costituita da 30 parti di peso di cemento, 6 di bentonite e 100 di acqua, può essere considerata adeguata nei terreni medi.
Ad avvenuto inizio della presa, il foro deve essere accuratamente lavato (previo degrado nel caso di presenza di fanghi a polimeri) con acqua pulita interponendo se necessario un sottile tappo di palline di bentonite e ghiaietto per stabilizzare il tetto della miscela plastica.

4.46.bis.4. Installazione

L'installazione seguirà le seguenti fasi:

a. Posa di uno strato di spessore 0,5 m di sabbia grossa pulita (diam. 1,4 mm).
b. Discesa a quota del piezometro con i relativi tubi di collegamento alla superficie. Nel caso di piezometri collegati a mezzo di tubi rigidi o semirigidi (PVC), comunque in spezzoni aggiuntabili, le giunzioni devono essere sigillate (teflon, loctite, ecc.), in modo da garantire la perfetta tenuta.
c. Posa di sabbia pulita attorno e sopra (0,5 m) il piezometro, ritirando man mano la colonna di rivestimento, senza l'ausilio della rotazione, con l'avvertenza di controllare che il piezometro non risalga assieme ai rivestimenti e che in colonna ci sia sempre un poco di sabbia.
d. Posa del tappo impermeabile superiore costituito da palline di bentonite preconfezionate (diam. 1÷2 cm) in strati di 20 cm alternate a straterelli di ghiaietto di 2÷3 cm, per lo spessore complessivo di 1 m, ritirando man mano i rivestimenti (senza ruotare) e costipando sui livelli di ghiaietto. Il rivestimento viene man mano ritirato con l'avvertenza sopra descritta.

NOTA

Nel caso di vicinanza alla quota di posa del seconda piezometro (ove prescritto) il tappo impermeabile può essere prolungato fino a 0,5 m al di sotto di tale quota.
La posa del secondo piezometro avverrà ripetendo le operazioni a), b), c), d) precedentemente descritte.

e. Riempimento del foro al di sopra del tappo impermeabile superiore fino alla sommità, mediante miscela plastica identica a quella già menzionata, colata attraverso aste discese al fondo del foro. Va tenuto presente che in presenza di 2 piezometri, può risultare difficoltoso (e pericoloso per i tubetti di collegamento) l'inserimento di questa batteria di astine, per la presenza di numerosi tubi nel foro. Si deve pertanto provvedere all'installazione delle astine di immissione della miscela fino dalla fase di messa in opera del secondo piezometro.
f. Sistemazione e protezione dell'estremità del piezometro con la creazione di pozzetto in lamiera verniciata, ben cementato nel terreno, munito di coperchio con lucchetto, le chiavi del quale saranno consegnate alla Direzione Lavori.
g. Spurgo e collaudo del piezometro con la determinazione della prima lettura significativa a seguito dell'esecuzione di una serie di almeno tre letture,

la prima delle quali deve avvenire a non meno di 24 h dalla realizzazione del piezometro e le successive a distanza di 24 h l'una dall'altra.
A queste fasi dovrà presenziare la Direzione Lavori che prenderà successivamente in consegna il piezometro.

4.46.bis.5. Documentazione

La documentazione deve comprendere:
- la stratigrafia del foro di sondaggio;
- tipo e posizione del piezometro installato;
- la quota assoluta dell'estremità superiore del pozzetto di protezione (cui si riferisce il piano di campagna);
- le letture eseguite per le determinazioni delle prime letture significative.

4.46.ter. FORNITURA E POSA DI TUBI INCLINOMETRICI

4.46.ter.1. Generalità

I tubi inclinometrici sono dei tubi a sezione circolare, provvisti di quattro scanalature longitudinali, disposte a 90° lungo la superficie interna, con funzioni di guida per la sonda inclinometrica. Essi sono forniti in spezzoni di lunghezza variabile che sono giuntati a formare una colonna.
Successivamente, nelle scanalature è fatta scorrere una sonda inclinometrica che rileva la posizione del tubo nello spazio e quindi i suoi spostamenti nel tempo che intercorre tra una serie di misure e quella successiva. Sono normalmente installati in fori di sondaggio verticali oppure posati in piani pressoché orizzontali.
Le modalità di esecuzione delle misure inclinometriche, non sono contemplate nelle presenti Norme Tecniche in quanto operazioni estremamente specializzate, svolte normalmente da Studi diversi dalle Imprese esecutrici di indagini. Tutte le operazioni inerenti l'installazione devono essere eseguite tenendo presente che la tubazione deve essere installata senza che subisca "effetti spirale" le scanalature devono cioè risultare rettilinee.

4.46.ter.2. Fornitura

4.46.ter.2.1. Tubi

Per l'accettazione della fornitura dei tubi si richiede che:
- la spiralatura dei tubi sia inferiore a 0,5° per metro lineare;
- la perpendicolarità delle sezioni terminali di ogni spezzone di tubo, cioè la loro ortogonalità rispetto all'asse del tubo stesso, sia garantita con la tolleranza di 1°.

Lo spessore non deve essere inferiore a 2,5 mm. Dimensioni e spessori devono essere autorizzati dalla Direzione Lavori.

4.46.ter.2.2. Manicotto di giunzione

I tubi sono assemblati mediante manicotti di giunzione che devono presentare le seguenti dimensioni:
- il diametro interno del manicotto, misurato in corrispondenza delle guide, dovrà corrispondere a quello esterno dei tubi, sempre in corrispondenza delle guide, aumentato di circa 1 mm;
- il gioco massimo di accoppiamento fra gli spezzoni dei tubi, dovuto ai soli manicotti, cioè lo sfalsamento rotazionale massimo ammissibile, in corrispondenza di ogni giunto, tra le sezioni terminali dei due spezzoni di tubo da giuntare, non dovrà comunque superare 1° per ogni giunto;
- la lunghezza minima dei manicotti deve essere di 300 mm.

4.46.ter.2.3. Dispositivi per iniezione di sigillatura

All'estremità inferiore della tubazione deve essere applicata una valvola unidirezionale atta a consentire, al termine dell'installazione, l'iniezione di sigillatura nell'intercapedine fra tubo inclinometrico e terreno, tale da impedire il rifluimento della miscela ancora fluida nell'interno.
In alternativa, è consentito l'uso di uno o più tubetti di iniezione, opportunamente fissati all'esterno del tubo inclinometrico (dei quali eseguire il riempimento dell'intercapedine fra tubo inclinometrico e pareti del foro).

4.46.ter.2.4. Materiali

I tubi inclinometrici, i manicotti e le valvole possono essere realizzati nei seguenti materiali:
- Alluminio (UNI 3569/66);

- A.B.S. (acrilonitrile - butadiene - stirene);
- Vetroresina.

Quando non diversamente disposto dalla Direzione Lavori, i tubi inclinometrici saranno realizzati in alluminio conforme alla Norma UNI 3569 del settembre 1966 (lega alluminio - magnesio - silicio primaria da lavorazione plastica: Mg 0,7%, Si 0,4%).
In ambiente aggressivo (terreni particolarmente alcalini, presenza di correnti vaganti, etc.), la Direzione Lavori può chiedere l'impiego di materiali diversi dall'alluminio.
La cementazione dei tubi in alluminio dovrà essere effettuata sempre e comunque con impiego di cemento pozzolanico.

4.46.ter.3. Posa in foro di sondaggio verticale

Il foro può essere indifferentemente un foro di sondaggio oppure uno appositamente predisposto, che deve comunque essere almeno di tipo "stratigrafico".
In entrambi i casi, il foro deve avere le seguenti caratteristiche:
- diametro interno non minore di 107 mm;
- possibilità di estrarre il rivestimento provvisorio del foro (quando esistente) senza l'ausilio della rotazione.

L'installazione deve essere fatta avendo ben presente:
- la necessità di evitare effetti spirale nella tubazione;
- la necessità che la deviazione totale dalla verticale non superi l'1,5%;
- la necessità di salvaguardare la tubazione di alluminio da ammaccature, sforzi assiali, ecc.;
- la necessità di rendere solidale la tubazione con il terreno lungo tutta la sua superficie esterna mediante adeguato riempimento dell'intercapedine.

Ai fini di cui sopra si dovrà operare come segue:
a) laddove siano prevedibili forti cedimenti del terreno attorno al tubo in grado di esercitare azioni di "attrito negativo", è necessario inserire un adeguato numero di giunti telescopici semiaperti per consentire un certo accorciamento della tubazione;
b) nell'inserire la tubazione in fori con presenza di falda, la tubazione stessa dovrà essere mantenuta piena di fluido di peso specifico adatto in modo da controbilanciare la spinta idrostatica senza dover esercitare pressioni sul tubo durante l'installazione;
c) ogni tubo e manicotto deve essere accuratamente controllato al momento dell'installazione;
d) durante la posa va accuratamente annotata la lunghezza dei singoli spezzoni, valvola di fondo, posizione, tipo e apertura dei giunti, in modo da avere una esatta fotografia della tubazione installata;
e) pre-assemblare in cantiere il tubo in spezzoni di lunghezza 6 m ciascuno di essi, tranne l'ultimo, dovrà terminare ad un estremo con un giunto; i manicotti devono essere rivettati per conferire buona resistenza meccanica ai punti di giunzione; i giunti devono essere accuratamente sigillati per evitare che sabbia, limi o miscela di iniezione entrino nella tubazione;
f) al primo spezzone di tubo sarà applicato il tappo di fondo eventualmente dotato della valvola unidirezionale per l'iniezione dell'intercapedine o, in alternativa, l'estremità di uno o più tubetti di iniezione esterni;
g) si introduce il primo spezzone entro il foro e lo si blocca con l'apposita cravatta;
h) dopo avere spalmato la parte inferiore del secondo spezzone con apposito mastice per sigillature, la si introduce nel manicotto già fissato all'estremità del primo, curando che all'interno del manicotto stesso i due tubi vengano strettamente a contatto; deve essere forato il tubo in corrispondenza dei fori esistenti nel manicotto e va chiodato con rivetti. Da questo momento in poi è indispensabile evitare di trasmettere al tubo qualsiasi movimento che potrebbe provocarne la torsione.
   Si attende quindi una decina di minuti prima di coprire abbondantemente con apposito nastro. Si cala fino a che non fuoriescano dal foro (o dal rivestimento) gli ultimi 40 cm di tubo ed il manicotto.
   Se il foro è pieno di fluido si riempie anche il tubo indi si riprendono, per lo spezzone successivo, tutte le operazioni sopradescritte;
i) la miscela di intasamento dell'intercapedine sarà del tipo plastico normalmente impiegata per il riempimento dei fori e cioè cemento-bentonite-acqua in 30-6-100 parti in peso rispettivamente.
   Si raccomanda quanto già specificato cioè che, in caso di tubi inclinometrici in alluminio, sia usato nella miscela cemento pozzolanico;
l) la miscela sarà iniettata a bassissima pressione osservando la sua risalita all'esterno della tubazione (intercapedine); l'eventuale rivestimento deve essere estratto non appena la miscela appare alla superficie; nella fase di estrazione del rivestimento, il rabbocco di miscela può essere fatto man mano da testa foro anziché attraverso la valvola di fondo; il rabbocco di miscela deve continuare anche per 1-2 d se si notano abbassamenti nel livello di fluido nell'intercapedine.
   Durante il riempimento e finché la miscela di iniezione non avrà fatto presa, è necessario curare che il tubo non risalga nella perforazione per effetto della spinta idrostatica;
m) al termine delle operazioni la tubazione inclinometrica deve essere accuratamente lavata con attrezzo a fori radiali e acqua pulita;
n) dopo il lavaggio ed a presa avviata (1-2 d), si deve far discendere una sonda del tutto simile a quella inclinometrica per collaudare la continuità e l'integrità della tubazione;
o) l'estremità superiore della tubazione sarà protetta con la creazione di un pozzetto in lamiera verniciata, ben cementato nel terreno, munito di coperchio con lucchetto, le chiavi del quale saranno consegnate alla Direzione Lavori;
p) il bordo superiore del pozzetto sarà quotato rispetto al livello medio del mare.

Non prima di 7-10 d dalla installazione della tubazione sarà eseguita la lettura "di zero" al fine di verificare che la deviazione dalla verticale della tubazione, dovuta alle operazioni d'installazione, non superi il limite dell'1,5%.

4.46.ter.4. Posa di tubazione inclinometrica orizzontale

La posa deve soddisfare le seguenti esigenze:
- evitare che il contatto fra tubazione e terreno sia in qualche punto costituito da pietre o simili; a tal fine la tubazione poggerà su un letto di sabbia (30 cm) appositamente steso ed uno strato altrettanto spesso sarà steso, a ricoprirla, dopo la posa;

- evitare, come per quelli verticali, che sabbia o altro possa penetrare nella tubazione; a tal fine i giunti, oltre che rivettati, devono essere anche sigillati con mastice, nastro adesivo, ecc.;
- consentire l'accesso, ad entrambe le estremità della tubazione, agli operatori che manovrano la sonda inclinometrica: a tal fine devono essere predisposti adeguati scavi, armati e mantenuti all'asciutto (se sotto falda) mediante appropriato drenaggio che deve provvedere a smaltire anche le acque piovane o di ruscellamento.

  Il pozzetto deve avere dimensioni in pianta di circa 2 m (nella direzione della tubazione, per 1 m di larghezza).

La quota del fondo deve essere di almeno 1 m al di sotto di quella della tubazione.
Si dovrà inoltre rivolgere grande attenzione alla costruzione del primo metro di riporto al di sopra della tubazione per evitare che i mezzi adoperati per la movimentazione della terra (automezzi, graders, bulldozers, rulli, ecc.) danneggiano la tubazione inclinometrica.
Il collaudo della tubazione sarà fatto sia subito dopo l'installazione che dopo la posa del primo metro di riporto al di sopra della stessa, facendo scorrere lungo tutta la tubazione una sonda del tutto analoga a quella inclinometrica.

4.46.ter.5. Documentazione

La documentazione deve comprendere:
- la stratigrafia del foro di sondaggio (tubazione verticale);
- tipo e caratteristiche della tubazione installata;
- lunghezza e posizione dei singoli spezzoni di tubo e manicotti relativi;
- quota assoluta del bordo superiore del pozzetto (tubi verticali) o di entrambe le estremità della tubazione (tubi orizzontali).
- lettura "di zero".

4.47. OPERE IN VERDE

4.47.1. 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.

4.47.2. 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.

4.47.3. Esecuzione dei lavori

4.47.3.1 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.

4.47.3.2 *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 tappeti erbosi e semine di prati 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.

4.47.3.3 *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.

4.47.3.4 *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.

4.47.3.5 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/m² così da ottenere un completo assestamento del tappeto posto in opera.

4.47.3.6 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.

4.47.3.7 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.

4.47.3.8 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.

4.47.3.9 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.

4.47.3.10 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 g.
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 ≥ 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.

4.47.4. 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 m² per ogni pianta arbustiva, tappezzante e rampicante e di 2 m² 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 m² 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..

4.48. 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.
Le barriere ed i dispositivi, in corrispondenza delle zone di transizione e terminali, devono rispondere alla normativa europea prENV 1317-4.

4.48.1. Barriere metalliche

4.48.1.1 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.

4.48.1.2 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 g/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%.

4.48.1.3 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.

4.48.1.4 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".

4.48.2. 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.

4.48.2.1 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.

4.48.2.2 Materiali

- 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.

- 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/m².
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).

4.48.2.3 Posa in opera

Le modalità di posa in opera saranno concordate con la Direzione Lavori, alla quale l'Impresa sottoporrà il progetto operativo.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

4.48.3. 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.

4.48.3.1 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.

4.48.3.2 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.

4.48.3.3 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.

4.48.4. Barriere in acciaio a profilo New Jersey

4.48.4.1 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.

4.48.4.2 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.

4.48.5. 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.

4.48.6. 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.

4.49. Recinzioni metalliche

4.49.1. 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 dispostí 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 g/m² 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 cm³ per i sostegni intermedi e di 1,30 cm³ 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 cm³.
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/m² per ogni faccia, previa fosfatazione: dovranno avere un modulo di resistenza pari a Wx = Wy = 1,35 cm³ 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".

4.49.2. 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/mm², 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/mm².
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/m².
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/m². 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/m². 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/m² per i pannelli e di 130 g/m² 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 camerà 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.

4.49.3. 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.

4.49.4. 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.

4.49.5. 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.

4.50. SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE

4.50.1. 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.

4.50.2. 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.

4.50.2.1 Costruzione dei cartelli

I pannelli facenti parte della fornitura devono essere realizzati secondo le seguenti caratteristiche.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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. 4.50.2.2 (Zincatura a caldo per immersione) delle presenti Norme.

- 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.

- 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.

- Faccia posteriore del cartello
Successivamente alla verniciatura come da art. 4.50.2.1 (Verniciatura sul retro e dei bordi a scatola del cartello), 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 cm².
Per i segnali di prescrizione devono essere riportati inoltre, gli estremi dell'ordinanza di apposizione.



- 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. 4.50.2.2 (Zincatura a caldo per immersione) delle presenti Norme.

- 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.

- Pellicole retroriflettenti
Le pellicole retroriflettenti da impiegare devono rispondere alle caratteristiche prescritte dal Decreto Ministeriale del 31 Marzo 1995 n. 1584.

4.50.2.2 Strutture per la segnaletica verticale

- 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.

- Sostegni per cartelli
Devono essere in ferro tubolare qualità EN 10025 - S235JR.
Devono essere zincati a caldo per immersione, come da art. 4.50.2.2 (Zincatura a caldo per immersione) 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.

- 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. 4.50.2.2 (Zincatura a caldo per immersione) 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

4.50.2.3 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 100m.
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.

4.50.3. 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.).

4.50.3.1 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.

4.50.3.2 *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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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

- 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.

- 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.

- 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.

4.50.4. 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.

4.50.4.1 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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 7xl0 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.

4.50.4.2 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.

- 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.

- 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.

- 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 4.50.4.1 (Norme di accettazione), 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. 4.50.4.1 (Norme di accettazione dei paletti) delle presenti Norme.
Riguardo ai supporti dei delineatori realizzati in acciaio zincato, dovranno essere applicate le penali indicate nell'articolo 4.50.3.2 (Zincatura).

4.50.5. Segnaletica orizzontale

4.50.5.1 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.

4.50.5.2 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

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

4.50.5.3 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.

- 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					

- 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}.

- 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).

- Tempo di essiccazione
Il tempo di essiccazione rilevato secondo le metodologie di cui al successivo articolo, deve rientrare nei tempi di seguito indicati.

- 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%.

- 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.

- 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.

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.

- 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/cm³
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/m²
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

- 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/cm³
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/m²

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

- 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/cm³
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/m²

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	≥ 80 °C
2-	Punto di infiammabilità	≥ 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

- 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: ≥ 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.

4.50.5.4 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.

- 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.

- 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 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.

4.50.5.5 Prove sui materiali applicati

I controlli relativi alle caratteristiche prestazionali dei materiali, 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.

4.50.5.6 Controlli in laboratorio

- 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.

- 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.

4.50.5.7 Controlli con strumentazione portatile in sito

- 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 cm².
Per superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm², ad esempio 25 cm².
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.

- 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.

- 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.

4.50.5.8 - 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.

4.50.6. 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.

4.50.6.1 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.

4.50.6.2 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.

- Prodotti non approvati
L'uso di prodotti non approvati dalla Direzione Lavori comporterà il non pagamento dei lavori eseguiti.

- 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.

4.51. BARRIERE ANTIRUMORE

4.51.1. Certificazioni dei materiali

Contestualmente all'offerta economica dovranno essere forniti i certificati delle prove effettuate sui pannelli e sui sistemi insonorizzanti, secondo le modalità di seguito indicate:
a) Certificazione delle caratteristiche acustiche:
i materiali devono essere stati sottoposti alle prove indicate nell'art. 4.51.1.1 presso l'IENGF di Torino o presso l'Istit. Giordano di Bellaria (FO), mentre quelle indicate nell'art. 4.51.1.2 dall'IPSE di Torino, dalla TECNIC di Roma, dall'Istituto di Fisica Tecnica dell'Università di Bologna o dal CNR di Roma (Istituto d'Acustica "O. Corbino").
I relativi certificati dovranno essere accompagnati da una dichiarazione del laboratorio che attesti il rispetto delle metodologie standard d'esecuzione, riportate negli articoli successivi.
b) Certificazione delle caratteristiche meccaniche e di resistenza alla corrosione atmosferica: la certificazione effettuata da un Laboratorio Ufficiale deve fare riferimento alle caratteristiche prescritte dall'art. 4.51.2.1a.

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno inoltre 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 L.L.P.P. n. 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta ufficiale n. 125 del 30.05.1996) e successive modificazioni.

4.51.1.1 Classificazione dei pannelli e modalità d'esecuzione delle prove in laboratorio per la prequalificazione acustica

In base alle caratteristiche acustiche dei materiali, si distinguono quattro pannelli tipo:

- **TIPO 1**: si tratta di pannelli fonoisolanti e congiuntamente fonoassorbenti d'elevate prestazioni aventi per valore minimo di coefficiente d'assorbimento acustico in funzione delle varie frequenze, i seguenti limiti, misurati secondo le Norme ISO 354/85:

Frequenza (Hz)	Coefficiente >
125	0,45
160	0,55
200	0,65
250	0,78

315	0,80
400	0,85
500	0,92
630	0,90
700	0,90
1000	0,86
1250	0,85
1600	0,82
2000	0,80
2500	0,75
3150	0,72
4000	0,72

Per quanto riguarda il fonoisolamento, l'indice d'isolamento "Ia" deve essere superiore a 36 dB per i pannelli monoassorbenti e a 30 dB per i pannelli biassorbenti, adottando come modalità di prova la norma ISO 140/3/78 e come criteri di valutazione la norma ISO 717/1/82.
Per dettagliare la procedura di prova di fonoassorbenza si prescrive che i pannelli siano appoggiati in orizzontale sul pavimento della camera riverberante, senza lasciare spazio tra il pannello e il pavimento. I pannelli in prova saranno chiusi sul perimetro con telaio di legno verniciato di spessore > 30 mm ed altezza uguale allo spessore dei pannelli. Le linee di giunzione tra telaio e pavimento e tra pannelli e telaio saranno sigillate con mastice.
Nel caso d'elementi biassorbenti i campioni saranno valutati su entrambi i lati.

- **TIPO 2**: si tratta di pannelli fonoisolanti e congiuntamente fonoassorbenti di medie prestazioni aventi per valore minimo di coefficiente d'assorbimento acustico in funzione delle varie frequenze, i seguenti limiti, misurati secondo la Norma ISO 354/85:

Frequenza	Coefficiente >
125	0,35
160	0,45
200	0,55
pannello fonoassorbente su un lato	
250	0,70
315	0,70
400	0,75
500	0,85
630	0,80
800	0,80
1000	0,80
1250	0,80
1600	0,80
2000	0,80
3150	0,75
4000	0,70

Per quanto riguarda il fonoisolamento, l'indice d'isolamento "Ia" deve essere superiore a 29 dB per i pannelli monoassorbenti e a 24 dB per quelli biassorbenti, adottando come modalità di prova la norma ISO 140/3/78 e come criteri di valutazione la norma ISO 717/1/82.

- **TIPO 3**: si tratta di pannelli cosiddetti "integratori", ovvero pannelli con prestazioni mediocri aventi per valore minimo di coefficiente d'assorbimento acustico in funzione delle varie frequenze, i seguenti limiti, misurati secondo la Norma ISO 354/85:

Frequenza (Hz)	Coefficiente >
125	0,20
160	0,30
200	0,40
230	0,50
315	0,55
400	0,60
500	0,65
630	0,70
800	0,75
1000	0,80
1250	0,75
1600	0,75
2000	0,75
3150	0,60

4000 0,50

Per quanto riguarda il fonoisolamento, l'indice d'isolamento "Ia" deve essere superiore a 22 dB, adottando come modalità di prova la norma ISO 140/3/78 e come criteri di valutazione la norma ISO 717/1/82.

- **TIPO 4:** si tratta di pannelli prevalentemente fonoisolanti aventi indice "Ia" d'isolamento superiore a 32 dB, misurati secondo le norme ISO 717/1/82 e ISO 140/78.
  Nel caso di pannelli realizzati in metacrilato o policarbonato il potere fonoisolante accettabile dovrà essere invece superiore a 24 dB e superiore a 32 dB per i pannelli in vetro stratificato.

4.51.1.2 Modalità d'esecuzione delle prove in campo aperto per la prequalificazione acustica dei sistemi insonorizzanti

Per certificare le caratteristiche acustiche e funzionali delle barriere costituite dai pannelli le cui caratteristiche acustiche sono state certificate con le modalità di cui sopra, si prescrive che le Imprese fornitrici debbano avere eseguito apposite prove finalizzate alla misura del potere fonoisolante e fonoassorbente, del sistema insonorizzante proposto.
Le prove di seguito descritte saranno effettuate al fine di:
- certificare preventivamente i materiali costituenti il sistema;
- verificare preventivamente il mantenimento delle proprietà acustiche nel tempo (garanzia).

Lo stesso tipo di prova potrà essere effettuato anche durante l'esecuzione dei lavori al fine di verificare la corrispondenza dei materiali in accettazione rispetto a quanto originariamente certificato e di collaudare la barriera dopo la sua messa in opera.
Le prove sono effettuate su una barriera di dimensioni standard, in una zona con superficie piana il più possibile riflettente (ad esempio battuto di cemento, asfalto non drenante o simili); solo in casi eccezionali e solo con previa autorizzazione del certificatore o del Direttore dei Lavori, potrà essere impiegato un prato piano, in cui però l'erba o la vegetazione siano d'altezza inferiore a 2 cm. Tale caratteristiche dovranno estendersi per tutta la superficie di prova, che sarà individuata in modo opportuno e la cui natura dovrà essere accuratamente descritta nel verbale di prova.
Nella località prescelta non dovranno esserci ostacoli riflettenti nel raggio di 50 m attorno al punto intermedio fra sorgenti e punti di misura.
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 fenomeni di classe 1 dalla 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 d'ottava o terzo d'ottava si farà riferimento alla IEC 225.
Le misure di livello totale saranno effettuate utilizzando la ponderazione A e la costante di tempo slow; nel caso di fonometri integratori sarà misurato il livello equivalente ponderato A su un periodo non inferiore a 30 s.
Le analisi in ottave o terzi d'ottava saranno effettuate nel range 125/4000 Hz, sempre dopo ponderazione.
La sorgente di rumore sarà costituita da un altoparlante con diametro inferiore o uguale a 0,15 m. Le caratteristiche di direzionalità della sorgente sonora dovranno essere misurate in loco e riportate nel certificato di prova. Per la determinazione in loco della direttività, la sorgente sonora è ubicata nella sua posizione normale ad 1 m al di sopra del piano riflettente: il microfono nella posizione di riferimento (0) è posto sull'asse orizzontale dell'altoparlante ad 1 m dalla base maggiore del tronco di cono dell'altoparlante. Le misure sono ripetute nei due piani orizzontale e verticale a 0°, 20° e 40° (vedi Allegato A, fig. 1); i valori trovati non devono discostarsi dal riferimento di non più di:

BANDE DI FREQUENZA (Hz)	DELTA AMMISSIBILI (dB)		
	0°	20°	40°
125-250	riferimento	0,50	0,50
		-1,00	-2,00
500-1000	riferimento	0,50	0,50
		-3,00	-4,00
2000-4000	riferimento	-0,50	0,50
		-4,00	-5,00

Tutte le misurazioni effettuate nei punti di seguito descritti saranno ritenute valide solo se il livello, misurato durante l'esecuzione delle prove, risulti superiore di almeno 10 dB rispetto al valore del rumore di fondo misurato negli stessi punti. Quanto sopra vale sia per il livello totale che per i livelli delle singole bande di frequenza.
La barriera avrà dimensioni standard di 18 m di lunghezza per 3 m di altezza; il bordo inferiore andrà posato su un letto di sabbia o su un terreno vegetale livellato per assicurare la necessaria ermeticità nella zona di appoggio; gli eventuali montanti ed ogni altro elemento costitutivo della barriera dovranno essere disposti come previsto per i normali impieghi (vedi Allegato A, fig. 2).
Si distinguono diverse prove in campo aperto:

a) **misura di insertion loss:** ha lo scopo di valutare l'attenuazione globale offerta dalla barriera in condizioni standard, eventualmente evidenziando l'influenza di opportuni dispositivi che n'aumentino l'attenuazione per diffrazione (sommità a T, guide d'onda etc.).
   Per tale prova la sorgente di rumore sarà posta a 1 m di altezza e 3 m di distanza dalla barriera, mentre il ricevitore sarà posto a 25 m di distanza dalla barriera, ad altezza di 1 m e successivamente di 2,5 m.
   L'asse congiungente sorgente-ricevente dovrà passare per il punto di mezzo della barriera, in corrispondenza di un eventuale montante (vedi Allegato A, fig. 3).
   Le rilevazioni dovranno essere effettuate in presenza ed in assenza di barriera, ottenendo così i valori di insertion loss come differenza fra le varie letture strumentali.

Saranno considerati accettabili i valori di attenuazione che risultino maggiori di quelli riportati nella seguente tabella:

FREQUENZA		125	250	500	1000	2000	4000
	altezza						
ATTENUAZIONE	1 m	5	9	13	16	19	23
(dB)	2,5 m	3	8	12	15	18	22

b) **misura di fonoisolamento:** ha lo scopo di valutare l'isolamento acustico della barriera in condizioni standard, evidenziando in particolare gli effetti negativi delle giunzioni, dei ponti acustici, dei buchi acustici, etc.
Tale prova non può in alcun modo essere sostitutiva della valutazione del potere fonoisolante ottenuto mediante le ISO 140/78 ed ISO 717/82 in quanto le misure in presenza di barriera sono sempre fortemente influenzate dal rumore trasmesso per diffrazione dai bordi superiori e laterali della barriera stessa.
Per tale prova la sorgente ed il ricevitore saranno posti ad 1 m di distanza dalla barriera, ovviamente da parti opposte (vedi Allegato A, fig. 4) in modo che siano esaltate le influenze nocive delle eventuali discontinuità acustiche.
L'asse congiungente sorgente-ricevente dovrà passare per il punto di mezzo della barriera in corrispondenza di un eventuale montante (vedi Allegato A, fig. 3).
Le rilevazioni dovranno essere effettuate in presenza ed in assenza di barriera ottenendo così i valori di attenuazione come differenza fra le varie letture strumentali.
Saranno considerati accettabili i valori di attenuazione che risultano maggiori di 20 dB.

c) **metodo impulsivo** (secondo la norma AFNOR S 31-089 modificata).
Con questo metodo di prova è possibile individuare in campo aperto i coefficienti di fonoisolamento e valutare in modo indicativo anche il coefficiente di fonoassorbimento della barriera in funzione della frequenza, in incidenza normale.
Ciò consente di valutare sia le caratteristiche dei materiali che la qualità della posa in opera (guarnizioni, giunzioni, montanti etc.).
Dovrà essere utilizzata una barriera di dimensioni analoghe a quanto descritto in precedenza per le prove in campo aperto.
In pratica si utilizza un'opportuna disposizione della sorgente (s) e dei punti di ricezione (microfoni M1, M2), in modo che impiegando un rumore di tipo impulsivo (durata di circa 1 msec.) sia possibile individuare ed analizzare separatamente i segnali derivanti dal suono diretto (cioè "non interessato" dalla barriera), trasmesso (cioè "passato" attraverso la barriera) e riflesso (cioè "respinto", più o meno attenuato, dalla barriera).

Ovviamente la sorgente impiegata non deve presentare anomalie di propagazione almeno nelle direzioni S-M1, S-M2.
Come sorgenti si può impiegare sia una pistola a salve che un sistema di altoparlanti alimentato con segnali impulsivi.
I microfoni da impiegare sono normali a condensatore, di tipo omnidirezionale.

$$\text{Potere fonoisolante (dB)} = (\text{Livello suono diretto}) - (\text{Livello sonoro trasmesso})$$

$$\text{Potere fonoassorbente (\%)} = \frac{(\text{Energia acustica riflessa})}{(\text{Energia acustica incidente})}$$

Il supporto dei microfoni dovrà essere realizzato in modo tale da evitare vibrazioni che possano inficiare i risultati e le misure acustiche dovranno effettuarsi in condizioni atmosferiche normali (velocità del vento inferiore a 2 metri al secondo).
Inoltre particolare attenzione dovrà essere rivolta, ai fini della perdita del segnale, al prolungamento dei cavi di collegamento tra i microfoni e le apparecchiature di registrazione.
Il sistema di analisi è costituito da un analizzatore Fast Fourier Transform (FFT) bicanale in grado di memorizzare e successivamente analizzare i segnali transitori provenienti dai due microfoni, ricavandone gli spettri in terzo d'ottava.
È importante che l'analizzatore impiegato abbia la possibilità di "isolare" le porzioni di segnale che interessano ed analizzarle con "finestre temporali" scelte dall'utente; in caso contrario è necessario interfacciare l'analizzatore ad un personal computer tramite apposita interfaccia.
La strumentazione necessaria per le prove sarà disposta secondo la configurazione illustrata (vedi Allegato A, fig. 5).
Le modalità operative di prova sono descritte nell'art. 4.51.6.3 delle presenti Norme Tecniche.

- Per le barriere composte da pannelli di tipo 1 o di tipo 2, gli indici di isolamento acustico locale "I" dovranno essere non inferiori a 26 dB (A), facendo riferimento allo spettro di rumore stradale normalizzato definito nella stessa norma AFNOR S 531089.
- Per le barriere di soli pannelli di tipo 1, l'indice di assorbimento acustico locale, nelle diverse bande di seguito riportate, dovrà risultare maggiore dei seguenti valori limiti:

Frequenza (Hz)	Coefficiente >
250	0,3
500	0,6
1000	0,7
2000	0,6
4000	0,5

La certificazione dei risultati di ciascuna delle prove a, b e c indicate in precedenza dovrà fornire quindi le seguenti informazioni:

- dichiarazione che la valutazione è stata fatta in base alle presenti Norme Tecniche;
- una descrizione della barriera corredata da tutti i dati dimensionali e da uno schizzo;
- il numero ed il formato degli eventuali elementi costituenti la barriera di prova;
- il modo di montaggio e di accoppiamento tra i vari elementi;
- una descrizione dettagliata di un elemento dello schermo incluso il suo bordo, il tipo dei materiali impiegati e l'eventuale trattamento superficiale delle superfici;
- una descrizione delle caratteristiche del luogo di misura;
- una descrizione della sorgente acustica, corredata dalle sue caratteristiche di direttività;
- descrizione, tipo, modello e numero di serie degli strumenti impiegati;
- firma e qualifica del certificatore.

4.51.2. Caratteristiche dei pannelli e dei materiali costituenti le barriere

4.51.2.1 Pannelli metallici

I pannelli devono essere costruiti in metallo protetto a tutti gli effetti contro la corrosione.
Il peso per unità di superficie sarà in funzione della sua tipologia e comunque non inferiore a 17 Kg/m² per i pannelli di tipo 1, a 16 Kg/m² per i pannelli di tipo 2 e ad 8 Kg/m² per i pannelli integratori di tipo 3.
L'Impresa dovrà indicare il numero, lo spessore e la natura degli strati protettivi nonché allegare le schede tecniche relative al trattamento anticorrosivo ed ai prodotti vernicianti impiegati.
I pannelli in acciaio di tipo 1 dovranno avere uno spessore di almeno 1,5 mm ed essere zincati ad eccezione di quelli in acciaio inossidabile, secondo DIN 17440.
Le caratteristiche del rivestimento di zinco dovranno essere conformi all'EURONORM 147 e la sua granatura dovrà appartenere al tipo Z275.
Tutti i componenti metallici dei pannelli devono essere sottoposti ad un trattamento di protezione superficiale contro la corrosione atmosferica secondo il ciclo di seguito indicato:
- sgrassaggio a 60 gradi e risciacquo con acqua industriale;
- fosfatazione microcristallina oppure fosfatazione amorfa con fosfati di ferro;
- applicazione di uno strato intermedio di anaforesi, o cataforesi, o brugalizzazione, oppure in alternativa un fondo a base epossidica;
- verniciatura finale con applicazione a spruzzo o ad immersione di smalti a base poliestere o poliuretanica, (in questo caso è indispensabile un fondo epossidico) oppure con applicazione elettrostatica di polveri a base poliestere;
- polimerizzazione in forno a 140 gradi;
- spessore minimo locale della protezione non inferiore a 80 µm.

I pannelli in acciaio di tipo 2 dovranno avere uno spessore di almeno 1,2 mm, mentre i pannelli di tipo 3 dovranno avere uno spessore di almeno 1 mm.
Per le altre caratteristiche vale quanto prescritto per i pannelli di tipo 1.
I pannelli in alluminio dovranno essere in lega Al-Mg-Mn secondo norma UNI 9003, aventi buona resistenza alla corrosione.
La lamiera dei pannelli di tipo 1 dovrà avere spessore non inferiore a 1,2 mm sul lato forato e di 1,5 mm sul lato pieno, oppure di 1,2 mm su entrambi i lati con l'aggiunta di almeno 5 Kg/m² di materiale smorzante a base bituminosa o neoprenica.
Per i pannelli di tipo 2 e 3 la lamiera dovrà avere uno spessore non inferiore a 1,0 mm su entrambi i lati. Gli elementi dei pannelli in alluminio dovranno essere pretrattati secondo il seguente sistema:
- sgrassaggio e risciacquo deionizzato;
- cromatazione oppure fosfocromatazione e risciacquo deionizzato;
- applicazione di una protezione con polveri poliestere con successiva essiccazione in forno e raffreddamento con acqua demineralizzata.
- spessore minimo locale della protezione superiore a 60 µm.

L'alluminio non deve essere stabilmente in contatto con rame o leghe di rame.
I pannelli in alluminio anodizzato dovranno avere uno spessore non inferiore a 1,5 mm. Le superfici anodizzate dovranno avere aspetto privo di venature, inclusioni, cavità, crateri porosi ed altri difetti e non manifestare variazioni di lucentezza e di colore.
Il trattamento elettrochimico dovrà essere eseguito sui pezzi solo dopo aver effettuato tutte le lavorazioni meccaniche (tagli, forature, fresature, ecc.). Lo strato anodico deve avere uno spessore non inferiore a 15 µm e deve risultare ben fissato e continuo.
Si ribadisce che, sia per i pannelli in alluminio che per quelli in acciaio, il trattamento protettivo delle superfici andrà eseguito sia all'interno che all'esterno del pannello e, in ogni caso, dopo le varie fasi di lavorazione della lamiera (tranciatura, punzonatura, piegatura ecc.). Il trattamento della superficie deve garantire una forte resistenza meccanica e realizzare una superficie esente da pori sia all'interno che all'esterno del pannello. Tale trattamento dovrà assicurare una resistenza alla corrosione accertata secondo quanto descritto nel successivo articolo.

- Accettazione del pannello: corrispondenza tra certificazione e prodotto impiegato

L'Impresa è tenuta, prima dell'inizio della fabbricazione in serie, a presentare, per l'accettazione, un campione di pannello corredato dai relativi certificati. La Direzione Lavori si riserva di sottoporre tale pannello all'esame di un laboratorio per il controllo della rispondenza tra la certificazione prodotta in fase di gara ed il campione presentato e di prelevare inoltre, in corso d'opera, una campionatura minima di 3 pannelli per partita, presenti sul cantiere o già posti in opera, e di sottoporla a verifica. Il suddetto prodotto deve essere sottoposto alle seguenti verifiche:

a) caratteristiche foniche

1) coefficiente di assorbimento e indice di isolamento" I;
2) attenuazione valutata secondo le prove in campo libero

b) idoneità della protezione anticorrosiva

3) prova per definire l'assenza di pori (Pin-Hole);
4) determinazione dello spessore locale della protezione anticorrosiva che dovrà essere non inferiore a:

- per pannelli in acciaio, 80 µm;

- per pannelli in alluminio verniciato, 60 µm;

5) prova di aderenza seconda UNICHIM MU 630. Sia nell'esecuzione a secco (dry adesion, a tempo zero) sia in quello dopo immersione in acqua a 40 °C per 150 h (wet adesion) è richiesta la seguente aderenza minima:
- grado 1 per i pannelli in acciaio;
- grado 0 per i pannelli in alluminio verniciato;

6) prova alla graffiatura (Ritz harte) secondo ISO 1518. Esigenza minima: non inferiore a 60 µm;
7) resistenza all'impronta secondo Bucholz UNI 8358. Esigenza minima: non inferiore a 70 µm;
8) resistenza alla corrosione da eseguire in nebbia per supporti in acciaio ed in nebbia salino-acetica per supporti in alluminio, secondo il procedimento descritto nella norma ASTM B117-64 da eseguirsi su campioni prelevati da un pannello, relativi sia al lato pieno che al lato forato. Esigenza minima: pannelli di media durabilità sia in acciaio, sia in alluminio: 700 h; pannelli di elevata durabilità sia in acciaio, sia in alluminio: 1500 h; dopo tali ore, l'arrugginimento o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa alcun'altra alterazione visiva o di aderenza. Applicando un nastro adesivo Tesa n° 104, almeno 4 h dopo l'estrazione dalla camera di prova, non ci deve essere distacco alcuno;
9) resistenza agli urti: norma UNI 8901. Esigenza minima:
- nel caso di pannelli in acciaio la pellicola non deve presentare screpolature per caduta di una massa di 1 Kg da un'altezza di 30 cm sul dritto;
- nel caso di pannelli in alluminio verniciato per caduta di una massa di 1 Kg da un'altezza di 30 cm sulla faccia esposta non devono verificarsi screpolature o distacchi di pellicola su entrambe le facce;

10) resistenza all'umidità: norma UNI 8744. Esigenza minima non inferiore a:
- dopo 1500 h di esposizione, sia per i pannelli in acciaio che per i pannelli in alluminio verniciato, assenza di blistering e di perdita di aderenza; lungo l'incisione l'arrugginimento e la bollatura non devono penetrare per più di 2 mm;

11) ancoraggio del materiale fonoassorbente alla lamiera. Questa prova mira a verificare la resistenza dell'ancoraggio del materiale fonoassorbente al pannello retrostante. Esigenza minima: dopo 500 h di sollecitazione a vibrazione del pannello il materiale non deve risultare disceso;
12) resistenza al fuoco secondo la FEDERAL STANDARD USA STD 302. Esigenza richiesta: ININFIAMMABILE.

Nel caso di pannelli in alluminio anodizzato le prove previste per accertare l'idoneità dell'anodizzazione sono le seguenti:

13) determinazione dello spessore dello strato anodico (UNI 6717/70). Esigenza minima: 15 µm (su entrambe le facce);
14) controllo del fissaggio (UNI 9178/88). Esigenza minima: non inferiore a: 1. Qualità del fissaggio = "buona", secondo classificazione di cui al punto 9 della suddetta Norma;
15) il controllo della continuità degli strati anodici sarà effettuato su cinque punti della superficie scelti a caso con una goccia di reagente costituito da uguali volumi di acido cloridrico puro e da una soluzione al 6% in peso di bicromato di potassio, preparato al momento dell'impiego. Esigenza minima: dopo 8 minuti di deposito del reagente sulle superfici anodizzate non dovrà manifestarsi alcuna colorazione verde.

In situazioni di incendio i materiali non devono produrre gas tossici.
Nel caso di piccoli danneggiamenti dello strato protettivo, durante il trasporto o durante il montaggio, l'Impresa deve immediatamente provvedere alla riparazione, sul posto, con materiali idonei.
Nel caso di danni importanti gli elementi danneggiati devono essere sostituiti.
Le spese relative sono a carico dell'Impresa.

- Materiale fonoassorbente: caratteristiche e verifiche

Va inserito, ove previsto, all'interno della struttura scatolata metallica. È costituito da complessi porosi (fibrosi o schiume sintetiche) che sfruttano i fenomeni di attrito e di risonanza.
Nel caso si utilizzi lana minerale, conformata in modo tale da assorbire i rumori sia per porosità che per risonanza, deve essere stampata a densità superiore a 90 Kg/m³ per i pannelli di tipo 1, superiore a 85 Kg/m³ per i pannelli di tipo 2 e di tipo 3 se trattasi di lana di roccia; superiore a 48 kg/m³ in tutti i tre casi, se trattasi di lana di vetro. Lo spessore di tali materiali assorbenti dovrà essere adeguato alle necessità progettuali, comunque non inferiore a 6 cm per il tipo 1, a 5 cm per il tipo 2 e a 3 cm per il tipo 3.
Inoltre per garantire una elevata durabilità delle caratteristiche acustiche del materiale devono essere utilizzati sistemi stagni all'immersione con membrana microporosa, lato sorgente di rumore, per evitare impregnazioni o ritenzioni di liquidi che ne degradino le caratteristiche meccaniche ed acustiche. Il materiale deve essere imputrescibile, inerte agli agenti chimici ed atmosferici, ininfiammabile o autoestinguente.
Deve garantire un grado di assorbimento sia alle basse frequenze che a quelle medio-alte e queste caratteristiche devono mantenersi nel tempo con curve di decadimento lente: a 5 anni dall'installazione si tollererà una diminuzione del 10% del coefficiente di assorbimento ed a 10 anni del 20%. Questa prescrizione è valida anche per tutti i materiali fonoassorbenti usati in modo diverso ed in altri pannelli. Tali requisiti saranno valutati con misure effettuate dopo il montaggio e ripetute nel tempo in situ con camere riverberanti miniaturizzate o con apparecchiatura ad onde stazionarie o con il metodo impulsivo.
Le prove previste per accertare l'idoneità della lana minerale sono le seguenti:

1) grado di igroscopicità secondo UNI 6543-69 (tempo di prova un giorno).
   Risultato: il grado di igroscopicità non deve essere superiore allo 0,2% in volume;
2) resistenza all'acqua secondo il seguente procedimento: si pone il provino del campione in esame di dimensioni 100 x 100 x 5 mm completamente immerso in acqua distillata per 24 h alla temperatura ambiente.
   Risultato: al termine della prova si verifica che non siano avvenuti né sfaldamenti né colorazione rispettivamente del provino e dell'acqua;
3) resistenza al calore secondo il seguente procedimento: si pone un provino del campione in esame di dimensioni 100 x 100 x 5 mm in una stufa a 150 °C per 24 h poggiandolo su una delle due facce quadrate (100x100 mm).
   Risultato: al termine della prova si verifica che, relativamente ai parametri lunghezza e larghezza, non siano avvenute variazioni delle dimensioni originarie del provino superiori a ±5 mm, mentre la variazione che si verifica sullo spessore dovrà essere inferiore a ±1 mm.

- Mascherina anteriore (lato fonoassorbente): caratteristiche e verifiche

Deve rispondere ai requisiti dell'art. 4.51.2.1 (Accettazione del pannello: corrispondenza tra certificazione e prodotto impiegato) delle presenti Norme Tecniche. Qualora la faccia anteriore del pannello presenti una foratura ottenuta con aperture circolari, l'area del singolo foro deve essere di dimensioni inferiore a 78 mm²; qualora le aperture siano di forma rettangolare il lato minore dovrà essere compreso tra 6 e 10 mm ed il lato maggiore dovrà essere al massimo di 150 mm.
In ogni caso le superfici forate devono avere un rapporto non inferiore al 32% vuoto-pieno; comunque il disegno del forato deve essere preventivamente approvato dalla Direzione Lavori. Si dovranno prendere in considerazione gli accorgimenti idonei a ridurre l'ingresso di acqua piovana come ad esempio forature "a tasca" e previste opportune forature per il drenaggio.
Tale requisito dovrà essere valutato effettuando la "prova di tenuta ai liquidi" secondo il metodo di prova ricavato dall'Euronorma 86 per le prove dei serramenti (riportato nell'art. 4.51.6.1).

4.51.2.2 Pannelli in calcestruzzo armato: caratteristiche e verifiche

I pannelli che costituiscono la barriera saranno realizzati con calcestruzzo durevole avente requisiti di resistenza e porosità adeguati al tipo di protezione antifonica richiesta; in ogni caso la resistenza non dovrà essere inferiore a 40 N/m² e lo spessore del pannello non inferiore a 8 cm.
Il cemento sarà di tipo pozzolanico o di altoforno, mentre il contenuto minimo di cemento in funzione del diametro massimo dell'aggregato sarà:

Cemento (Kg/m³)	380	400	450	
Diam. (mm)		30	20	10

Inoltre il coefficiente di permeabilità, ottenuto con prova a carico costante alla pressione di 1400 kPa su provini di 100 mm di diametro oppure preliminarmente ai getti su provini cubici aventi lo spigolo di 150 mm, dovrà essere di K<10-10 cm s-1.
L'armatura sarà in barre d'acciaio Fe B 44K e gli eventuali fili per la precompressione come al D.M. 27/7/85 e successive aggiunte o modifiche.
Le superfici di cemento o calcestruzzo dovranno essere protette con soluzione a base di silani, del tipo isotubil-alchilalcosililano, utilizzata come impregnante, (in quantitativi dipendenti dalla porosità del supporto) in modo da garantire l'idrofobizzazione del supporto trattato, con caratteristiche di trasparenza, traspirazione, resistenza alle intemperie, agli UV, alle muffe, ai cloruri, agli alcali ed agli agenti aggressivi presenti nelle acque meteoriche.
Il trattamento non deve sviluppare fumi o gas tossici in caso di incendio e deve consentire la sovrapplicazione di opportuni prodotti vernicianti con funzione estetica funzionale.

4.51.2.3 Pannelli in calcestruzzo armato normale o precompresso e calcestruzzo in argilla espansa o pomice: caratteristiche e verifiche

Sono costituiti da pannelli a due o più strati nei quali la funzione portante è assicurata dallo strato in calcestruzzo, mentre quella fonoassorbente è assicurata dallo strato in calcestruzzo di argilla espansa o pomice.
Per quanto riguarda il fonoisolamento del pannello, dovrà essere garantita l'attenuazione prevista, comunque non inferiore ai valori limiti previsti.
Lo strato in calcestruzzo di argilla espansa dovrà avere le seguenti caratteristiche:
- inerti costituiti al 100% di argilla espansa di granulometria opportuna (UNI 7549);
- massa volumica in mucchio (secondo UNI 7549) compresa preferibilmente tra 350 e 600 Kg/m³;
- cemento di tipo pozzolanico od altoforno dosato a 200-250 Kg per m³ di inerti e non oltre ad evitare di intasare i pori con perdita di efficacia antirumore;
- resistenza alla compressione in media di 10 N/mm² da misurarsi su cubetti stagionati come prescritto da normativa UNI e con lato di 100 mm. Prima della prova a compressione le due facce dovranno essere spianate con pasta di gesso fino ad ottenere il loro parallelismo e planarità (norma UNI 6130). Lo spessore della pasta di gesso dovrà essere compresa fra 1 e 3 mm;
- spessore dello strato con funzioni fonoassorbenti adeguato alle necessità progettuali, in ogni caso non inferiore a 4 cm.

Dovrà inoltre essere realizzata la protezione superficiale dei pannelli come descritto al successivo art. 4.51.2.4.

4.51.2.4 Pannelli in calcestruzzo armato alleggerito con argilla espansa strutturale: caratteristiche e verifiche

In questi pannelli la funzione portante è assicurata per intero dal calcestruzzo alleggerito con argilla espansa strutturale che dovrà avere le seguenti caratteristiche:
- fonisolamento adeguato alle esigenze richieste e comunque con valori non inferiori ai limiti indicati
- fonoassorbimento caratterizzato dai valori del coefficiente di assorbimento in funzione della frequenza, adeguato alle esigenze richieste e comunque con valori non inferiori ai limiti indicati;
- inerti leggeri costituiti da granuli in argilla espansa tipo T6 con massa volumica in mucchio compresa tra 600 e 800 kg/m³;
- massa volumica media del granulo 1 kg/l;
- diametro massimo del granulo compreso tra 12 e 15 mm;
- cemento di tipo pozzolanico od alto forno dosato a non più di 350-400 kg per m³ di inerti e non oltre, per evitare di intasare i pori, con perdita di efficacia delle caratteristiche antirumore;
- resistenza caratteristica del calcestruzzo maggiore di 25 N/mm²;
- massa volumica del calcestruzzo non inferiore a 1200 kg/m³;
- per pannelli con entrambe le facce piane e prive di nervature, lo spessore del pannello dovrà essere adeguato alle esigenze statiche e di protezione antifoniche, comunque non inferiore a 12 cm;
- per pannelli che presentano nervature che collaborino ad aumentarne la rigidezza, lo spessore del pannello sarà dimensionato in modo da garantire una sezione con momento d'inerzia equivalente al pannello a sezione rettangolare e spessore come descritto al punto precedente. In ogni caso lo spessore delle nervature non deve essere inferiore ad 8 cm, mentre lo spessore della parte piena non deve essere inferiore a 10 cm.

Il copriferro avrà un minimo di 15 mm di spessore e saranno previste barre d'acciaio tipo Fe B 44K.
I collegamenti tra gli elementi costituenti la barriera dovranno essere realizzati accuratamente al fine di evitare che in qualche punto esista una via di propagazione delle onde sonore.
In particolare si dovrà porre cura nella realizzazione del giunto tra i pannelli, tra pannello e montante e tra pannelli e suolo. Eventuali dispositivi per lo

smaltimento delle acque al suolo dovranno essere realizzati impedendo che le onde sonore possano propagarsi al di là dello schermo.
Tutte le fessure tra gli elementi in calcestruzzo dovranno essere riempite con un sigillante che assicuri la perfetta tenuta acustica.
Come per i pannelli in calcestruzzo armato e/o in calcestruzzo ed argilla espansa o pomice, anche i pannelli realizzati in calcestruzzo e argilla espansa dovranno essere protetti con materiali che presentino le seguenti caratteristiche:

- elevato potere idrorepellente;
- assenza di formazione di pellicole superficiali che possano modificare le caratteristiche superficiali del materiale trattato;
- elevata durata dell'effetto idrorepellente (almeno 10 anni);
- elevata stabilità degli alcali alle soluzioni acide ed ai raggi UV;
- penetrabilità al vapore d'acqua per poter eliminare eventuali cadenze all'intorno del materiale trattato;
- assenza di esalazioni tossiche o di fumi opachi in caso d'incendio;
- ottimo ancoraggio al materiale trattato senza migrazioni molecolari nel tempo.

A tal fine la superficie in argilla espansa esposta agli agenti atmosferici dovrà essere trattata con una soluzione composta da 99,5 parti di acqua e 0,5 parti di silicone, spruzzata in ragione di 4 litri per metro quadrato, oppure dovrà essere trattata con una soluzione a base di silani, da applicare in stabilimento sulle superfici pulite e asciutte, tramite irroratori a bassa pressione.
Il trattamento delle superfici deve conferire loro un effetto idrorepellente che evitando l'infiltrazione delle acque meteoriche consenta di eliminare la naturale formazione di vegetazione, limitando così i rischi del gelo ed impedendo la proliferazione di microrganismi all'interno del materiale.
Tale trattamento non deve produrre effetti apprezzabili sul coefficiente di assorbimento.
Nel caso si utilizzi la soluzione a base di silicone, la proporzione acqua-silicone deve essere rigorosamente controllata: infatti un eccesso di silicone produrrà delle macchie biancastre indelebili sulla superficie, mentre una quantità insufficiente di silicone renderà inutile il trattamento.
Eventuali altri sistemi di protezione diversi da quello indicato potranno essere autorizzati previa presentazione di appositi certificati che ne caratterizzino l'efficacia.
L'aspetto estetico delle due superfici delle barriere dovrà essere particolarmente curato (colori e/o forme) al fine di rendere più gradevole l'aspetto della barriera.

4.51.2.5 Barriere di sicurezza in calcestruzzo incorporanti dispositivi fonoassorbenti selettivi per campi di frequenza: caratteristiche e verifiche

Dovranno essere forniti in fase di gara, come per i sistemi insonorizzanti precedenti, le certificazioni comprovanti le caratteristiche acustiche delle barriere impiegate.
Le misure dovranno essere eseguite con il metodo delle onde stazionarie (tubo di Kundt), rispettando le modalità di prova enunciate dalla Norma AFNOR NF S31-065.

I valori del coefficiente di fonoassorbimento in funzione della frequenza dovranno essere non inferiori a quelli minimi di seguito riportati:

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fonoassorbimento
100	0.25
125	0.35
160	0.40
200	0.50
250	0.55
315	0.45
400	0.35
500	0.25
630	0.20

I valori sopra indicati rappresentano la media aritmetica di 5 misure effettuate su altrettanti distinti campioni.
In fase di accettazione dei materiali, prima della posa in opera, la Direzione Lavori farà eseguire misure di controllo su almeno tre degli elementi prelevati a caso da un lotto omogeneo di produzione.
Al termine dei lavori verranno eseguite prove finalizzate a verificare l'insertion loss della barriera installata.
Di norma verranno effettuate con la tecnica del doppio fonometro, così come già indicato precedentemente.
Nei casi in cui non sia possibile eseguire le prove secondo la tecnica del doppio fonometro (impossibilità di eseguire i rilievi ante o post operam, infrastrutture su viadotto etc.) l'insertion loss verrà valutata disponendo due microfoni, M1 e M2, secondo lo schema indicato (vedi Allegato A, fig. 7)
Le misure verranno effettuate per un periodo di tempo sufficiente a descrivere il contenuto spettrale tipico della rumorosità autostradale.
In pratica la misura verrà effettuata ricavando contemporaneamente nei punti M1 e M2 i valori di livello equivalente ponderato A, su un intervallo di tempo dato dal maggiore dei seguenti valori:

$t = 15$ minuti

$t = \frac{5000}{Q}$ minuti;

dove Q è il numero di veicoli/ora in transito sulla strada in oggetto.
Convenzionalmente si pone Leq.t (M2) - Leq.t (M1) = insertion loss.
Se possibile si dovranno effettuare valutazioni della velocità media dei veicoli di transito e della composizione (veicoli pesanti e autovetture) del traffico durante i rilievi.
I valori minimi di Insertion loss (I.L.) dovranno essere non inferiori a:

per una altezza di New Jersey (m)	I.L. (dBA)
1,0	2
1,5	5
1,7	6
2,4	7

4.51.2.6 *Pannelli in legno: caratteristiche e verifiche*

Poiché la barriera è direttamente esposta agli agenti atmosferici, i pannelli devono essere realizzati in legno di buona qualità, accuratamente lavorati e trattati in modo ottimale. Il legno deve resistere al deperimento organico e va trattato con prodotti speciali secondo le norme DIN 68 800 parte 3a, per evitare la formazione di funghi.
In particolare il legno sarà sottoposto all'impregnazione di sali inorganici indilavabili tipo CB preservanti, in autoclavi in pressione con procedimento Bethell Uni 8859.
Per la sicurezza della circolazione in caso di incendio, i pannelli (pur essendo infiammabili) devono essere resistenti al fuoco; i montanti devono essere ininfiammabili e agire da barriera contro il fuoco, altrimenti sarà necessaria, con intervallo di 100 m, una zona larga almeno 4 m realizzata con elementi ininfiammabili.
I pannelli dovranno essere facilmente smontabili e sostituibili in caso di danneggiamenti; a tal fine le dimensioni del singolo pannello devono essere contenute, per permettere il montaggio dello stesso senza l'impiego di mezzi meccanici che possono arrecare disturbo al flusso veicolare.
Particolare cura dovrà essere posta, da parte dell'Impresa, nello studio delle giunzioni, che devono essere progettate in modo da tener conto di eventuali movimenti di contrazioni e rigonfiamento.

4.51.2.7 *Pannelli in laterizio forato: caratteristiche e verifiche*

Il principio su cui si basa l'assorbimento di siffatte pareti muove della proprietà che una cavità possiede di attenuare il rumore per risonanza.
La massa d'aria contenuta all'interno della cavità sotto l'effetto delle onde sonore incidenti si pone in vibrazione ed attraverso lo smorzamento dovuto ai molteplici urti sulle pareti ne trasforma l'energia in calore.
L'assorbimento per risonanza, essendo legato alle dimensioni del foro di ingresso e della cavità, funziona per una specifica frequenza; il diagramma del coefficiente di Sabine presenterà allora una cuspide in corrispondenza della frequenza caratteristica descritta.
Pertanto la realizzazione dei pannelli con mattoni aventi una serie di fori comunicanti e con cavità interne di diverse dimensioni, permette di ottenere un elevato valore dell'assorbimento per suoni incidenti con frequenza compresa tra i 100 ed i 1000 Hz.
La struttura portante di tali schermature sarà generalmente costituita da pilastri in cemento armato.
Varianti di questo tipo di pannellatura si possono ottenere con blocchi di cemento anch'essi dotati di cavità risonanti.

4.51.2.8 *Pannelli trasparenti: caratteristiche e verifiche*

I pannelli in materiale trasparente: policarbonato, metacrilato, vetro e simili, dal punto di vista delle caratteristiche acustiche dovranno soddisfare i requisiti indicati nell'art. 4.51.1.1.
Nel caso di pannelli in vetro, questi dovranno essere del tipo stratificato (preferibilmente antisfondamento) con lastre intermedie in PVB o realizzati in vetro temperato, martellato o armato, scartando il vetro ordinario troppo fragile per l'uso richiesto. Lo spessore della lastra di vetro stratificato dovrà essere di dimensioni adeguate alle necessità antifoniche richieste, comunque non inferiore a 18 mm.
Massima cura dovrà essere posta nella realizzazione delle guarnizioni tra pannello e pannello e tra pannello e montante; in particolare la guarnizione tra pannello e montante dovrà essere in neoprene estruso (durezza 20-30 shores); anche la guarnizione posta alla base della barriera, a contatto con il piano di posa dovrà essere in neoprene estruso (durezza 50-60 shores).
Per i pannelli realizzati in policarbonato, lo spessore dovrà essere di dimensioni adeguate alle necessità progettuali, comunque non inferiore ad 8 mm; essi saranno realizzati in policarbonato protetto da entrambi i lati dai raggi ultravioletti.
Il fattore di trasmissione totale (diretta + diffusa) dopo prova di invecchiamento accelerato (secondo ASTM G26-83) per 4000 h (2000 h per faccia), non dovrà scendere al di sotto del 95% del valore iniziale (la prova va condotta secondo ASTM 31003-77).
Una particolare cura dovrà essere posta nell'attacco pannello-montante per poter assorbire le dilatazioni termiche del materiale che possono raggiungere il valore di ± 1 cm/metro.
Lo strato di protezione agli UV deve essere omogeneo col substrato (identico coefficiente di dilatazione termica lineare) onde evitare fenomeni di denominazione e/o microfessurazioni dovuti a sollecitazioni meccaniche e/o termiche.
Per quanto riguarda i pannelli in metalmetacrilato essi dovranno essere ottenuti per colata, partendo da metacrilato puro (non rigenerato) ed essere conformi, per quanto riguarda inclusioni e tolleranze di spessore, alla Norma DIN 16957 oppure dovranno essere di tipo estruso; in ogni caso lo spessore deve essere di dimensioni adeguate alle necessità progettuali, comunque non inferiore a 15 mm.
La guarnizione dovrà essere compatibile col metacrilato e col policarbonato; dovrà essere in EPDM della durezza di 70 shores, avrà un profilo ad U che consenta da un lato di ammortizzare le sollecitazioni ed evitarne la fuoriuscita dalla propria sede e dall'altra evitare la deformazione della lastra stessa.
La battuta interna della guarnizione dovrà essere di 4 cm, mentre la geometria interna dovrà consentire la dilatazione termica della lastra.
Il sistema di fissaggio dovrà essere attentamente curato tenendo conto delle interazioni fra i vari elementi per evitare una discontinuità di tenuta che andrebbe a compromettere le prestazioni della barriera.
In particolare, per il fissaggio dei profili di contenimento della lastra, potranno essere impiegati distanziali in modo che la lastra conservi la sua planarità, evitando antiestetiche deformazioni dovute proprio ad un cattivo fissaggio. La dimensione dell'incastro dovrà tener conto delle dilatazioni termiche e delle deformazioni ai carichi di vento.
I pannelli in metacrilato e in policarbonato devono rispondere alle caratteristiche tecniche sottoriportate e il progetto fornirà indicazioni sui valori di degrado delle caratteristiche ottiche per esposizione agli agenti atmosferici nel tempo.

4.51.2.9 *Pannelli baffles*

Tali pannelli dovranno essere costituiti da lana di vetro costampata ad elementi alveolari fonoisolanti-fonoassorbenti, protetta da un tessuto non tessuto in fibra di vetro o da alluminio microfessurato.
La struttura portante dei pannelli dovrà essere realizzata in lamiera zincata con opportune asolature per il fissaggio alle strutture di supporto principali.
I baffles devono possedere caratteristiche sia fonoisolanti che fonoassorbenti che gli consentano di poter funzionare:
- sia come pannelli tradizionali, in modo da provocare una diffrazione delle onde sonore;
- sia come "silenziatori", in modo che le onde sonore che si propagano attraverso le aperture definite dalla geometria del sistema, siano sempre a contatto con superfici fonoassorbenti.

I pannelli baffles sottoposti alla prova di fonoassorbimento al "tubo di Kundt", eseguita in incidenza normale secondo le modalità indicate nella norma AFNOR NT S 31-065, dovranno avere coefficienti di fonoassorbimento alle varie frequenze non inferiori a quelli di seguito riportati:

Frequenza (Hz)	Coefficiente
250	0,35
500	0,65
1080	0,80
2000	0,75

Per quanto riguarda il fonoisolamento, l'indice di isolamento "I", misurato in camera anecoica, secondo la norma ISO 717/1/82, deve essere superiore a 12 dB.

4.51.3. Pannelli manufatti in materiale plastico

I pannelli in materiale plastico (poliestere rinforzato con vetroresina) dovranno essere realizzati con materiale avente una resistenza a flessione superiore a 260 N/mm² secondo la norma DIN 16948.
Dal punto di vista delle caratteristiche acustiche i pannelli dovranno soddisfare i requisiti richiesti dal progettista e in ogni caso non inferiori a quelli indicati nell'Art. 4.51.1.1 delle presenti Norme Tecniche.
Inoltre l'elemento portante e la piastra forata devono risultare difficilmente infiammabili e il materiale fonoassorbente deve risultare non combustibile secondo la norma ZTV-Lsw81.

4.51.3.1 Caratteristiche dei montanti

a) Montanti metallici.
I montanti metallici devono essere in acciaio del tipo Fe 360 B (secondo EURONORM 10025) e zincati a caldo (secondo la norma UNI 5744/66), per uno spessore di 60-80 µm previo ciclo di sabbiatura SA 2 1/2 o trattamento di decapaggio chimico; per assicurare una buona e durevole aderenza del prodotto verniciante sulla superficie zincata è prevista l'applicazione intermedia di uno dei seguenti trattamenti:
- ciclo completo di cataforesi;
- ciclo completo di brugalizzazione;
- applicazione di due mani di fondo con fosfato di zinco, bagnato su bagnato, da applicare dopo accurato sgrassaggio e lavaggio delle superfici zincate.

Successivamente è prevista la fase di verniciatura effettuata a polveri o a smalto, seguita da polimerizzazione a 140°.
Sul fosfato di zinco si possono applicare due mani di prodotti catalizzati, bagnato su bagnato.
Lo spessore minimo locale della protezione, compreso lo spessore della zincatura, deve essere di almeno 160 µm in modo da realizzare una superficie esente da pori.
L'Impresa deve comunque indicare il sistema del trattamento previsto per la protezione anticorrosiva della superficie dei diversi elementi.
Il colore della protezione anticorrosiva sia per i pannelli, sia per i montanti, sarà preventivamente comunicato dalla Direzione Lavori.
Saranno preferiti i montanti che permettono una migliore ermeticità acustica del loro collegamento con i pannelli.
b) Montanti in legno.
I montanti in legno devono essere realizzati in legno massello delle qualità specificate per i pannelli in legno e devono subire i trattamenti ivi indicati.
Per la parte infissa dovranno essere messi in atto tutti gli accorgimenti per evitare l'imputrescenza.

4.51.3.2 Accessori

a) Guarnizioni fra montante e pannello.
Le guarnizioni devono garantire nel tempo l'ermeticità acustica e devono quindi resistere all'invecchiamento dovuto agli agenti naturali (raggi UV, variazioni di temperatura, ecc.).
Nel caso di pannelli in metacrilato devono essere usate guarnizioni in gomma etilene propilene da 60-70 shores con profilo a U. Il materiale dovrà inoltre rispondere alle seguenti prescrizioni secondo la Norma DIN 53571:
- allungamento alla rottura a + 20 °C : almeno 380%
- allungamento alla rottura a - 20 °C : almeno 350%
- resistenza alla rottura a + 20 °C : = 10 N/mm²

b) Accessori metallici
Tutti gli elementi metallici non precedentemente contemplati (viti, dadi, rivetti, rondelle elastiche, distanziatori, piastre di base dei montanti, tirafondi ecc.) devono essere in acciaio inossidabile AISI 306 (ad eccezione delle piastre di base per le quali vale quanto indicato per i montanti). Nel caso di pannelli in lega leggera possono essere usati elementi metallici sia in acciaio inox che in alluminio. Per quanto riguarda i tirafondi il materiale dovrà avere caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo Fe 37BkB della norma UNI 7356 mentre le piastre di base saranno realizzate in acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo Fe 360B secondo la norma UNI 7070. I bulloni dovranno appartenere alla classe di resistenza 8.8 dell'UNI 3740 associata nel modo indicato nel prospetto 2-111 della CNR-UNI 10011.
c) Porte di ispezione
L'Impresa dovrà presentare una proposta per la costruzione delle porte di ispezione; dovranno rispettare comunque le seguenti condizioni:
- interasse: < 300 m;
- larghezza libera: <85 cm;
- altezza libera: < 190 cm;
- le esigenze antifoniche delle porte devono corrispondere a quelle delle pareti. A tal fine le porte dovranno essere realizzate con lo stesso tipo di pannello impiegato per le pareti;
- le porte devono essere provviste di maniglione di apertura di tipo antipanico, apribile solo dall'interno; dall'esterno l'apertura deve essere possibile solamente con apposita chiave in dotazione ai posti di manutenzione;
- la segnalazione delle porte deve essere eseguita secondo le norme usuali per uscite di sicurezza;
- le stesse devono essere facilmente apribili anche in caso di gelo;
- particolare attenzione verrà posta nella realizzazione delle giunzioni e di attacco fra la parete fissa e quella mobile facendo in modo che il coefficiente di assorbimento dell'intera parete non venga pregiudicata da una non corretta realizzazione di questi punti particolarmente delicati.

Queste porte potranno essere sostituite da interruzioni della barriera come specificato di seguito.

4.51.3.3 Caratteristiche costruttive

a) Geometria delle pareti.
La geometria è indicata negli elaborati grafici di progetto e va assolutamente rispettata, salvo eventuali modifiche da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori. Il bordo superiore della parete si deve mantenere parallelo alla livelletta stradale fino a che questa non superi la pendenza dell'1%.
Per pendenze superiori si ammetterà il montaggio scalettato con passo da stabilire di volta in volta; in questo caso la distanza da terra del bordo superiore dei pannelli deve essere ovunque non inferiore a quella ottimale prevista ai fini della fonoassorbenza.
I collegamenti ai manufatti, alle porte di emergenza, ai giunti di dilatazione ecc. devono essere realizzati mediante dispositivi stagni a regola d'arte; anche fra i montanti e i pannelli devono essere previste guarnizioni acusticamente ermetiche.
Allo scopo di evitare la propagazione delle onde sonore dovute all'irregolarità della superficie dei cordoli sui quali vengono posizionati i pannelli deve essere previsto un elemento sigillante.
Sui ponti, laddove si crea un interstizio tra pannelli e cordolo, a causa della piastra ai piedi dei montanti, l'impresa dovrà proporre un dispositivo

acusticamente ermetico che non causi però il ristagno dell'acqua tra calcestruzzo e pannello.
Nel caso dei New Jersey si dovrà realizzare, fra gli elementi, un elemento di chiusura in corrispondenza delle diverse giunzioni ed in particolare fra i fori utilizzati per il collegamento della barra Dywidag.
Per ragioni di sicurezza del traffico, tutti i materiali utilizzati devono essere difficilmente infiammabili in modo da escludere ogni pericolo supplementare.
Nei casi in cui le barriere acustiche siano ad una distanza inferiore a 10 m da edifici od oggetti dove esiste pericolo d'incendio, esse devono essere costituite da materiale non infiammabile (classe A, secondo DIN 4102).
Per barriere acustiche costituite da elementi difficilmente infiammabili, ma tuttavia combustibili, dovranno essere previsti o montanti non combustibili, per agire da sbarramento antincendio, o dopo ogni tratto di 30 m sarà indispensabile prevedere una zona larga almeno 6 m costituita da elementi non infiammabili.
In caso di incendio i materiali non devono produrre gas tossici.
Tutti i materiali (in modo speciale il materiale fonoassorbente) devono essere protetti contro insetti, roditori, uccelli ecc.
La barriera antirumore posizionata in prossimità del ciglio della carreggiata dovrà possedere limitata riflessione luminosa per evitare abbagliamenti nelle ore diurne e notturne, per cui il fattore luminoso di riflessione dovrà essere trascurabile (< al 10% con angolo di incidenza 60°).
In assenza di indicazioni il colore standard sarà il RAL 6021.
La tonalità del colore dovrà variare il meno possibile, ma in nessun caso in modo vistosamente irregolare (nessuna formazione di macchie).
Durante il periodo di garanzia sono accettabili variazioni di colore non superiori a due unità della scala dei grigi per zone adiacenti e variazioni di colore non superiori a 3 unità della scala dei grigi per la barriera nel suo insieme.
b) Particolarità costruttive delle pareti.
La costruzione delle barriere deve essere tale da evitare assolutamente che, anche dopo la scadenza del periodo di garanzia, si producano punti non stagni dovuti all'azione di agenti atmosferici, ad alterazione di materiali, a deformazioni, ecc.
Per garantire la durata dell'ermeticità tra pannello e pannello è prescritto un accoppiamento sigillante a tenuta acustica da descrivere negli elaborati di progetto presentati dall'Impresa ed approvati dalla Direzione Lavori.
Tutta la barriera deve essere costruita in modo da evitare in ogni punto il ristagno dell'acqua. In particolare per i pannelli compositi, l'acqua deve fuoriuscire facilmente dai singoli pannelli (fori sul fondo) e non ristagnare fra pannello e pannello, tra il pannello inferiore della parete e la superficie di appoggio.
Tra il materiale fonoassorbente e la fascia anteriore e posteriore del pannello deve essere previsto, mediante distanziatori, un interstizio (saranno preferiti pannelli con un interstizio 15 mm secondo la norma ZTW-LSW-81) che, oltre ad incrementare la resa acustica del pannello, limiti l'insudiciamento provocato dalla polvere e dai gas di scarico degli autoveicoli.
L'interstizio deve inoltre facilitare al massimo lo scolo delle acque permettendone per areazione il rapido asciugamento in modo da non pregiudicare l'efficienza fonoassorbente del materiale stesso. Il materiale fonoassorbente deve essere opportunamente posizionato e sostenuto in modo tale da evitare spostamenti o piegature sia durante il montaggio che in opera.
Elementi provvisti di fori in sommità devono essere chiusi con profili di copertura; questi ultimi devono essere fissati sul montante con possibilità di dilatazione in caso di variazioni di temperatura.
Dovranno essere previsti dispositivi atti ad impedire l'asportazione dei pannelli.
c) Fissaggio dei pannelli.
Un disegno dettagliato sul metodo previsto per impedire l'asportazione dei pannelli dovrà essere preventivamente sottoposto all'accettazione della Direzione Lavori.
Nel caso di fissaggio su strutture esistenti (per es. muri in calcestruzzo), tra quest'ultimo ed il pannello dovrà prevedersi un distacco di alcuni centimetri per evitare condense o accumuli di umidità sul retro del pannello stesso.
d) Fissaggio dei montanti.
I montanti devono essere allineati con precisione; non sono ammesse distorsioni dei pannelli che rendano difficile il loro inserimento.
Devono essere, normalmente, ad interasse di 3 m; in caso di necessità l'interdistanza può essere inferiore a quella standard ma non può mai superare la lunghezza di 4 m.
Tutti i montanti dovranno essere fissati tramite piastre di base a T, a staffe o a bulloni verticali ancorati nel calcestruzzo oppure inseriti in apposite tasche o precostituite o eseguite dall'Impresa stessa, sui muretti o su dadi di fondazione in cemento armato prefabbricato.
I getti di bloccaggio e/o sigillatura delle tasche d'inserimento dei montanti dovranno essere eseguiti con malte cementizie preconfezionate reoplastiche nella parte superiore, mentre la parte inferiore sarà riempita di sabbia fina (D < 2 mm) oppure resina epossidica.
e) Statica dei montanti e dei pannelli.
I pannelli devono essere autoportanti e devono poter resistere al peso dei pannelli sovrastanti. In particolare si prescrive, per gli schermi fonoassorbenti, un sovraccarico pari al 20% del peso a secco, per tener conto del possibile aumento di peso del materiale fonoassorbente dovuto all'assorbimento di acqua piovana o proiettata dalla strada.
Inoltre i pannelli devono resistere al carico orizzontale del vento (valutato secondo i "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" del D.M. 3.10.1978 e successive variazioni), alla pressione indotta dal passaggio di veicoli pesanti considerato come spinta ortogonale alla parete ed uniformemente distribuita, all'accumulo di neve e all'eventuale proiezione di pietrisco.
L'Impresa dovrà presentare i calcoli di verifica di tutti gli elementi costituenti la barriera; la Direzione Lavori in ogni caso si riserva la facoltà di sottoporre i pannelli alla "prova di stabilità".
f) Barriere sui ponti
Sui ponti i cui cordoli sono già provvisti di guard-rail metallico con passo di 3 m, i montanti vanno fissati nella mezzeria tra due di essi, mediante piastre e opportuni ancoraggi.
Si dovrà evitare il più possibile il contatto tra guard-rail e barriere antirumore.
Si ricorda che, prima della fabbricazione, l'Impresa deve rilevare accuratamente la posizione (in planimetria ed in quota) e l'interdistanza dei montanti preesistenti o degli altri punti di vincolo adattando la costruzione alle misure effettive.
La soluzione standard è tuttavia quella che prevede il montaggio delle barriere su parapetto New Jersey da ponte opportunamente modificato; in questo caso i montanti dotati di viti per l'allineamento preventivo saranno inseriti in opportune tasche realizzate nello stesso New Jersey.
Nel caso di ponti a travata continua, data la mobilità del ponte concentrata in questo punto, per dilatazioni > +5 cm, dovrà essere prevista una doppia

parete fonoassorbente sui due lati degli elementi affiancati, il più possibile ravvicinati.
Le due pareti dovranno avere una sovrapposizione pari all'escursione massima del giunto maggiorata di almeno 50 cm e dovranno essere vincolate alle strutture in modo che non sia impedito in alcun modo né il movimento di dilatazione né i movimenti minori sotto traffico.
Per dilatazioni minori di 5 cm si costruirà un giunto in neoprene tra i due montanti della barriera.
g) Protezione elettrica.
In corrispondenza di sovrappassi ferroviari o dove necessario, i montanti metallici devono essere ancorati al basamento di calcestruzzo proteggendone la parte immersa e, per almeno 10 cm, anche la parte che fuoriesce dal basamento mediante un opportuno mezzo isolante (ad esempio resina epossidica) in modo da ostacolare il passaggio di correnti vaganti tra terra e barriera.
Tutti i singoli pannelli antirumore ed i pali metallici devono essere collegati galvanicamente ad un cavo in rame rivestito in guaina isolante giallo-verde che corra lungo tutta la barriera.
Il cavo dovrà essere messo a terra in un solo punto per mezzo di idoneo pozzetto di dispersione.
Se la barriera viene posta in opera su un viadotto di c.a., la continuità metallica, sia della barriera che del cavo in rame, deve essere interrotta in corrispondenza dei giunti di dilatazione delle travate del viadotto ed il cavo dovrà essere collegato elettricamente all'armatura metallica del cemento armato in un solo punto per ogni travata.

4.51.3.4 Manutenzione

Tutta la costruzione della parete deve essere tale da garantire che durante i primi sei anni non si debbano eseguire lavori di manutenzione escludendo i lavori dovuti a cause accidentali.
Se dovesse essere necessaria la pulizia dei pannelli, questa dovrà potersi eseguire con mezzi semplici (ad es. con acqua o aria compressa), senza pregiudicare il traffico e senza causare danni alle opere autostradali; nella relazione tecnica l'Impresa deve indicare i metodi con cui è possibile effettuare tale pulizia.
La costruzione deve permettere la sostituzione facile e rapida (a mano) di pannelli danneggiati da incidenti.
La sostituzione dei pannelli di pareti sui ponti deve poter essere effettuata dalla carreggiata autostradale.

4.51.3.5 Barriere vegetali

a) Biobarriere.
Sono costituite da uno o più filari di piante (arbusti + alberi, della famiglia dei sempreverdi) impiantati a distanza tale da consentire una regolare crescita delle stesse.
Le specie vegetali selezionate in base al:
- patrimonio botanico locale;
- caratteristiche del terreno;
- latitudine;
- quota;
- tipologia del tracciato (sezione a raso, in trincea, ecc.);
- spessore potenziale della fascia;
- contesto urbano.

dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- sempreverdi;
- ad alta densità fogliare (misurabile attraverso l'indice di trasparenza);
- totale assenza di agenti patogeni;
- sviluppo avanzato;
- a rapida crescita.

Dovranno inoltre avere un'alta capacità di resistenza alle sollecitazioni meccaniche specie se utilizzate su terreni franosi e contemporaneamente essere buone leganti e consolidanti dei terreni mediante il sistema radicale (misurabile dal rapporto volume getti/volume radici), nonché con una buona capacità edificatrice.

4.51.4. Controllo sui materiali

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione delle barriere saranno sottoposti, prima dell'inizio delle lavorazioni, a collaudo tecnologico, a cura e spese dell'Impresa, per accertare la rispondenza ai requisiti prescritti.
La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni nell'officina di costruzione per verificare la regolarità e la qualità delle lavorazioni.
Provvederà a prelevare campioni di materiale da sottoporre alle prove previste dalle presenti Norme. Queste si svolgeranno presso i laboratori designati dalla stessa Direzione Lavori e le relative spese saranno a carico dell'Impresa.
La Direzione Lavori inoltre presenzierà alle operazioni di collaudo finale in base alle quali formulerà il giudizio definitivo e lo svincolo della quota trattenuta per garanzia.
In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, ciò stante l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dai materiali stessi.
Qualora la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista perché ritenuta non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute. I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

4.51.5. Prove di collaudo

4.51.5.1 Prove di collaudo in sito dei materiali impiegati e delle tipologie costruttive

Saranno effettuate misure sul posto in modo da poter controllare il mantenimento, in opera, delle caratteristiche dei pannelli già valutate in fase di prequalificazione.
Le metodologie sono sostanzialmente analoghe a quelle descritte in precedenza ad esclusione delle prove secondo ISO 717, 140 e 354.
In particolare per il controllo in situ si raccomanda la tecnica impulsiva.
Tale tecnica verrà inoltre usata anche in fase di accettazione materiali, prelevando da un lotto omogeneo di fornitura un quantitativo di materiale/pannelli sufficiente a formare una superficie di 3x3 m.
I pannelli andranno appoggiati al suolo e le prove andranno effettuate rispettando la disposizione geometrica (vedi art. 4.51.6.3).
Rispetto ai valori minimi esposti nella certificazione, è ammessa una tolleranza in difetto del 5%; in ogni caso dovranno essere rispettati i dati progettuali.

4.51.5.2 Misure effettuate per controllare in situ l'insertion loss di barriere o di sistemi insonorizzanti (Misure da effettuare ante e post operam)

La costruzione della barriera antirumore deve risultare acusticamente ermetica, in particolare in corrispondenza dei giunti di dilatazione, delle uscite di sicurezza, dei raccordi di manufatti, sui giunti di dilatazione delle opere d'arte, ecc.
Questa proprietà deve essere assicurata mediante un corretto montaggio, senza lasciare quindi fessure o giochi fra pannelli, fra pannelli e montanti e fra pannelli ed elementi di supporto di base.
Pertanto le misure appresso riportate sono finalizzate a verificare l'insertion loss (perdita o diminuzione per inserzione) dovuta alla presenza di una barriera o sistema di insonorizzazione.
In questo caso dovranno essere effettuate due misure distinte "ante e post operam" almeno in un punto per ogni tratta distinta di intervento, facendo attenzione che le condizioni atmosferiche siano sostanzialmente equivalenti.
Il metodo di misura utilizzabile è il seguente:

- Ciascuna prova dovrà essere effettuata con due fonometri contemporaneamente, disposti l'uno vicino alla sorgente di rumore e l'altro in corrispondenza di un punto significativo scelto come riferimento, in modo da poter valutare l'attenuazione in termini di differenza dei livelli sonori equivalenti "Leq" registrati nelle due postazioni.
  Tale differenza risulta indipendentemente dalle condizioni di traffico nell'intervallo di misura e quindi in fase di collaudo dell'intervento sarà confrontata con i valori riscontrati dopo la realizzazione dell'intervento di protezione. Occorre fare attenzione a che il fonometro disposto in prossimità della sorgente sia posizionato in modo da non risentire degli effetti di schermatura e di riflessione indotti dalla realizzazione dell'opera.
- Per i tempi di misura dovrà essere seguita la tecnica del campionamento, relativamente ai periodi diurno e notturno, misurando il livello equivalente per un tempo dato dal maggiore dei seguenti valori:

  dove Q è il numero dei veicoli/ora e considerando questo livello equivalente come rappresentativo del livello equivalente orario. Durante i singoli campionamenti bisognerà stimare anche il flusso veicolare, sia come composizione che come volume.

$$t = 15 \text{ minuti}$$

$$t = \frac{3000}{Q} \text{ minuti}$$

  Il microfono alla sorgente dovrà essere posizionato in un punto "neutro" rispetto all'eventuale futura opera di insonorizzazione: in particolare nel caso si preveda la realizzazione di una barriera, tale microfono dovrà essere posizionato 1 m al di sopra della barriera stessa.
  Oltre che alle misure nel punto significativo, prima descritto, è comunque obbligatorio effettuare una prova secondo la tecnica del doppio fonometro sopra descritta in un punto standard disposto a 10 m dietro la barriera e ad un'altezza dal piano di campagna di 1,5 m.
  Nel caso in cui non fosse possibile eseguire le misure ante operam, la tecnica del doppio fonometro verrà impiegata secondo le modalità descritte (vedi allegato A, fig. 6).

4.51.6. Allegati

4.51.6.1 Prova di tenuta ai liquidi

a) Principio della prova.
Il principio del metodo consiste nell'applicare una quantità d'acqua ed una pressione d'aria definite sulla superficie perforata del pannello misurando la quantità d'acqua che l'attraversa.

b) Apparecchiatura di prova.
L'apparecchiatura consiste di:

- cassone in lamiera, fissato alla parete in calcestruzzo del laboratorio per mezzo di tiranti munito di apertura anteriore nella quale vengono fissati i pannelli in prova;
- circuito di spruzzatura costituito da n.9 ugelli, tubazioni di collegamento alla rete di distribuzione e dispositivi di controllo e misura della pressione e della portata dell'acqua secondo lo schema (vedi allegato 1, fig. 1);

- circuito di ventilazione che permette di creare la differenza di pressione necessaria tra due facce del pannello, costituito da ventilatore di portata, condotte in lamiera, manometro differenziale.

c) Parete di prova.
La provetta deve essere costituita da n.3 pannelli di lunghezza 1.5 m sovrapposti per formare una parete di superficie 1.5m x 1.5m.
I perimetri di giunzione tra i pannelli e quelli tra i pannelli ed il cassone devono essere perfettamente sigillati con mastice.
I pannelli utilizzati per questa prova devono essere di normale produzione, ma privi dei materiali insonorizzanti.
L'acqua di penetrazione deve essere raccolta dalle testate dei pannelli con appositi recipienti e misurata. L'acqua che non penetra nei pannelli viene raccolta sul fondo del cassone ed evacuata tramite scarico sul fondo.

d) Metodo di innaffiamento.
Il dispositivo di innaffiamento è costituito da tre rampe orizzontali fisse, equidistanti tra loro, sistemate in un piano verticale parallelo al piano della parete in prova, distante da questa 400 mm (vedi allegato 1, fig. 1).
Ogni rampa è equipaggiata da tre ugelli spruzzatori distanti 500 mm con l'ugello centrale in corrispondenza dell'asse della parete.
Ogni ugello ha un getto a cono pieno con angolo di dispersione di 700 e portata nominale di 0.5 L/1', con pressione dell'acqua di 2 Kg/cm². L'asse del getto deve essere perpendicolare al piano della parete.
La portata totale va regolata ad un valore di 2 L/m² x 1'.
La distanza degli ugelli dalla parete deve essere tale da garantire una distribuzione uniforme del liquido su tutta la superficie in prova.

e) Procedura di prova.
I coperchi devono essere posizionati nell'apposita apertura del cassone ed i perimetri di giunzione accuratamente sigillati con mastice al silicone.
Il dispositivo di innaffiamento deve essere regolato con la saracinesca di ingresso, in modo da spruzzare una quantità d'acqua di 2 L/m² x 1', pari ad una portata totale di 270 m³/h circa letta sul flussometro.
Il circuito va lasciato funzionare per cinque minuti circa, prima di iniziare la prova.
Durante la prova devono essere rilevati i seguenti parametri:

- Tempo di inizio e fine prova (minuti primi)
- Portata d'innaffiamento (m³/h)
- Quantità d'acqua innaffiata (L)
- Pressione dell'acqua (kg/cm²)
- Pressione dell'aria contro la parete (daPa)
- Quantità di acqua penetrata nei pannelli (L)

Per ogni provetta vanno eseguite due misure, una con pressione sulla parete di 50 daPa ed una senza pressione d'aria.

4.51.6.2 *Prova della stabilità degli elementi delle pareti antirumore con carico dovuto al vento*

Procedimento di prova di carico dell'elemento coricato orizzontalmente su due sostegni.
a) Condizioni di prova:
La prova si svolge su due elementi standard previsti per il montaggio, i quali vengono sottoposti ad un sistema di carico costituito da una lamiera di acciaio ripartitrice del carico di uguale dimensione dell'elemento in prova e da 15 profilati a doppio T HEB 160 lunghi come l'altezza dell'elemento in prova. Il carico totale da applicare verrà indicato dal progettista.
I montanti di sostegno vengono disposti orizzontalmente alla distanza prescritta aumentata di 2,5 cm (per le pareti antirumore standard: 3,025).
I sostegni non devono subire spostamenti laterali; a tal fine devono essere previsti flessimetri aventi una sensibilità di 0,01 mm.
Lo schema di prova e la posizione degli strumenti di misura sono indicati (vedi allegato 2, fig. 1).
I profilati a doppio T devono essere disposti simmetricamente sulla lamiera partendo dal centro verso l'esterno.
Si devono quindi eseguire due saggi disponendo a turno uno dei due elementi sui sostegni, il primo con il lato forato e l'altro con il lato pieno rivolto verso l'alto. In ciascuna delle due prove, trenta minuti dopo aver sistemato l'elemento e la lamiera ripartitrice del carico, si misura l'inflessione al peso proprio. In questa posizione l'elemento viene caricato con la lamiera e i profilati a doppio T. Trenta minuti dopo aver sistemato l'intero carico si misura l'inflessione al carico e al peso proprio. Infine, trenta minuti dopo aver tolto i profilati a doppio T si determina l'inflessione permanente" (che in un primo momento comprende ancora l'inflessione al peso proprio).
Tutte le misurazioni dell'inflessione devono aver luogo nel punto centrale tra i sostegni sul lato superiore della lamiera ripartitrice del carico per entrambi i bordi. Si calcola la media aritmetica per i valori d'inflessione relativi ai due bordi della lamiera ed il valore ottenuto rappresenta l'inflessione.
L'Istituto di prova deve inoltre stabilire il peso totale degli elementi e dei corpi isolanti ed assorbenti installati ed infine verificare tutte le dimensioni importanti del sistema sottoposto a prova, soprattutto lo spessore della parete.
b) Requisiti:
Per i due elementi sottoposti al carico valgono le seguenti disposizioni: l'inflessione complessiva totale non deve superare 1/115 e l'inflessione permanente 1/1.500.
Inoltre gli elementi non devono rompersi né uscire dai loro supporti. Le parti interne (lastre isolanti e assorbenti) non devono rovinarsi durante la prova.
Certificato di prova.
Il certificato di prova deve contenere quanto segue:

- Designazione del sistema antirumore sottoposto a prova con descrizione del sistema.
- Schizzo del sistema (raffigurazione degli elementi) con tutte le dimensioni importanti, in particolare spessore delle pareti, in scala 1:20.
- Peso totale dell'elemento senza le eventuali guarnizioni necessarie per il montaggio (con fotografia dell'elemento durante la pesata).

- Peso dei corpi isolanti e assorbenti.
- Scelta dei provini e nome di chi esegue la prova.
- Descrizione della disposizione per la prova con schizzi e temperatura di prova.
- "Inflessione al peso proprio".
- "Inflessione complessiva totale" comprensiva del carico dovuto al vento e del peso proprio.
- "Inflessione permanente".
- Valutazione finale dell'Istituto di prova con la dichiarazione dei requisiti.

4.51.6.3 Metodo impulsivo (secondo la Norma AFNOR S 31-089 modificata)

Con questa metodologia di prova si misurano le seguenti proprietà fisiche dei pannelli:
1. potere fonoisolante (espresso in decibel): ovvero la capacità di un materiale di "opporsi" alla propagazione del rumore attraverso di esso;
2. potere fonoassorbente (espresso in %): ovvero la capacità di un materiale di "dissipare" l'energia sonora su di esso incidente.

Invece con la stessa tecnica non è possibile valutare l'attenuazione totale prodotta dalla barriera nei punti disturbati (quantità generalmente indicata con il termine "insertion loss"), in quanto essa è fortemente influenzata anche dall'altezza, lunghezza e posizione della schermatura, ovvero dai dati di progetto.

A) Fonoassorbimento in incidenza normale (vedi allegato 3, fig. A).

Le superfici di barriera interessate sono un cerchio di raggio 0.6 m con centro sulla proiezione di M2 sulla barriera (nel caso di incidenza normale), ed un'ellisse di circa 2 m² (nel caso di incidenza obliqua).

B) Fonoisolamento in incidenza normale (vedi allegato 3, fig. B).

I segnali che interessano (onda diretta, onda riflessa e onda trasmessa arrivano in tempi diversi all'analizzatore, in quanto SM1 = SM2 e pertanto occorre correggere i valori ottenuti dal fattore di divergenza geometrica.

In ogni caso bisogna che la finestra temporale di analisi abbia la stessa durata, come mostrato (vedi allegato 3, fig. C).

La differenza fra gli spettri M1 e M2, corretta del fattore di divergenza K, permette di ricavare i valori del coefficiente di fonoisolamento e di fonoassorbimento in funzione della frequenza.

Tutti i dettagli di calcolo sono riportati nella norma AFNOR S31-089.

Allegato A

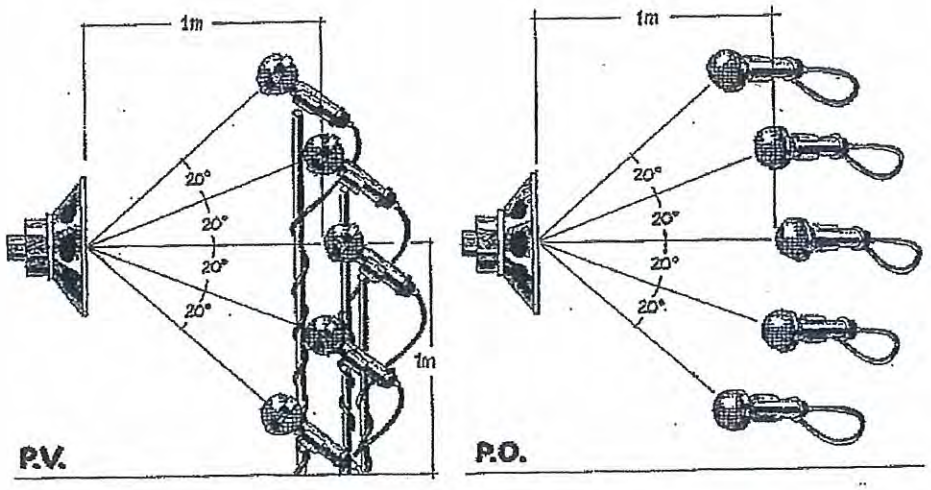


Fig. 1 - Determinazione della direttivita' della sorgente

Allegato A

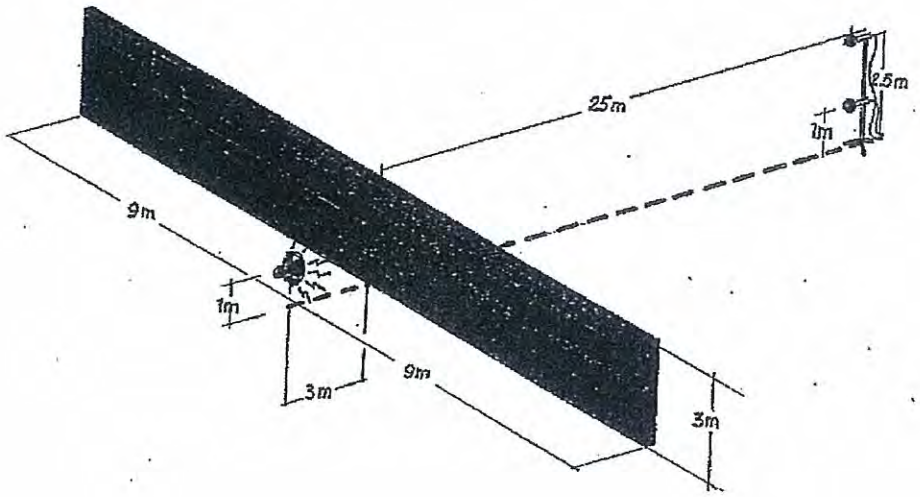
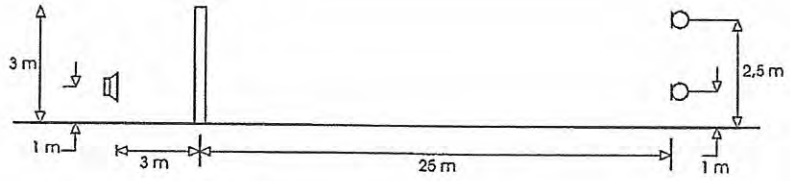


Fig. 2 - Esempio di disposizione della strumentazione per misure in campo aperto

Allegato A



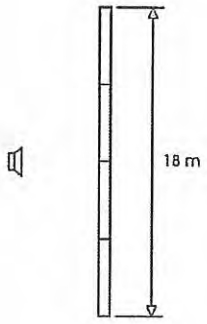


Fig. 3 - Misura di Insertion Loss

Allegato A

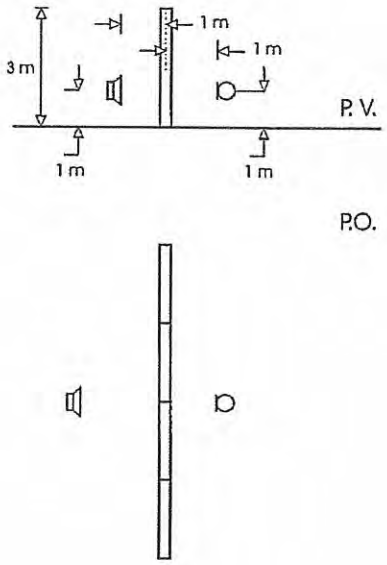


Fig. 4 - Misura di Fonoisolamento

Allegato A

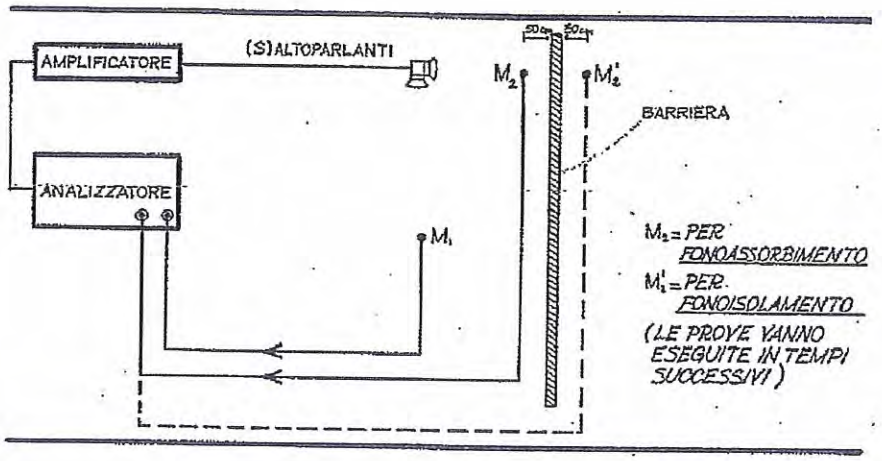


Fig. 5 - Metodo Impulsivo

Allegato A

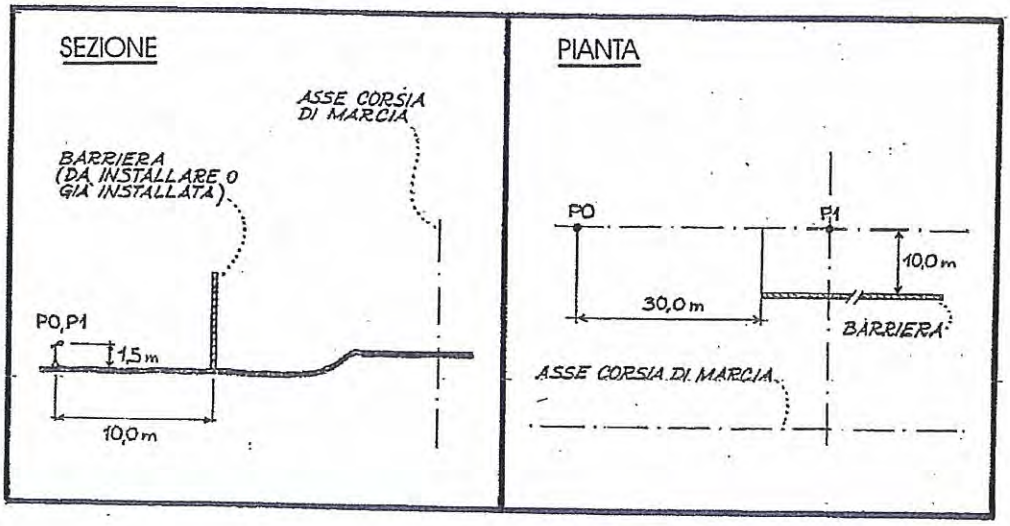


Fig. 6 - Misura con doppio fonometro

Allegato A

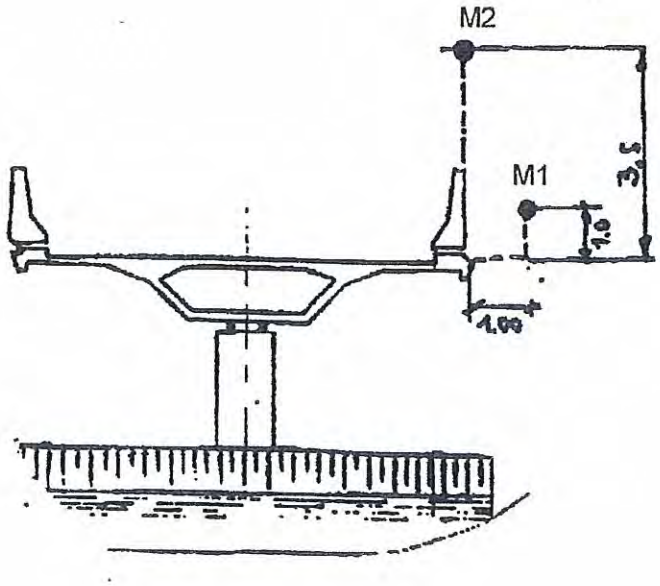


Fig. 7 - Misura di Insertion Loss tramite la disposizione di due microfoni M1 ed M2

Allegato n. 1

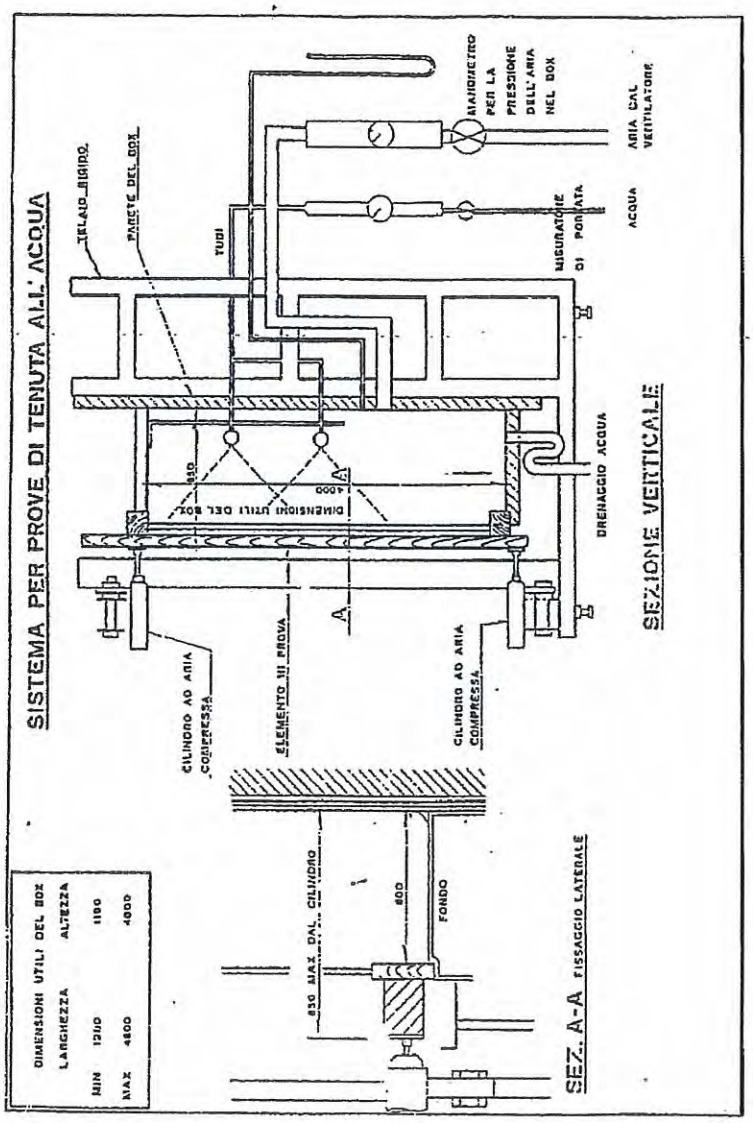


Fig. 1 - Sistema per prove di tenuta all' acqua

Allegato n. 2

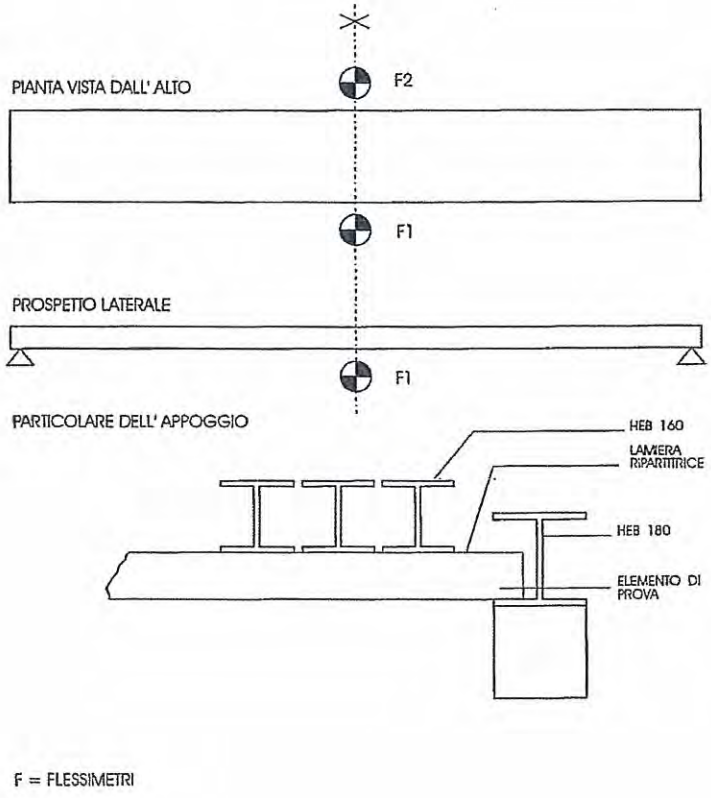
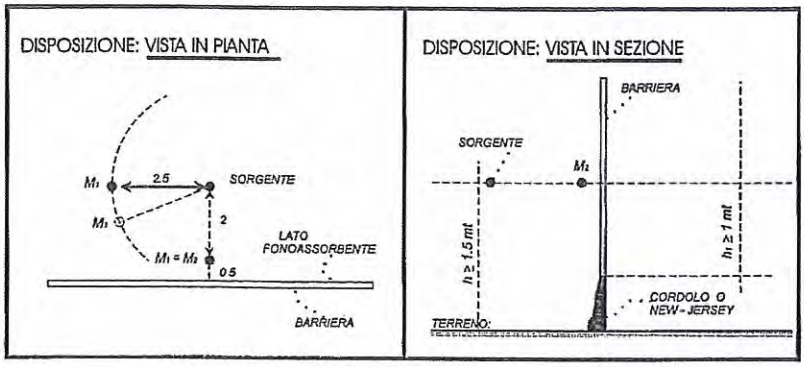


Fig. 1 - Schema di prova della stabilita' degli elementi delle pareti antirumore con carico dovuto al vento



Allegato n. 3

FONOISOLAMENTO IN INCIDENZA NORMALE

Fig. B

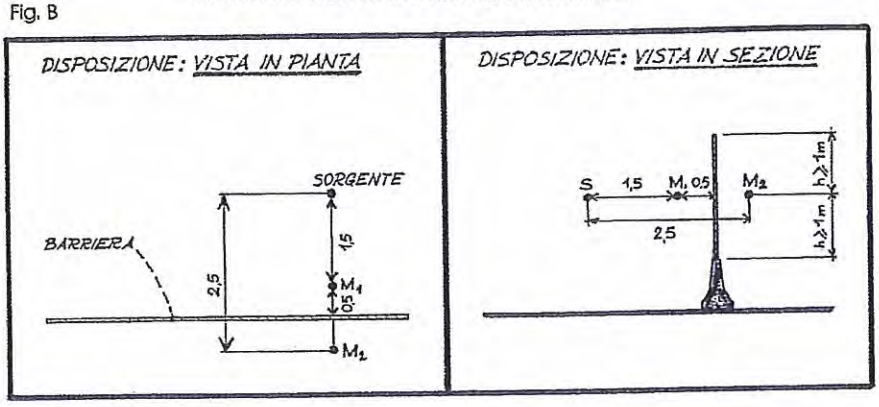
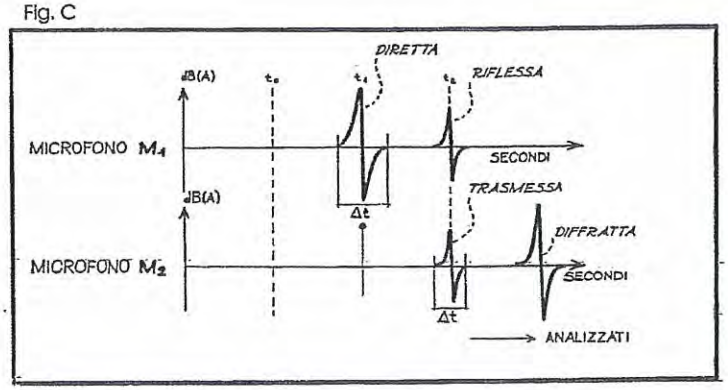


Fig. C



UNITÀ DI MISURA SECONDO IL SISTEMA INTERNAZIONALE (SI)

I valori corrispondenti alle unità di misura riportati nel fascicolo possono essere convertiti nel sistema internazionale SI (Norma CNR-UNI 10003-74) mediante la seguente tabella:

Grandezza	Norme	Simbolo
Lunghezza	Metro	m
Massa	Chilogrammo	kg
Forza	Newton	N
Pressione, Tensione	Pascal	Pa
Energia	Joule	J
Potenza	Watt	W
Tensione	Volt	V

FATTORI DI CONVERSIONE

Forza		**Pressione, Tensione**	
1N	=0,10197 kgf	1 Pa (N/m²)	=0,1 mbar
1 daN	=1,0197 kgf	1daN/cm²	=1,0197 kgf /cm²
1 Kn	=1000 N	1 kPa (KN/ m²)	=0,01 kgf /cm²
	=101,971 kgf		=10 mbar
	=224,809 lbf		=20,885 lbf /ft²
	=0,101971 t		=0,2953 in Hg
1 kgf	=9,80665 N	1 MPa	=10,2 kgf /cm²
	=2,20462 l bf	1 lbf / in² (psi)	=0,07031 kgf /cm²
Massa	=0,01968 cwt		=6,89476 kPa
1 kg	=0,102968 cwt	1 lbf / ft²	=47,8803 Pa
	=2,20462 lb	1 tf / ft²	=1,094 Kgf / cm²
1g	=0,03527 oz		=107,252 kPa
1t	=1000 kg	1 bar	=100 kPa
	=0,98420 ton (inglesi)		=14,5038 lbf / in²
1 cwt	=50,8023 kg	1 mbar	=100 Pa
1 lb	=0,45359 kg		=2,0885 lbf / in²
1 oz	=38,349 g	1 atm	=101,325 kPa
Capacità, Volume			=14,6959 lbf/in²
1m³	=1,30795 yd³	1 mm Hg (torr)	=133,322 Pa
1 dm³ (litro)	=0,3531 ft³		=0,01934 lbf / in²
	=1,7605 pint	1 mm H_2O	=9,80665 Pa
	=0,21997 imp gal	**Densità**	
	=0,2642 US gal	1 kg / m³	=1,686 lb / yd³
1 cm³ (ml)	=0,06102 in³	1 g / cm³	=62,4280 lb / ft³
	=0,0352 fl oz	1 t / yd³	=1328,94 kg / m³
1 yd3	=0,76455 m³	1 lb / yd³	=0,593 kg / m³
1 ft3	=28,3168 dm³	1 lbf/ in³	=27,6799 g / cm³
1 in3	=16,3871 cm³	**Energia**	
1 imp gal	=4,54609 dm³	1 Mj	=0,277778 kWh
1 US gal	=3,78541 dm³	1 J	=0,737562 ft lbf
1 pint	=0,56826 dm³	1 kgf m	=9,80665 J
1 fl oz	=28,4131 cm³	1 Btu	=1,05506 kJ

4.52. IMPIANTI TECNOLOGICI A SERVIZIO DELLA TRATTA AUTOSTRADALE

4.52.1. AVVERTENZE GENERALI

I materiali e forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di legge, di capitolato e degli altri atti contrattuali; dovranno essere delle migliori qualità e, nelle rispettive loro specie, dovranno risultare di precisa e corretta lavorazione.
Potranno essere ammessi materiali speciali, o non previsti, solo dopo esame e parere favorevole della D.L. Il Direttore dei Lavori ha facoltà di rifiutare in qualunque tempo i materiali e le forniture che non abbiano i requisiti prescritti, che abbiano subito deperimenti dopo l'introduzione nel cantiere o che per qualsiasi causa non risultassero conformi alle condizioni contrattuali.
L'Impresa dovrà provvedere a rimuovere dal cantiere le forniture ed i materiali rifiutati e sostituirli a sue spese con altri idonei.
Qualora l'Impresa non effettuasse la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, vi provvederà direttamente la Direzione dei Lavori stessa a totale spesa dell'Impresa, a carico della quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione così eseguita.
Qualora venisse accertata la non corrispondenza alle prescrizioni contrattuali dei materiali e delle forniture accettate e già poste in opera, si procederà come disposto dall'art. 23 del Capitolato Generale di Appalto per le opere di competenza del Ministero dei Lavori Pubblici.

4.52.2. MATERIALI E FORNITURE IN GENERE

Tutti i materiali occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc. scelti ad esclusiva cura e rischio dell'impresa, la quale non potrà accampare alcuna eccezione qualora in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, degli stabilimenti, dei depositi, ecc., i materiali non fossero più corrispondenti ai requisiti prescritti oppure venissero a mancare ed essa fosse obbligata a ricorrere ad altri stabilimenti, depositi, ecc. in località diverse e a diverse distanze o da diverse provenienze; intendendosi che, anche in tali casi, resteranno invariati i prezzi stabiliti in Elenco come pure tutte le prescrizioni che si riferissero alla qualità e dimensione dei singoli materiali.
L'Impresa è obbligata a notificare alla D.L., in tempo utile, e in ogni caso almeno quindici giorni dall'impiego, la provenienza dei materiali e delle forniture per il prelevamento dei campioni da sottoporre, a spese dell'impresa, alle prove e verifiche che la Direzione Tecnica reputasse necessarie prima di accettarli.
Lo stesso obbligo ha l'impresa nel caso di eventuali successive modifiche dei luoghi di provenienza dei materiali o delle forniture.
La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o fra diversi tipi dello stesso materiale sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della D.L., la quale per i materiali da acquistare si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà. A queste condizioni e purché i materiali corrispondano ai requisiti di seguito fissati, l'Impresa è libera di provvedere i materiali ove reputerà più opportuno.
I materiali potranno essere posti in opera solamente dopo essere stati accettati dalla D.L.
In correlazione a quanto prescritto nel presente Capitolato in merito alla qualità e le caratteristiche dei materiali e delle forniture in genere l'Impresa è obbligata a prestarsi in ogni tempo a tutte le prove dei materiali e delle forniture da impiegarsi o che abbiano già trovato impiego. Tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori prove autorizzati per legge o a quelli di fiducia indicati dalla Società Appaltante compreso quello della Società Appaltante medesima, oltre le spese occorrenti per le sperimentazioni, saranno a carico dell'Impresa. Gli addetti al Laboratorio come quelli della D.L. dovranno avere libero accesso e completa possibilità di controllo in tutti i cantieri, ove avviene l'approvvigionamento, la confezione e la posa in opera dei materiali previsti in appalto.
Il prelievo dei campioni da esaminare potrà essere eseguito in qualsiasi momento e gli addetti alle cave, agli impianti, ai mezzi di approvvigionamento o di posa dovranno agevolare le operazioni di prelievo. Per i campioni asportati dall'opera in corso di esecuzione, l'Impresa è tenuta a provvedere a sua cura e spese, al ripristino della parte manomessa.
Le prove sopraddette, se necessario, potranno essere ripetute anche per materiali e forniture della stessa specie e provenienza, sempre a spese dell'Impresa. L'esito favorevole delle prove, anche se effettuate nel cantiere, non esonera l'impresa da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano nelle opere i prescritti requisiti. Potrà essere ordinata la conservazione dei campioni, munendoli di sigilli e firma del D.L. e del Responsabile del cantiere per conto dell'Impresa, al fine di garantirne l'autenticità.
L'accettazione dei materiali, che normalmente è definitiva dopo che i materiali sono posti in opera, non può mai pregiudicare il diritto della D.L. di rifiutare in qualsiasi tempo, anche se già posti in opera e fino a collaudo definitivo, i materiali che non corrispondessero ai requisiti ed alle caratteristiche contrattuali. I materiali di rifiuto, come sopra detto, devono essere allontanati dal cantiere entro il termine fissato dalla Direzione Tecnica a completa cura e spese dell'Impresa.
In caso di inadempienza vi provvederà la Direzione dei Lavori a totale spesa dell'impresa.

4.52.3. DISPONIBILITA' DEI MATERIALI

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali in materia; in mancanza di particolari prescrizioni tali materiali dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.
Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 21 del Capitolato Generale delle Opere Pubbliche, e della circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 2357 dd. 16 maggio 1996.
In ogni caso i materiali prima della posa in opera dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

4.52.4. CERTIFICATO DI QUALITÀ' (QUALIFICAZIONE)

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali prescritti dal presente Capitolato speciale d'Appalto, dovrà esibire al Direttore dei Lavori, prima dell'impiego per ciascuna apparecchiatura principale descritta del presente Capitolato, un elenco dei dati garantiti. Dovrà inoltre essere presentato: un certificato di qualità rilasciato dalla CESI o da un altro laboratorio ufficiale accettato dalla D.L. ed allo scopo sarà sufficiente un certificato delle prove "tipo" eseguite entro gli ultimi due anni; di dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati atti ad accertare i valori caratteristici richiesti alle conformità alla normativa vigente.
Qualora i prodotti proposti fossero sprovvisti del certificato di qualità ovvero fosse di epoca non recente od anche rilasciato da laboratorio non riconosciuto, si dovrà procedere alla verifica delle caratteristiche generali del prodotto in conformità alle prescrizioni e norme di riferimento stabilite nel presente capitolato.
Tale verifica deve essere condotta su prodotti inviati dall'Impresa, unitamente ad una dichiarazione di rispondenza alle norme e di invariabilità dei prodotti che verranno installati.
Per tale verifica, che la Società provvederà a fare effettuare da Istituto autorizzato, dovrà essere fornita la quantità di prodotto necessaria per l'esecuzione di tutte le prove previste dalla normativa vigente. Si intende che tali certificazioni saranno richieste esclusivamente per il macchinario o le apparecchiature per i quali sono normalmente effettuate le prove di tipo.
La prova potrà essere sostituita da una prova già effettuata di cui sarà prodotta idonea documentazione.

4.52.5. ACCERTAMENTI PRELIMINARI (ACCETTAZIONE)

Il Direttore dei Lavori, prima dell'inizio dei lavori, dopo aver preso visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, si accerterà alla rispondenza delle caratteristiche dei materiali o dei prodotti proposti per l'impiego in base alle indicazioni dei relativi certificati di qualità, in rapporto alle prescrizioni del presente Capitolato. Potrà inoltre disporre, ove ritenuto necessario ed a suo insindacabile giudizio, anche ulteriori prove di controllo a spese dell'Impresa.
Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alla necessaria sostituzione dei materiali, previa presentazione di nuove campionature ed esibizione di un nuovo certificato di qualità.
Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista dal presente Capitolato e nel caso che le medesime difformità fossero imputabili a negligenze od a malafede dell'Impresa, il Direttore dei Lavori ne riferirà alla Committente.

4.52.6. PROVE SISTEMATICHE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA

In relazione a quanto precisato al precedente capo circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a presentarsi alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni e laboratori ufficiali indicati dalla Società, ed anche alle verifiche in sito, sulle rispondenze funzionali di ogni prodotto dopo la sua installazione.
I campioni verranno prelevati in contraddittorio.
Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.
I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti del presente capitolato.

4.52.7. PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DEI PRINCIPALI LAVORI

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte nonchè alle prescrizioni che qui vengono date per le principali categorie di lavori.
Per tutte le categorie di lavori e quindi anche per quelle relativamente alle quali non si trovino nel presente Capitolato ed annesso Elenco dei prezzi prescritte speciali norme, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica attendendoli agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione dei Lavori all'atto esecutivo.
Tutti i lavori in genere, principali ed accessori previsti o eventuali dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali e magisteri appropriati e rispondenti alle specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.
Avranno le forme precise, dimensioni e grado di lavorazione che saranno stabiliti e soddisferanno alle condizioni generali e speciali indicate nel presente Capitolato.

4.52.8. REQUISITI DI CORRISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI.

L' impresa dovrà essere in primo luogo riconosciuta ed essere in possesso dei requisiti tecnico professionali ai sensi dell art.1 del D.M. 11-06-1992, oltre a possedere responsabile tecnico riconosciuto ai sensi dell'articolo 1 del D.M.11-06-1992 e della legge n° 46 del 05-03-1990.
Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, giusta prescrizione della legge 1 Marzo 1968, n. 186.
Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di formulazione del contratto ed in particolare essere, conformi alle prescrizioni di Autorità Locali, comprese quelle del VV.F., alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda distributrice dell'energia elettrica, alle prescrizioni e indicazioni della TELECOM alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) UNI, delle direttive Europee EN.

Nell'esecuzione dell'impianto elettrico l'appaltatore dovrà attenersi strettamente alla Legge 5.3.1990, n° 46 ed al relativo regolamento di attuazione DPR 6.12.1991 n°447.e dei decreti Ministeriali successivi; D.M 20-02-1992, D.M. 22-04-1992, D.M. 24-08-1992, D.M. 11-06-1992, D.M. 18-04-1994.
In particolare, l'impianto elettrico dell'opera sarà eseguito in base al progetto esecutivo redatto a cura della Impresa ed approvato dalla Società.
L'Impresa dovrà inoltre produrre una relazione contenente la tipologia dei materiali impiegati nell'esecuzione dell'impianto elettrico.
Il progetto finale, nonché la relazione sulla tipologia dei materiali impiegati, farà parte integrante della dichiarazione di conformità che l'Appaltatore dovrà rilasciare alla fine dei lavori, così come disposto dall'art. 9 della già citata Legge 5.3.90 n°46.
Nella dichiarazione di conformità la Ditta dovrà altresì dichiarare di aver rispettato gli elaborati di cui all'art. 2 alla voce Allegati Facoltativi e allegare il resoconto delle operazioni di verifica previste dal presente capitolato.
In base inoltre all'art. 12 comma 2 della citata legge 46, deve essere consegnata anche la dichiarazione di conformità relativa alle opere elettriche che si rendessero necessarie per la costituzione del cantiere per la realizzazione dell'intero impianto. Quando l'impresa edile si avvale di proprio personale per l'esecuzione degli impianti elettrici di cantiere deve avere l'abilitazione ad operare con proprio ufficio tecnico interno secondo quanto stabilito dal regolamento di attuazione ed avrà il compito di inviare tale dichiarazione alla Commissione Camerale competente per territorio.
Per la sicurezza delle apparecchiature e degli impianti la ditta dovrà fare riferimento alla norme CEI come specificato nel presente capitolato ed ai seguenti decreti Ministeriali e leggi

- D.P.R. n° 547 del 27-04-1955 Norme per la prevenzione degli infortuni
- D.P.R. n° 459 del 1996 direttiva macchine
- Decreto legislativo n° 615 del 12-11-1996 di attuazione della direttiva CEE 89/336, relativo alla compatibilità elettromagnetica e delle direttive CEE 92/31, 93/68 e 93/97 di modifica ed integrazione.
- Decreto legislativo n° 626 del 25-11-1996 e n° 277 del 31-07-1997 di attuazione della direttiva CEE 73/23 e CEE93/68, direttiva bassa tensione.
- Decreto legislativo 626/96 e 615/96 marchiatura CE dei prodotti e delle apparecchiature.

4.52.9. QUALITA' E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E DELLE APPARECCHIATURE

Tutti i materiali, gli apparecchi e/o apparecchiature impiegate negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui vengono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità' alla quali possono essere sottoposte durante l'esercizio.
Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e le tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistono; inoltre gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia CEI e la lingua italiana.
Dovranno inoltre riportare il marchio CE e ove possibile il marchio IMQ o equivalente marchio estero.

4.52.10. VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI

Durante il corso dei lavori la Amministrazione Appaltante si riserva di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti di impianti, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del presente capitolato speciale di appalto.
Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi, ecc.), nonché in prove di isolamento e di funzionamento ed in tutto quello che può essere utile allo scopo accennato.

4.52.11. NORME PER IL COLLAUDO DEFINITIVO DEGLI IMPIANTI

Il collaudo definitivo accerterà che gli impianti ed i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano rispondenti al presente Capitolato Speciale d'Appalto per Impianti Elettrici, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto stesso.
Il collaudo verificherà fra l'altro la rispondenza alle disposizioni di legge, alle prescrizioni del VV.FF, a prescrizioni particolari concordate con la Direzione Lavori e alle norme CEI relative al tipo di impianto, come di seguito descritto.
In particolare, saranno effettuate le seguenti verifiche:

a) Osservanza delle norme tecniche generali
b) Corrispondenza a tutte le richieste e preventive indicazioni precisate nel progetto e purché non siano state concordate dalle modifiche successive
c) Corrispondenza dei materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali, siano stati presentati i campioni.

4.52.12. VERIFICHE A CARICO DELL'IMPRESA

L'impresa nella realizzazione dell'impianto dovrà assicurarsi che siano verificate le seguenti condi-zioni. Su richiesta della D.L. alcune verifiche potranno essere effettuate con la presenza della stessa.
La verifica dell'impianto potrà essere effettuato da personale della Società appaltatrice, se a carico dell'impresa, dovrà essere effettuata da un professionista iscritto all'albo.

a) Tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto elettrico e apposizione dei contrassegni di identificazione.
   Tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore devono essere del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi conduttori il dimensionamento deve essere fatto in base alla portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre tutti i componenti devono essere dotati dei debiti contrassegni di identificazione.

b) Sfilabilita' dei cavi nei tubi.

La verifica consiste nell'estrarre uno o più cavi da un tratto di tubo compreso tra due elementi di infilaggio successivi e nell'osservare che questa operazione non abbia danneggiato il cavo stesso.

c) Resistenza di isolamento.

La misura si deve effettuare tra conduttore e conduttore attivo e tra questi (durante la misura i conduttori di fase e di neutro possono essere collegati assieme) ed il circuito di terra. Durante la misura gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti.
La misura è relativa ad ogni circuito intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.
Le misure devono essere effettuate in c.c. con un apparecchio di prova in grado di fornire la tensione di prova indicata nella tabella 61A della norma CEI 64-8/6 quando eroga la corrente di 1mA.

Tensione nominale del circuito (V)	Tensione di prova c.c. (V)	Resistenza di isolamento (MΩ)
SELV e PELV	250	>= 0.250
Fino a 500 V	500	>= 0.5
oltre i 500 V	1000	>= 1.0

d) Misura delle cadute di tensione.

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; si inseriscono un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).
Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture,
Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

e) Protezioni contro i corto circuiti ed i sovraccarichi.

Il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i corto circuiti, deve essere adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
La taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi deve essere correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

f) Protezione contro i contatti indiretti.

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norme CEI 64-8).
Si ricorda che per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. n. 547/1955 va effettuata la denuncia degli stessi alle Unità (USL) a mezzo dell'apposito modulo fornendo gli elementi richiesti e cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.
Si devono effettuare le seguenti verifiche:
Deve essere eseguita la misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, con l'impianto nelle normali condizioni di funzionamento, con il metodo voltamperometrico e verificare il coordinamento tra tale valore e le protezioni di massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali.
Deve essere eseguita la misura del valore dell'impedenza totale del circuito di guasto nei sistemi TN-S, soprattutto per quelle utenze installate nelle condizioni peggiori (collegamento lungo fra utenza e dispositivo di protezione), verificando il coordinamento fra tale valore ed i dispositivi di massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali. In quest'ultimo caso va riportato anche il potere di interruzione differenziale del dispositivo.

g) Coordinamento delle protezioni

Tramite l'utilizzo delle curve tempo/corrente dovrà essere verificato l'intervento ed il coordinamento delle protezioni.
Il resoconto di tutte le operazioni di verifica presenti nel art. 18 deve essere messo per iscritto, firmato e consegnato a fine lavori alla Direzione Lavori.

h) Verifica dei livelli di illuminazione

Tramite l'apposito strumento si procede al rilevamento, nella varie sezioni di galleria, dei livelli minimi di illuminazione presenti, nei riguardi dell'impianto di illuminazione di emergenza saranno eseguite prove e misure per il determinamento del tempo di durata nel funzionamento con le batterie tampone.

i) Continuità dei conduttori di protezione

Deve essere eseguita una prova di continuità. La prova deve essere eseguita con una corrente di almento 200mA utilizzando una sorgente di tensione alternata o continua compresa tra 4 e 24 V a vuoto.
Con questa misura non si vuole valutare la resistenza ma semplicemente l'esistenza o meno della continuità elettrica.

l) Verifica del fattore di potenza

Tramite appositi strumenti registratori dovrà essere monitorato l'andamento del fattore di potenza, in ottemperanza ai carichi inseriti, onde verificarne l'effettivo valore durante l'acrco delle 24 ore , nelle diverse condizioni di funzionamento degli impianti.

4.52.13. STRUMENTAZIONE PER LE VERIFICHE IN CORSO D'OPERA, PER LA VERIFICA PROVVISORIA E PER IL COLLAUDO DEFINITIVO DEGLI IMPIANTI

Per le verifiche in corso d'opera, per quella provvisoria ad ultimazione lavori e per il collaudo definitivo, la Ditta è tenuta, su richiesta della Amministrazione Appaltante, a mettere a disposizione le apparecchiature e gli strumenti adatti per le misure necessarie, senza potere per ciò accampare diritti a maggiori compensi.

4.52.14. DOCUMENTAZIONE DA PRESENTARE

Entro la data prevista per il collaudo l'Appaltatore consegnerà alla Direzione dei Lavori la seguente documentazione.

Pos.	Descrizione Documento	Copie	Formato
A	**Certificati previsti dalla Legge 46/90**		
	Dichiarazione di conformità	2	Originale
	Relazione con tipologie materiali utilizzati costituita da:	2	Originale
	- Relazione vera e propria (sostituita dal progetto ove previsto)		
	- Elencazione dei componenti impiegati con le informazioni necessarie per indicare la loro conformità alla regola d'arte.		
	Riferimenti a dichiarazioni di conformità parziali	2	Originale
	Progetto impianto (art. 4 comma 2 DPR 6/12/91 n°447)	2	Originale
	Relazione tecnico descrittiva		
	Tabella cavi di potenza e di segnale		
	Planimetria con la disposizione dei componenti elettrici (quadri, prese, interruttori, illuminazione, rete di terra, piastre di equipotenzialità, strumentazione, vie cavi aeree ed interrate)		
	Schema unifilare della distribuzione in MT ed in bt.		
	Schemi dei quadri dell'impianto		
	Certificato requisiti tecnico-prof.(DM11/6/92 Min.ind.art.)	2	Copie
	Modello B (art. 328 dpr 27/4/55 n°547)	2	Copie
	Comunicazione ente erogante della Icc e del t di interv.	2	Copie
	Modello C (tab A e B DM 22/11/58) ove previsto	2	Copie
B	**Operazioni di verifica**		
	Relazione operazioni di verifica previste dal Cap. Sp. App.	2	Originale
C	**Certificati prove di tipo**		
	Certificati delle prove di tipo previsti dalle prescrizioni	2	Copie
	Verifiche e prove sui quadri AS, ANS (CEI 17-13/1 tab.7)		Copia
D	**Disegni e schemi esecutivi impianto**	4	A4(*)
	Schemi unifilari e funzionali di tutti i quadri	4	A4(*)
	Schema impianto di terra e relativi calcoli dimensionali e misure	4	A1-A0(*)
	Schema di flusso	4	A1-A0(*)
	Schema topografico utenze installate	4	A1-A0(*)
	Schema vie cavi interrate, aeree, sotto traccia	4	A1-A0(*)
	Planimetria generale dell'impianto	4	A1-A0(*)
E	**Tabelle riepilogative**		
	Dati dei cavi (sezione, lunghezza, nome..)	4	Copie
	Elenco componenti standard	4	Copie
F	**Depliants illustrativi**		
	Raccolta di tutti i depliants illustrativi dei componenti utilizzati	2	Copie
	La raccolta deve essere accompagnata da una tabella riassuntiva del tipo: Tipo Marca e Modello		
G	**Monografia apparecchiature elettromeccaniche**		
	Marca, modelli, depliants, dati tecnici e norme di manutenzione	2	Copie

(*) L'elaborato deve essere fornito anche su supporto magnetico in formato AutoCAD (r) DWG
(**) L'elaborato deve essere fornito anche su supporto magnetico in formato ASCII o WORD Microsoft (r)
La documentazione di cui alla tabella precedente deve essere raccolta in:
n. 1 teca per i documenti A, B ed C
n. 4 teche, di cui una facilmente consultabile e modificabile, per i documenti D ed E
n. 1 teca per i documenti F e G
n. 1 tubo per i lucidi degli elaborati nei formati A1 ed A0
n. 1 scatola di floppy disk formato 3.5" 1.44Mb per il supporto magnetico o CD ROOM.

4.52.15. GARANZIA DEGLI IMPIANTI

L'impresa è tenuta a riparare tutti i guasti e le imperfezioni che si manifestano negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio. In ogni caso l'impianto elettrico sarà garantito per un periodo di un anno dalla data di fine lavori.

4.52.16. NORMATIVE E MODALITA' DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI

Prescrizioni riguardo i cavi e le condutture elettriche

Riferimento a legislazioni e normative

- Normativa CEI 20-17	Cavi isolati in gomma non propaganti l'incendio II^ edizione anno 1991 e varianti successive
- Normativa CEI 20-21	Calcolo della portata dei cavi parte prima II ^ edizione 1988
- Normativa CEI 20-22	Prova dei cavi non propaganti l'incendio III^ edizione 1987
- Normativa CEI 20-30	Giunzione e terminazione per cavi di energia con tensione 0,6/1 KV in c.a. I^ edizione 1984
- Normativa CEI 20-37	Prove sui gas emessi durante la combustione I^ edizione 1985
- Normativa CEI 20-38	Cavi isolati in gomma non propaganti l'incendio e a basso Sviluppo di gas tossici e corrosivi I^ edizione 1987
-.Normativa CEI 20-40	Guida all'uso di cavi per bassa tensione I^ edizione 1992
- Normativa CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata III^ edizione 1992

I cavi elettrici dovranno essere scelti, dimensionati ed installati nel rispetto delle seguenti prescrizioni:

a) sezioni minime dei cavi
Le sezioni minime dei conduttori saranno calcolate in funzione della effettiva potenza impiegata e della lunghezza dei circuiti devono essere scelte tra quelle unificate.
In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.
Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni le sezioni minime ammesse sono:
- 0.5 mmq per i circuiti di segnalazione e telecomando
- 1.5 mmq per i circuiti di illuminazione e forza motrice
oltre ai valori minimi suddetti la sezione dei cavi sarà determinata anche in funzione dei seguenti parametri:
- portata massima del cavo da assumere in relazione del 70% del valore ammesso dalle tabelle UNEL 35024/70 nella condizione di posa effettiva per tenere conto dei coefficienti di riduzione relativi al mutuo riscaldamento di più linee contemporaneamente funzionanti all'interno di uno stesso cavedio.
- Temperatura ambiente, per tenere conto della sovratemperatura ammessa per ogni singola condotta, in relazione al tipo di posa a alla temperatura del sito ove avviene l'installazione, in accordo a quanto stabilito dalle NORME CEI, in ogni caso non dovrà essere superata la massima temperatura di esercizio ammessa dai cavi in regime permanente come stabilito dalle tabelle 52 D della norma CEI 64/8 Art.522-1.
- Coefficiente di riduzione relativo alle condizioni di posa nella situazione più restrittiva nello sviluppo della linea.
- I valori delle cadute di tensione del sistema elettrico saranno tali da garantire che durante le fasi di avviamento, tenuto conto delle successioni di avviamento, o riavviamento automatico degli utilizzatori non si verifichino fenomeni di abbassamento della tensione tali da provocare la disecitazione di teleruttori o relè alimentati dalle stesse barre o tempi di avviamento eccessivamente lunghi con danneggiamento degli avvolgimenti dei motori. In ogni caso, per le linee di alimentazione di utenze destinate all'illuminazione e forza

motrice, le cadute di tensione non dovranno superare il 4% fra l'origine dell'impianto (il trasformatore o il punto di consegna ENEL) e l'utilizzatore più lontano sotteso alla linea, nelle condizioni di pieno carico; il 15% allo spunto con avviamento a pieno carico.
- La sezione dei conduttori di neutro nei circuiti monofase non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per i soli conduttori in rame nel caso di circuiti polifase con sezione superiore a 16 mmq, la sezione dei conduttori di neutro può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mmq.
- La definizione della sezione dei conduttori di terra e di protezione deve avvenire in ottemperanza con i criteri dell'articolo 543.1 delle norme CEI 64-8/5 e delle prescrizioni del seguente capitolato al punto impianti di terra.
- In ogni caso la sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nelle tabelle 54F delle norme CEI 64-8/5; uguale al conduttore di fase per sezioni fino a 16mmq, metà del conduttore di fase con un minimo di 16mmq per le sezioni maggiori.

b) Colori identificativi dei cavi

I conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione UNEL 00722-74 e 00712 e CEI 64-8/5 e 16-4. In particolare i conduttori di neutro devono essere contraddistinti dal colore blu chiaro, mentre quello di protezione dal bicolore giallo-verde.
Non è ammessa la colorazione con vernici o la nastratura per cavi in formazione multipolare, tuttavia per i circuiti precablati costituiti da più corde di pari sezione e stesso colore della guaina di rivestimento, è possibile contradistinguere le fasi e il neutro con nastri adesivi colorati sempre nel rispetto delle colorazioni previste dalle norme.
I colori da utilizzare per l'identificazione dei vari conduttori sono i seguenti:

conduttore di fase:	marrone, grigio, nero
conduttore di neutro:	blu chiaro
conduttore di protezione	giallo-verde

c) Coefficiente di stipamento nei condotti di contenimento

In rispetto a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8 le dimensioni interni minime o le dimensioni dei cavidotti, siano essi di origine tubolare o a passerella sono le seguenti:

per tubazioni sotto traccia o incassate	1,3 volte il diametro del fascio di cavi
per tubazioni interrate	1,4 volte il diametro del fascio di cavi
per canaline o passerelle	2 volte la sezione del fascio di cavi

I coefficienti sopra elencati dovrebbero garantire la perfette sfilabilità dei singoli conduttori.

d) Caratteristiche costruttive dei cavi e dei conduttori

Tutti i cavi e conduttori impiegati nella realizzazione degli impianti dovranno essere rispondenti alle norme di unificazione UNEL ed alle normative costruttive vigenti stabilite dal Comitato Elettrotecnico Italiano.
Saranno impiegati esclusivamente cavi e conduttori di rame flessibile e in particolare:
- cavi flessibili unipolari o multipolari di tipo FG10 OM1 di classe 0,6/1 KV, isolati in gomma di tipo G10 e ricoperti da guaina protettiva in materiale elastometrico di tipo M1, non propagante l'incendio e a bassissima emissione di gas tossici e corrosivi, per tensioni di esercizio fino a 1000 V. Impiegati per la distribuzione dell'energia e l'alimentazione degli utilizzatori, per posa fissa entro tubazione o su passerella.
- cavi shermati di tipo FG10 OM1 classe 0,6/1 kV per la segnalazione e il comando, in esecuzione non propagante l'incendio e a bassissima emissione di gas tossici e corrosivi, per tensioni di esercizio fino a 1000V. Lo schermo con calza di rame e con conduttori avvolti ad elica (twistatura) per posa fissa in tubazione o canaletta portacavi.
- conduttori flessibili unipolari di tipo NO7-G9K, costituiti da una cordina di rame flessibile isolata in mescola di tipo G9, non propaganti l'incendio a bassissima emissione di gas tossici e corrosivi per tensioni di esercizio fino a 750 V. Impiegati per il cablaggio di quadri elettrici e la distribuzione entro tubazioni sotto intonaco dove non sia richiesti il doppio isolamento.

e) Posa dei cavi nelle canaline su passerelle o nelle tubazioni

Nei cunicoli i cavi saranno posati su staffe oppure su canaline metalliche o in materiale plastico, fissate alle pareti dei cunicoli stessi con interdistanza di 1.5 ml
Tutti gli attraversamenti di transito di cavi attraverso le strutture dei canali portacavi, cassette di derivazione ecc. dovranno essere sempre realizzate con l'ausilio di pressacavi del tipo con bullone a stringere.
Nei punti di passaggio dei cavidotti da un locale all'altro, all'ingresso entro strutture, quadri o altro, dovranno essere previsti diaframmi tagliafuoco
Non verranno ammessi giunti sui cavi tranne che per tratti di lunghezza maggiori delle pezzature standard in commercio.
Eventuali giunzioni devono essere realizzate con materiali idonei e risultare contenuti entro cassette o muffole stagne di protezione, non saranno ammessi giunti in linea eccetto che per i circuiti precablati di illuminazione delle gallerie.
Nelle canaline portacavi i conduttori dovranno essere posati affiancati in maniera ordinata nel rispetto del massimo coefficiente di stipamento previsto. Ogni 2 ml circa e in corrispondenza di curve, snodi a variazioni di piano, salite o discese, ogni singolo cavo o più cavi di uno stesso circuito dovranno essere fissati alla canaletta con fascette stringi cavo in materiale termoplastico, in maniera da evitare allungamenti o stirature dello stesso. Le operazioni e i materiali per il fissaggio non dovranno arrecare danno alla guaina protettiva.
Nelle tubazioni dovrà essere sempre garantita la sfilabilità dei conduttori.
I raggi di curvatura da rispettare sono quelli minimi ammessi dal tipo di cavo e prescritti dal costruttore, di norma 20 volte il diametro del cavo.
I cavi dovranno essere contrasegnati in maniera chiara ed univoca all'inizio e alla fine della linea.
Ogni servizio ed impianto, usufruità di una rete di tubazioni completamente indipendente e con proprie cassette o pozzetti di derivazione ed ispezione.
Cunicoli, tubazioni, passerelle e canaline saranno distinte per tipo di circuiti e tensione di esercizio, non è consentita la coesistenza di circuiti di diversa natura entro lo stesso cavidotto.
Nel caso si verificasse indispensabile la coesistenza di circuiti di natura diversa entro lo stesso cavidotto si dovranno utilizzare cavi con la stessa classe di isolamento, pari alla superiore, oltre a tutti gli accorgimenti dettati dal caso e le prescrizioni della D.L.

Durante la posa sono da evitare brusche piegature, ammaccature, raschiature, abrasioni, rigature e stirature della guaina isolante protettiva.
Nella posa dentro canali metallici non bordati o tubazioni in acciaio zincato, si dovrà porre la massima attenzione ed adottare tutti gli accorgimenti del caso, per fare si che i cavi non riportino abrasioni o danni all'isolante causate dallo sfregamento con bordi taglienti o sbavature.
E' vietato incorporare i cavi, anche per brevi tratti, direttamente nel terreno o sotto intonaco, gli attraversamenti di strutture murarie verrà effettuato esclusivamente previa posa di idonee tubazioni di protezione
La trazione del cavo va di regola eseguita a mano distribuendo opportunamente il tiro. E' concesso l'uso di mezzi meccanici solo previo benestare della D.L., purchè provvisti di dispositivo dinamometrico a frizione regolabile.
Nella stesura dei cavi, ove persistano percorsi tortuosi, variazioni di piano, si dovranno utilizzare carrucole o/e rulli per facilitarne lo scorrimento.
E' ammesso l'uso di lubrificanti per diminuire gli attriti ed aumentare la scorrevolezza entro le tubazioni, essi sono da utilizzare solo se strettamente necessario e non dovranno in alcuna maniera arrecare danno alla guaina di rivestimento, è vietato l'uso di grasso oli e ogni altro prodotto non specialistico.
Nella posa in aria non sono ammessi cavi sospesi direttamente, tesature e campate dovranno essere agganciate a fune di acciaio zincato del diametro minimo di 5 mm. Il fissaggio dei cavi verrà eseguito mediante apposite fascette in laminato di acciaio zincato o alluminio, distanti 20-25 cm una dall'altra.
Nei pozzetti rompitratta e nelle cassette di ispezione i cavi dovranno essere sistemati in maniera tale da non creare intrecci o agomitolamenti, all'interno di ogni pozzetto dovrà essere assicurata una minima scorta onde consentire la facile identificazione del cavo ed eventuale spostamenti all'interno dello stesso pozzetto (asola o giro morto)
A posa avvenuta i cavi dovranno essere lasciati con testa sigillata contro le infiltrazioni di umidità.
Tutti i cavi con isolante in gomma sintetica o reticolata e in PVC o similari non potranno essere posati ne svolti o riavvolti su bobina quando la temperatura dell'ambiente di posa non risulta essere superiore per tre ore a due gradi centigradi.

f) Protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8/4 sezione 433.
In particolare i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (Iz) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (Ib) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (In) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (Ib) e la sua portata nominale (Iz) ed una corrente di funzionamento (If) minore o uguale a 1.45 volte la portata (Iz).
In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguente relazioni:

$$Ib <= In <= Iz \qquad If <= 1.45\ Iz$$

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose. Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione. (art. 434.3.1 delle norme CEI 64-8/4).
In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante I^2t (iquadratoti), lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture previste.

g) Protezione delle condutture elettriche contro il corto circuito

Le condutture elettriche dovranno sempre essere protette da corto-circuito con interrutori magnetotermici o fusibili, essi dovranno in generale garantire la protezione nelle condizioni di corto-circuito minimo (a fine linea) e massimo (a inizio linea).
Come corrente di corto-circuito minima si considera quella corrispondente ad un corto franco che si produca tra fase e neutro o tra fase e fase se il neutro non è distribuito, nel punto più lontano della linea, da calcolarsi come prescritto dalle norme CEI 64-8/5.

$$Jcc = \frac{0{,}8\ U}{1{,}5\ \rho\ (1 + m)\ \frac{L}{S}}$$

Dove:
U = tensione di alimentazione in Volt
ρ.= resistività del materiale del conduttore
L = lunghezza della conduttura protetta
S = sezione del conduttore da proteggere
m.= rapporto tra la sezione del conduttore di fase e il conduttore di neutro

Come corrente di corto-circuito massima si considera quella corrispondente ad un corto franco che si produca tra fase e fase nel punto più vicino al dispositivo di protezione. Affinchè la conduttura sia protetta deve essere rispettata la relazione prescritta dalle Norme CEI 64-8/4

$$(I^2 t) \leq (K^2 S^2)$$

Dove:
(I^2 t) = integrale di Joule che esprime l'energia passante attraverso il dispositivo di protezione durante il corto-circuito
S = sezione del cavo da proteggere
K = coefficiente variabile in relazione al tipo di isolante del cavo protetto

115 per cavi in rame isolati in PVC
135 per cavi in rame isolati in gomma naturale o butilica
143 per cavi in rame isolati in gomma etilenpropilenica o polietilene reticolato

h) Calcoli e dimensionamenti

Prima dell'inizio dei lavori ed in caso di varianti in corso d'opera prima dell'installazione la Ditta è tenuta a presentare copia relazionata dei calcoli di dimensionamento dei cavi e delle loro protezioni.
Il dimensionamento e la scelta deve essere eseguita nel rispetto del seguente capitolato e delle prescrizioni normative in materia.
Durante l'installazione e al termine dei lavori la ditta svolgerà tutte le verifiche, le misure e le tarature dei dispositivi di protezione, secondo i criteri espressi al punto verifiche del seguente capitolato, producendo copia relazionate dei valori ottenuti alla Società.

Prescrizioni riguardo le tubazioni protettive

Riferimento a legiscrizioni e normative

⇨ Normativa CEI 23-8	Tubi protettivi rigidi in PVC e accessori II^ edizione 1973 e varianti successive
⇨ Normativa CEI 23-14	Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori I^ edizione 1971 e varianti successive
⇨ Normativa CEI 23-17	Tubi protettivi pieghevoli autorinvenenti di materiale termoplastico autoestinguente I^ edizione 1980 e varianti successive
⇨ - Normativa CEI 23-25	Tubi per installazioni elettriche I^ edizione 1989 e varianti successive
⇨ - Normativa CEI 23-28	Tubi per installazioni elettriche, norme particolari per tubi, tubi metallici I^ edizione 1989 e varianti successive
⇨ - Normativa CEI 23-29	Cavidotti in materiale plastico rigido I^ edizione 1989 e varianti successive
⇨ - Normative CEI 23-39	Prescrizioni generali per tubi protettivi (traduzione della norma EN 50086-1)
⇨ - Normativa CEI 23-54	Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e loro accessori (traduzione della normativa EN 50086-2-1)
⇨ - Normativa CEI 23-55	Prescrizioni particolari per sistemi di tubazioni pieghevoli e loro accessori (traduzione della normativa EN 50086-2-2)
⇨ - Normativa CEI 23-56	Prescrizioni particolari per sistemi di tubazioni pieghevoli e loro accessori (traduzione delle norme EN 50086-2-3)
⇨ - Normativa CEI 23-46	Prescrizioni particolari per sistemi di tubazioni interrati (traduzione della normativa EN 50086 2-4)

a) Caratteristiche delle tubazioni

I tipi di tubazioni utilizzabili per la realizzazione degli impianti possono essere di vario tipo e posati in varia maniera.
Tutti i tubi impiegati dovranno rigorosamente rispondere all'unificazioni UNEL, ed alle Normative del Comitato Elettrico Italiano; essi dovranno inoltre riportare la marchiatura IMQ (Marchio di Qualità) od equivalente.
Tipologie, dimensioni e caratteristiche di ogni tubazione varia a seconda del tipo di installazione e posa.
I modelli e le condizioni di utilizzo sono le seguenti:
- tubo isolante in PVC rigido serie pesante per installazione fissa a vista;
- tubo isolante in PVC flessibile pesante per installazione fissa sotto intonaco;
- tubo isolante in polietilene rigido serie pesante per interro;
- tubo isolante in polietilene flessibile serie pesante per interro;
- tubo in acciaio zincato per l'installazione a vista all'esterno o in luoghi con pericolo di esplosione;
- guaina flessibile in PVC con anima di rinforzo in speciale acciaio zincato, installato a vista, su percorsi particolarmente tortuosi o dove si renda necessaria una posa mobile;
- guaina flessibile in acciaio zincato a doppia aggraffatura con rivestimento in PVC;

Tutte le tubazioni in PVC e politene, rigido o flessibile, compresi gli elementi di giunzione, curve, raccordo e fissaggio dovranno presentare le seguenti caratteristiche tecniche:
- grado di protezione ≥ IP 54;

- resistenza al fuoco secondo Norme IEC 695-2-1;
- resistenza allo schiacciamento di classe 4, superiore a 1250N su 5 cm;
- resistenza agli arti di classe 3;
- temperatura minima di classe 2 –5°C
- temperatura massima di classe 1 - + 60°C;
- resistenza gli agenti chimici, atmosferici, ed aggressivi e all'invecchiamento;
- resistenza elettrica di isolamento superiore a 1000M....a 500V di esercizio;
- autoestinguenza secondo Normativa UL 94-V1;

Se richiesto le tubazioni potranno essere i tipo "Halo", non propaganti la fiamma e a non emissione di gas tossici durante la combustione.
Le guaine spiralate in PVC, rinforzate con spirale di acciaio zincato, compresi gli accessori per la giunzione, la derivazione e il fissaggio dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- grado di protezione ≥ IP 54;
- resistenza al fuoco secondo Norme IEC 695-2-1;
- autoestinguenza secondo Norme UL 94-VI;
- elevata flessibilità;
- campo di temperatura da – 10°Ca + 60°C;
- resistenza allo schiacciamento di classe .... maggiore di 320N su 5 cm;
- resistenza agli urti di classe 2 1Kg da 10 cm;
- resistenza agli agenti chimici, atmosferici od aggressivi e all'invecchiamento;
- resistenza elettrica di isolamento superiore a 1000M.. a 500V di esercizio.

Le tubazioni di interro in politene colorato saranno del tipo a doppio strato ed avranno le seguenti caratteristiche:

- resistenza allo schiacciamento di classe 4 > di 1250 N su 5 cm;
- resistenza agli urti di classe 3, > di 2 kg da 10 cm;
- temperatura minima di classe 2, - 5°C;
- temperatura massima di classe 1 + 60°C;
- resistenza di isolamento 1000 M.. per 500V di esercizio;
- autoestinguenza secondo UL 94 – V1;
- resistenza agli agenti atmosferici, chimici, agli idrocarburi e all'invecchiamento.

Le tubazioni in acciaio zincato a caldo dovranno rispondere agli standard delle normative UNI 8863 e UNI 5745. In via generale esse dovranno essere di ottima qualità, senza saldature e riportanti il marchio IGQ.

b) Colori identificativi delle tubazioni

Su specifica richiesta le tubazioni da interro o da incasso sotto intonaco potranno avere colorazione varia; ciò per consentire la rapida distinzione dei circuiti e dell'utilizzo.
I colori da utilizzare sono i seguenti:

- rosso o nero per le condutture elettriche;
- blù per le condutture a fibre ottiche;
- verde per le condutture telefoniche;

c) Posa delle tubazioni

Le tubazioni dovranno essere posate in opera seguendo le regole del buon lavoro e della sicurezza; sia per le tubazioni rigide, che flessibili a vista o incassate, lo sviluppo sarà orizzontalmente o verticalmente rispetto al piano di calpestio.
Non sono ammessi sviluppi in diagonale o a zig-zag. Il fissaggio alle pareti o manufatti dovrà avvenire con apposite staffe o graffe in acciaio zincato per ambienti esterni e con materiale termoplastico autoestinguente in ambienti interni.
La distanza tra due punti di fissaggio non deve essere maggiore a 1,5 ml.
Graffe e collari verranno fissati a parete con tasselli o altro dispositivo idoneo al tipo di posa.
Su strutture metalliche non sono ammessi fissaggi con saldatura o chiodatura, il fissaggio avverrà con foro passante e se lo spessore lo consente con foro filettato.
Nei tratti incassati le tubazioni dovranno essere del tipo flessibile e fissate nello scasso con colle o malte.
Nella posa di più tubi paralleli dovrà essere posta la massima attenzione onde evitare accavallamenti o sormontamenti.
E' vietato transitare con tubazioni a vista o incassate nelle strette vicinanze di fonte di calore, devono essere sempre rispettate le distanze minime di sicurezze.
La giunzione di tratti rettilinei di tubazione, la variazione di piano o di direzione, il raccordo con scatole di derivazione o guaine flessibili deve avvenire esclusivamente con appositi accessori o pezzi speciali, in grado di garantire la tenuta meccanica ed ermetica.
Non sono ammesse curve ispezionabili o derivazioni a T lungo le tratte. Le derivazioni saranno effettuate nelle apposite cassette.
Ove necessario le tubazioni dovranno essere sagomate su misura utilizzando appositi utensili o macchinari.
I diametri dei tubi e delle guaine da impiegare saranno sempre tali da rispettare il coefficiente di stipamento massimo previsto. Il minimo diametro ammesso, risulta essere di 20 mm. Dovrà sempre essere possibile ed assicurata la sfilabilità dei conduttori.
In ogni tubazione vuota, qualsiasi sia la natura, dovrà sempre essere predisposto un cordino in nylon per la guida dei cavi.
Le tubazioni in acciaio zincato dovranno essere giuntate esclusivamente con tronchetto filettato. Non sono ammesse giunzioni a saldatura o ad incastro. Le curve dovranno di norma essere eseguite in opera a mezzo di macchine piegatubo, se di tipo prefabbricato dovranno essere di ampio raggio ed estremità filettate. Non sono ammesse curve a gomito.
Il raccordo con tubi e scatole dovrà avvenire mediante raccordi in ottone nichelato filettati a passo gas.

Se fissati a parete i tubi zincati saranno staffabili con collari in acciaio zincato a interdistanza non superiore al metro. Dovrà sempre essere garantita la continuità elettrica tra i vari elementi di una stessa tubazione metallica e l'equipotenzialità con altre strutture metalliche adiacenti.
Particolare attenzione sarà posta nelle giunture per evitare la persistenza di bordi taglienti o sbavature che possano danneggiare i cavi. Se incassate o posate direttamente nel terreno le tubazioni zincate dovranno essere rivestite con bauletto in calcestruzzo.
d) Tubazioni interrate
Nel rispetto delle tubazioni interrate le prescrizioni a cui attenersi sono:
il tipo di tubo, sia esso rigido o flessibile deve essere scelto in relazione al tipo di percorso e natura del terreno. E' consigliabile l'uso di tubazione rigida su percorsi rettilinei di lunga distanza mentre l'uso di tubazione flessibile è da utilizzare preferibilmente su percorso tortuoso o dove persista la necessità di avere un cavidotto che si adatti alle sconnessione del terreno.
Gli archi di curvatura dovranno essere sempre tali da garantire il minimo arco di curva dei cavi in esso infilati, in via sommaria 20 volte il diametro del tubo stesso.
Lo sviluppo di cavidotti deve avvenire per quanto possibile per vie rettilinee sono da evitare percorsi tortuosi e con molteplici variazioni di direzione.
Normalmente la posa deve avvenire su sottofondo di terreno selezionato e la ricopertura superficiale con materiale sabbioso privo di pietrame o ciotolo, materiali questi derivati dallo scavo.
Ove il terreno non consenta la realizzazione di un sottofondo con materiali selezionati derivanti dallo scavo, si provvederà all'utilizzo di calcestruzzo, sabbia o materiali derivati da cava, secondo le prescrizioni della D.L.
Dovranno essere sempre rispettate le profondità minime di posa e in particolare:
- 60 cm per posa lungo scarpate, aiuole, spartitraffico ecc.
- 100 cm per l'attraversamento di sedi stradali o piste di decelerazione.

ove le profondità minime non possano essere rispettate dovranno essere predisposti sottofondi e ricoperture in calcestruzzo e se ritenuto necessario, in accordo con la Direzione Lavori il rinforzo della protezione con rete metallica elettrosaldata affogata nel calcestruzzo di copertura.
Nel caso di posa di più tubazioni entro lo stesso scavo, esse dovranno correre parallele, sono da evitare accavallamenti o intrecci.
Salvo casi particolari , di norma, le tubazione verranno sistemate per piani orizzontali, non sono infatti ammesse pose su più strati se non concordate preventivamente con la D.L.
Le giunzioni dei singoli elementi rigidi o flessibili, dovranno avvenire esclusivamente con dispositivi in grado di garantire la tenuta meccanica ed ermetica. In ogni tubazione dovrà essere predisposta una cordina in nylon per la guida dei cavi.
I tubi devono essere terminati entro pozzetti e/o nei basamenti dei quadri o nelle apposite cassette, non sono ammessi tubi lasciati liberi nel terreno senza terminazione.
Nelle fasi di reinterro degli scavi, sopra al cavidotto dovrà essere apposta una banda colorata in nylon, resistente alla corrosione, con apposta la scritta "cavi elettrici e/o telefonici" per la segnalazione del cavidotto in caso di ulteriori od eventuali sterri.
La banda colorata segnacavi sarà posta in opera ad una profondità di circa 30 cm. dal piano calpestabile finito e sarà senza interruzioni.
Le derivazioni di cavidotti devono avvenire esclusivamente entro i pozzetti o le cassette di ispezione.
La distanza massima tra due pozzetti rompitratta non deve mai superare i 40 ml in presenza di percorsi particolarmente tortuosi tale distanza deve essere ridotta a 20 ml o attenersi alle prescrizioni della D.L.
L'ingrasso delle tubazioni nei singoli pozzetti deve essere sigillato con idonee malte o colle in grado di garantire la tenuta meccanica ed ermetica.
Ogni circuito a cavidotto deve possedere i propri pozzetti di ispezione, non sono ammesse terminazioni di tubi di circuiti diversi entro gli stessi pozzetti.

Prescrizioni riguardo alle canaline e alle passerelle portacavi

Riferimento a normative e legislazioni

- Normativa CEI 23-31	Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi I^ edizione del 1990 e varianti successive.
.- Normativa CEI 7-6	Controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati alla realizzazione di impianti elettrici fas.239

a) Caratteristiche

Le canaline metalliche da utilizzare nella realizzazione di cavidotti e distribuzioni dovranno essere esclusivamente del tipo prefabbricato realizzato in lamiera di acciaio inossidabile AISI 316 L di ottima qualità, le piegature e lo stampaggio saranno ottenute mediante operazioni di pressopiegatura meccanica a freddo.
La fornitura dovrà avvenire esclusivamente con elementi rettilinei standard a misure unificate di 1,2,3 ml e di dimensioni 100,250,300 mm di larghezza ed 80 mm di altezza con spessore minimo di 20/10 di millimetro se non diversamente specificato nell'elenco prezzi o nelle note progettuali.
Le canaline potranno essere fornite nelle seguenti forme costruttive: ad asolatura sul fondo e sui fianchi con grado di protezione IP20, ceche con coperchio con grado di protezione IP40, in entrambe le soluzioni ogni elemento dovrà essere predisposto con fori asolati per la giunzione dei singoli elementi.
I raccordi, le variazioni di piano, le derivazioni, le curve in salita o discesa dovranno essere realizzati con elementi prefabbricati standard, in cantiere è ammessa la solo realizzazione di pezzi particolari o speciali non reperibili sul mercato, essi dovranno essere realizzati dalla modifica e lavorazione di pezzi esistenti o tutt'al più con materiali di identiche caratteristiche.
Ove vengano realizzati tagli, scansi, forature, limature o altro intervento che determini l'alterazione della superficie si dovranno rimuovere sbavature e spigoli taglienti al fine di evitare abrasioni delle guaine protettive dei cavi ed elementi di pericolo per le persone.
Le curve, diedre, piane, a variazione di piano, a T ecc. dovranno presentare arco di curvatura continuo con raggio ampio in grado di garantire il minimo arco previsto per le condutture in esse installate, agli estremi i pezzi speciali saranno dotati di fori asolati per la giunzione degli elementi.
Le piastre per la giunzione oltre a stabilire la tenuta meccanica dovranno garantire la continuità elettrica, esse saranno del tipo ad "L" in laminato di acciaio piegato e forato, di spessore identico a quello della canalina, presenteranno inoltre ampia superficie di contatto, di almeno 300mm² per lato e bassissima resistenza superficiale, in grado di garantire la continuità del collegamento di terra e equipotenzialità, qualora tale situazione non fosse

garantita, si dovranno eseguire ponticelli fra i singoli elementi in corda di rame stagnato od isolato della sezione di 25mm².
La bulloneria per l'assemblaggio degli elementi, se non diversamente specificato dovrà essere totalmente in acciaio inossidabile AISI 316 a passo metrico, di dimensioni e quantità idonee all'utilizzo. I bulloni di fissaggio saranno sempre muniti di rondelle piane ed autobloccanti di corretta misura.
I tegoli separatori dove richiesti dovranno essere in acciaio inossidabile AISI 316 L fissati al fondo della canalina con bulloni ad interdistanza regolare non superiore a 90 cm.
La scelta della canaletta deve essere effettuata nel rispetto dei coefficienti di stipamento previsto e delle caratteristiche installative prescritte.
Di norma il dimensionamento dovrà essere effettuato tenendo conto anche di eventuali ampliamenti futuri degli impianti.
Le passerelle snodate in acciaio zincato a caldo dovranno rispettare le prescrizioni generali delle canaline, in particolare esse dovranno essere costituite da elementi standard componibili. L'assemblaggio di singoli elementi deve permettere la realizzazione di passatoie a variazione di piano sia in orizzontale che in verticale, con archi di curvatura ampi senza interruzione di soluzione.
Tutte le strutture reggicavi in acciaio zincato non dovranno presentare bordi taglienti, sbavature o soluzioni installative che possano in alcuna maniera danneggiare l'isolante dei cavi.
Il dimensionamento della canalina deve in via generale e salvo diverse prescrizioni progettuali essere dimensionate per grado di sicurezza tre; tre volte il carico massimo valutato.

b) Sistema di sospensione

Le canaline e le passerelle snodate metalliche utilizzate per la distribuzione dell'energia elettrica possono esser installate a soffitto, a parete o a pavimento.
La sospensione a soffitto e a parete deve avvenire mediante staffe sagomate e regolabili in acciaio inossidabile AISI 316 L fissate alla struttura muraria o al manufatto mediante tassellatura.
Tutti gli elementi costituenti il mezzo di supporto quali piastre di fissaggio, profilati e longheroni preforati, mensole a passerella ecc. avranno spessore minimo di 25/10 di mm e in via generale dovranno essere dimensionati per grado di sicurezza tre ovvero garantire il sorreggimento in maniera stabile e permanente di un carico pari al triplo del massimo calcolato.
Nel caso di passerelle o canaline in cui lungo lo sviluppo delle stesse il carico è vario, l'intera canalizzazione dovrà essere dimensionata per il valore massimo di carico ed ingombro valutato.
La bulloneria per l'assemblaggio delle staffe in acciaio inossidabile deve essere scelta e dimensionata in maniera idonea all'impiego.
Il fissaggio delle mensole alla struttura cementizia dovrà avvenire con dispositivi ad espansione di tipo meccanico o a resina termoindurente a componente ceramico per garantire la resistenza al fuoco per 2 ore e garantire un coefficiente di sicurezza cinque (cinque volte il carico massimo calcolato), la scelta dovrà inoltre essere eseguita anche in funzione del tipo di installazione e previa verifica della consistenza e dello stato di conservazione del rivestimento cementizio nel punto di installazione, tutti i materiali impiegati dovranno essere in acciaio inossidabile AISI 316 L
La verifica e il sondaggio per la determinazione dello stato delle strutture se non diversamente richiesto dalla D.L. dovrà essere eseguito da laboratorio specializzato e abilitato, tutti gli oneri si intendono a carico dell'Impresa.
Nella posa a pavimento le canaline o le passeralle non dovranno mai essere posate a diretto contatto con il terreno o con il piano orizzontale di installazione, fra gli stessi dovranno essere frapposte traversine metalliche in acciaio zincato fissate a pavimento e le canaline imbullonate alle stesse.

c) Zincatura delle canaline, degli accessori e dei dispositivi di sospensione
Le canaline e tutti gli accessori che si rendano necessari per l'assemblaggio e l'installazione dovranno essere zincati a caldo per immersione in bagno di zinco puro al 99%. Lo spessore di zincatura non deve risultare inferiore a 90 micron.
Il ciclo di zincatura a caldo per immersione sarà eseguito conformemente alle Norme CEI 7-6 (fascicolo 239) ed essenzialmente comprenderà:
- sgrassaggio delle lamiere
- decappaggio in acido cloridrico;
- lavaggio;
- flussaggio (immersione delle lamiere in soluzione di sali zincoamniacali);
- essiccazione a 120°C;
- immersione delle lamiere in vasca di zinco liquido fuso a temperatura di 430° - 450° C.

d) Dimensionamenti e prove

Prima dell'inizio dei lavori la Ditta dovrà presentare copia completa dei calcoli di carico e di dimensionamento meccanico delle canaline, delle staffe e dei mezzi di fissaggio. E se richiesta relazione sulla consistenza del rivestimento cementizio nella zona di lavorazione.
Durante le fasi lavorative verranno eseguite prove di carico e di tenute sui sistemi di aggancio e sulle staffe ad opera di laboratori specialistici e abilitati.
Gli oneri si intendono completamente a carico della Ditta.
Ogni prova, misura e campionatura deve essere opportunamente documentata e relazionata.

Prescrizioni per la costruzione di quadri elettrici

Riferimento a legislazioni e normative

-.Normativa CEI 13-6	Strumenti di misura elettrici ad azione diretta e relativi accessori
-.Normativa CEI 16-1	Individuazione dei conduttori isolati I^ edizione 1978
-.Normativa CEI 16-2	Individuazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori con sistema alfanumerico II^ edizione 1992

- Normativa CEI 16-3	Colori degli indicatori luminosi e dei pulsanti II^ edizione del 1989
-.Normativa CEI 17-3	Contattori destinati alla manovra di circuiti a tensione di esercizio non superiore ai 1000V in corrente alternata III^ edizione 1987
- Normativa CEI 17-5	Apparecchiature per bassa tensione, interruttori automatici V^ edizione e varianti successive
- Normativa CEI 17-7	Avviatori destinati al comando e alla protezione dei motori elettrici 1987
- Normativa CEI 17-8	Avviatori stella triangolo per motori a gabbia
- Normativa CEI 17-11	Interruttori di manovra e sezionatori per tensioni inferiori ai 1000 V del 1987
- Normativa CEI 17-12	Apparecchiature ausiliarie di comando per tensione non superiore ai 1000 V del 1979 e varianti successive
- Normativa CEI 17-13	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri) I^ edizione 1990 e varianti successive
- Normativa CEI 70-1	Grado di protezione degli involucri delle apparecchiature elettriche I^ edizione 1980 e varianti successive

-.Normative CEI EN 60439-1 Direttiva B.T.,Norma generale per la costruzione dei quadri elettrici. -. Direttiva - D.P.R. n°547

Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro del 27.04.1955

a) Caratteristiche costruttive

Il quadro sarà costituito da più scomparti modulari affiancati ed imbullonati fra loro, predisposto per il prolungamento in opera da ambedue i lati con aggiunta di altri scomparti senza necessità di operare tagli, fori o saldature.

Ogni scomparto sarà costituito da quattro parti:
- la parte anteriore conterrà le apparecchiature di manovra e di protezione delle linee di uscita;
- una parte conterrà le barre;
- una parte conterrà i cavi di comando e di potenza per i collegamenti esterni
- una parte conterrà, i relé e gli attuatori

Le apparecchiature installate saranno in grado di garantire il grado di protezione minimo IP20 se installate totalmente all'interno del quadro, ed IP maggiore di 44 se installate sul fronte, i manipolatori, i selettori, le pulsantiere e i segnalatori ottici dovranno garantire un grado di protezione di IP 65.

Tutte le apparecchiature saranno ispezionabili dal davanti e il quadro sarà a doppio fronte apribile e con fianchi completamente smontabili il tutto per consentire una facile accessibilità ed ispezionabilità delle apparecchiature anche con il quadro in tensione.

La condizione di quadro aperto sotto tensione dovrà essere segnalata all'operatore o al personale tecnico con apposito sistema di allarme ottico ed acustico
La struttura metallica sarà di tipo rigido autoportante, costituita da un telaio in profilati di acciaio e/o lamiere piegate, stampate e ribordate dello spessore di almeno 2 mm. L'intera struttura, sarà trattata contro la ruggine e la fosfatazione con zincatura e verniciatura a forno o plastificazione con resine epposidiche. La struttura metallica sarà tale che per interventi di interruttori automatici, organi di manovre di apparecchi, operazioni di estrazione ed inserzione di cassetti o di qualsiasi apparecchio estraibile, o l'esecuzione di qualsiasi manovra, non si verifichino vibrazioni capaci di provocare interventi intempestivi di apparecchi o comunque compromettere il corretto funzionamento dei diversi organi.
Lo zoccolo di supporto della struttura sarà di tipo portante e predisposto generalmente per l'ancoraggio ai ferri del pavimento di cabina o sala quadri, completo di flange frontali e laterali smontabili per facilitare il passaggio dei cavi.

Nei locali o nelle cabine dove il quadro appoggi su pavimento tecnico di tipo flottante, dovrà essere predisposto un telaio di rinforzo per il pavimento od un basamento in carpenteria metallica su cui verrà sistemato il quadro stesso, onde evitare lo sfondamento del pavimento.

Saranno consentite, senza che si verifichino rotture o deformazioni permanenti o lesioni delle strutture metalliche o delle parti elettriche, le seguenti operazioni:
sollevamento dei quadri o delle parti in cui risulta meccanicamente suddiviso a mezzo di appositi golfari che il costruttore deve applicare ai quadri o ai relativi scomparti; spostamento a mezzo rulli o carrelli.

Le eventuali precauzioni da prendere per le operazioni di sollevamento e trasporto risulteranno dalle istruzioni di montaggio fornite dal costruttore.

Tutti i fori, i tagli e le feritoie realizzati sui frontali o sui pannelli necessari per l'installazione delle apparecchiature o per la realizzazione del cablaggio dovranno essere bordati con guarnizione in gomma a labbro onde evitare la presenza di spigoli taglienti previo reintegro della protezione anticorrosione e della verniciatura.

I vani interni dei quadri dovranno esser attrezzati con piastre per l'installazione di interruttori ed apparecchiature, il tutto in acciaio zincato, eventuali parti di quadro libere da apparecchiature, in quanto considerate scorta per futuri ampliamenti dovranno esser attrezzate come richiesto dalla D.L.; non potranno essere lasciate completamente vuote e prive di alcuna dotazione.

Gli scomparti destinati alla risalita cavi saranno muniti di staffe ed ogni altro elemento che si renda necessario onde evitare sfregature o stress dei conduttori, il fissaggio di questi ultimi deve avvenire a distanze non superiori di 30 cm.

Il fronte del quadro sarà ricoperto con piastre di chiusura di dimensioni modulari, adatte al tipo di apparecchio installato, esse saranno di tipo a portello incernierato su di un lato e fissaggio a vite sull'altro.

I fianchi e la schiena del quadro risulteranno essi stessi smontabili con fissaggio a vite. Nella parte bassa ed alta saranno praticate feritoie di areazione per la dissipazione del calore.

Le porte anteriori se non diversamente specificato saranno di tipo finestrato con telaio in acciaio zincato pressopiegato e stampato, verniciato o plastificato con vetro in cristallo temperato resistente agli urti e alle escursioni termiche, la porta sarà bordata con guarnizione di tenuta antiristagno d'acqua, la chiusura a chiave avrà tre punti di fissaggio, l'apertura dovrà risultare a 180°.

Le cerniere delle porte e dei pannelli di copertura frontale avranno parti striscianti di materiale non ossidabile. Le lamiere smontabili per ispezioni saranno dotate di viteria imperdibile.

In quadri costituiti da più moduli le porte dovranno aprirsi tutte nello stesso senso e se non diversamente specificato dalla Direzione Lavori, l'apertura avverrà in senso destroso.

Il fondo di ogni scomparto sarà attrezzato con lamiere di chiusura a serranda regolabile che consentano di adattare la feritoia di ingresso cavi al effettivo fabbisogno. I bordi delle serrande saranno ripiegati onde evitare abrasioni della guaina isolante dei cavi. Una speciale guarnizione in gommapiuma imputrescente idrorepellente, ignifuga disposta lungo i bordi delle serrande, oltre ad evitare il diretto contatto tra metallo ed isolante, provvederà a tamponare gli interstizi tra i vari cavi.

Gli scomparti modulari costituenti il quadro dovranno essere scelti tra le misura commerciali unificate, non è consentito l'utilizzo di carpenterie costruite artigianalmente od aventi dimensioni diverse da quelle unificate. In linea di massima l'altezza standard è fissata in 2200 mm, la profondità in 400-600-800 mm, la larghezza in 750-950 mm e 300mm per i moduli di risalita cavi, da scegliere in funzione del tipo di applicazione, delle apparecchiature da installarvi e della potenza dissipata.

b) Sollecitazioni dinamiche e termiche di corto circuito

a) Barre collettrici principali e derivate, pinze di innesto e derivazioni a monte degli eventuali apparecchi limitatori.
Le temperature raggiunte in ogni caso non danneggeranno gli isolanti e le sollecitazioni dinamiche non produrranno deformazioni permanenti.
Gli ancoraggi delle barre saranno dimensionati con le sollecitazioni previste all'art. 3.12.04 delle norme CEI 11.1.

b) Derivazioni a valle di apparecchi limitatori.
I circuiti principali muniti di fusibili e di interruttori a valvola saranno dimensionati nella parte a valle dei fusibili per resistere alle correnti di corto circuito tenuto conto delle caratteristiche limitatrici dei fusibili stessi negli effetti termici ed elettrodinamici delle correnti, (sempre considerando il fusibile di calibro più alto ammesso dalle basi od interruttori valvola usati).

c) Sovratemperature ammesse alle correnti nominali
Alle correnti nominali sono ammesse le seguenti sovratemperature massime a regime rispetto alla temperatura di 35° C dell'ambiente esterno al quadro:

- barre nude e barre inguainate: limite imposto dalla natura della guaina e dei materiali isolanti
- conduttori in corda isolata in PVC 30° C.
- contatti con entrambe le superfici argentate 65° C
- altri contatti 50° C
- contatti delle pinze 35° C
- parti metalliche non percorse da corrente 40° C
- parti metalliche da toccare con le mani per eseguire le normali operazioni e superfici esterne 15° C

Le barre saranno dimensionate in conformità alle norme CEI 7.4. In ogni caso la densità massima di corrente non sarà superiore a 2 A/mm²

d) Caratteristiche nominali ed ambientali

I quadri elettrici dovranno essere costruiti per resistere s soddisfare le seguenti caratteristiche elettriche ed ambientali:

- Tipo di installazione: per interno, servizio continuo	
- Tensione di esercizio	380 V, 50 Hz
- Tensione nominale d'isolamento	1000 V
- Tensione di prova	2500V per 1'
- Temperatura ambiente	-5C ÷ 35C
- Umidità relativa	80%

- Tensione ausiliari con centro trasf. aux. a terra 24v c.a
- Tensione nominale d'isolamento dei circuiti ausiliari 300

e) Connessioni

Saranno costituite da piatto di rame:
- le barre di arrivo a cui viene attestata l'alimentazione del quadro.
- le barre collettrici principali
- le barre collettrici derivate
- le connessioni fra gli apparecchi delle unita funzionali "linea arrivo" e "congiuntore barre".

Le apparecchiature montate all'interno delle celle saranno collegate fra loro e con gli attacchi di entrata ed uscita a mezzo di conduttori isolati in mescola di gomma di tipo G9 di qualità non propagante l'incendio (norme CEI 20-22) con grado di isolamento 3, a bassissima emissione di gas tossici e corrosivi (norme CEI 20-38) o con collegamenti in barra.

Deve essere garantita la più ampia accessibilità alle barre collettrici principali e derivate, per operazioni di pulizia, verifica, ecc. A questo scopo sarà possibile accedere alle barre dal fronte, dal retro o dai fianchi del quadro. La disposizione delle barre e le connessioni saranno tali da assicurare in tutte le unità funzionali la stessa sequenza delle fasi. Le stesse saranno anche identificate con targhe o simboli colorati; la barra di neutro sarà contrassegnata con il colore blu chiaro.

I sistemi di barraggio per la distribuzione, le giunzioni ed ogni altro elemento realizzato in rame nudo, senza guaina di rivestimento od isolante dovrà esser protetto dal contatto diretto ed indiretto con opportune protezioni in materiale isolante che consentano al tempo stesso sia l'ispezione sommaria dei circuiti che la dissipazione del calore senza alterare le caratteristiche di progetto del sistema di distribuzione stesso. Le suddette barriere di protezione potranno esser realizzate con fogli di policarbonato o lexam trasparente, la loro rimozione dovrà risultare di facile esecuzione. Su di ogni singolo elemento costituente la protezione dovrà comparire la scritta "rimuovere solo dopo avere tolto la tensione".

f) Interruttori generali e di manovra

In corrispondenza dell'arrivo e degli arrivi linea (doppia alimentazione) sono previsti degli interruttori di manovra o di protezione, le cui caratteristiche tecniche e di sicurezza saranno definite di volta in volta in funzione del tipo di installazione, della corrente massima di cortocircuito e del carico massimo applicabile.
Essi saranno di tipo scatolare per installazione entro quadro elettrico, completamente protetti dai contatti diretti con le parti in tensione. I morsetti e i poli di arrivo e partenza saranno protetti con calotte in materiale isolante termoplastico. Le scatole di contenimento ed ogni altro elemento in materiale termoplastico dovrà essere rigorosamente autoestinguente in classe V0 come previsto dalle norme UL94.
Gli interruttori di manovra per la protezione ed il comando delle singole utenze dovranno essere scelti in funzione della corrente e della tensione di utilizzo e della corto-circuito caratteristica di ogni singola linea.

g) Circuiti ausiliari e loro componenti

Tutti gli apparecchi saranno montati su pannelli metallici in acciaio zincato o trattato contro la ruggine e la fosfatazione installati all'interno dei quadri. Sulle portelle è consentito il montaggio solo dei seguenti apparecchi: strumenti di misura, pulsanti, selettori, segnalatori ottici, visualizzatori a cristalli liquidi, i manipolatori ed i rinvii di manovre degli interruttori e simili. Non sono ammesse installazioni di apparecchiature diverse da quelle precedentemente menzionate.

Gli apparecchi ad intervento regolabile saranno montati in modo da consentire l'agevole accessibilità degli organi di regolazione senza rimuovere gli apparecchi dalla cella e se necessario anche con la realizzazione di feritoie sul pannello di coperture frontale. I relè sensibili alle vibrazioni e gli elementi che possano generarne saranno montati su appositi supporti antivibranti

Gli involucri di contenimento e i supporti delle apparecchiature di comando ed attuazione dovranno risultare rigorosamente di materiale autoestinguente esente da alogeni di classe V0 secondo UL94.

I circuiti ausiliari saranno eseguiti con cavi unipolari isolati in gomma di tipo G9 o in materiali analoghi con grado di isolamento 3 del tipo che non propaghi la fiamma (norme CEI 20-22) e a bassissima emissione di gas tossici ed alogeni (CEI 20-38).

La sezione dei conduttori sarà dimensionata per la portata effettiva dei circuiti; in ogni caso la sezione dei collegamenti ai TA non sarà inferiore a 2,5 mm^2 ed a 1,5 mm^2 negli altri casi.
Tutti i conduttori saranno muniti di fascette non metalliche o di boccole numerate indelebili per facilitare la individuazione dei diversi circuiti.
I conduttori che costituiscono il cablaggio saranno contenuti ed alloggiati entro canaline alettate in materiale plastico autoestinguente.

La colorazione dei conduttori sarà da scegliere in funzione dei circuiti da realizzare, solitamente si adotteranno conduttori con rivestimenti di colore diverso, ognuno dei quali corrisponderà ad un diverso circuito (nero per gli ausiliari 220V, viola per i consensi e gli allarmi al PLC, rosso per le alimentazioni a corrente continua).

La numerazione dei conduttori all'interno di uno stesso quadro sarà univoca, senza possibilità di riscontrare più conduttori con lo stesso numero o identificativo.

La numerazione dei conduttori dovrà essere riportata a monte e a valle di ogni dispositivo di derivazione, delle barre principali, degli interruttori, dei contattori, dei relè ausiliari dei dispositivi elettromeccanici ed elettronici e delle morsettiere di ingresso ed uscita.

Per nessuna ragione all'interno del quadro dovranno persistere conduttori senza numerazione od identificativo diverso da quello riportato nello schema di cablaggio allegato al quadro stesso.

I conduttori dei cavetti saranno a corda flessibile ed i capocorda, saranno di tipo idoneo e di sezione adeguata all'installazione. Per i capocorda a puntale sono ammessi esclusivamente quelli a tubetto in rame stagnato ed estremità in plastica da fissare al conduttore nudo mediante pinzatura "crimp"o a pressione. Non sono ammessi conduttori serrati sotto i morsetti delle apparecchiature non muniti di terminale, come non sono ammessi conduttori con le estremità rese rigide mediante stagnatura o altro equivalente.

I capocorda a forcella o ad occhiello dovranno essere in rame stagnato e canotto di crimpaggio isolato.

Negli attraversamenti delle lamiere metalliche di divisione fra le varie celle, o scomparti del quadro, i fili avranno il rivestimento isolante non direttamente a contatto con la lamiera, ma saranno muniti di boccolette od attraverseranno diaframmi non metallici di materiale resistente all'invecchiamento che non propaghi la fiamma.

I cavetti unipolari dei collegamenti agli apparecchi montati su portelle saranno raggruppati in fasci flessibili disposti, ancorati e protetti (per esempio con tubo flessibile) in modo tale da escludere deterioramento meccanico dei cavetti stessi e sollecitazioni sui morsetti.

I collegamenti dei circuiti ausiliari saranno disposti entro guaine o canalette in materiale autoestinguente, realizzate ed ubicate in modo da permettere una facile verifica ed una eventuale sostituzione dei conduttori in esse contenuti.

Il gruppo dei traduttori di misura della tensione di Rete, dovrà essere alimentato a 220V, essi dovranno avere classe di precisione 0,5 o 1, il fondo scala sarà scelto in maniera adeguata alla grandezza da misurare.

h) Messa a terra dei quadri

Lungo tutto il quadro sarà prevista una barra collettrice di terra in rame, con derivazioni in corrispondenza delle zone uscita cavi predisposte per il collegamento degli eventuali conduttori di terra in essi incorporati. Questa barra sarà fissata a ciascun scomparto dei quadri con almeno due bulloni di sezione non inferiore a 8 MA, in modo da garantire la continuità elettrica fra i singoli scomparti. La barra di messa a terra sarà predisposta alle due estremità per il collegamento di corde di rame di sezione fino a 70 mm². per connessioni alla rete di terra dell'impianto.

Non è consentito l'utilizzo della barra di terra come dispositivo fermacavi.

Le barre collettrici di terra saranno fissate in posizione tale da non ostacolare i collegamenti dei conduttori attivi dei cavi di potenza ed ausiliari.

I conduttori di messa a terra non avranno sezione inferiore a quelle sotto riportate:
- barre collettrici di terra in quadri 120 mm².
- trecce flessibili per il collegamento a massa di schermi mobili e portelle incernierate: 16 mm².
  Quest'ultimo collegamento sarà effettuato anche se le portelle non costituiscono il supporto di strumenti od apparecchi elettrici.
- Treccia flessibile di rame per il collegamento a massa dei pannelli e delle piastre per l'installazione delle apparecchiature di sezione 16 mm².

Resistenze alle sollecitazioni termiche e dinamiche: i circuiti di terra saranno dimensionati ed ancorati in modo tale che le correnti di guasto che possono percorrerli non determinino la loro rottura e deformazione permanente (vedi art. 3.12.04 delle norme CEI 11.1).

i) Le morsettiere e le barre fermacavi

L'uscita dei cavi sarà prevista verso il basso. In corrispondenza delle zone destinate ai cavi delle partenze e degli arrivi saranno disposti dei ferri per il fissaggio a mezzo di appositi morsetti dei cavi di potenza ed ausiliari destinati ai collegamenti esterni: il percorso dei cavi all'interno del quadro sarà previsto in modo tale da rispettare i raggi di curvatura minimi prescritti dalle norme CEI.

Le morsettiere esterne agli apparecchi saranno costituite da morsetti a vite componibili isolati in materiale plastico poliamidico, autoestinguente esente da alogeni di classe V0 secondo UL 94, od in materiale di analoghe caratteristiche; avranno il corpo di tipo passante in rame cadmiato viti di serraggio autobloccante oppure provviste di rondella elastica, tutte le parti metalliche dei morsetti saranno protette contro l'ossidazione e il contatto diretto e indiretto, grado di protezione IP20.

La sezione del morsetto verrà scelta in funzione della sezione dei conduttori delle linee in partenza dal quadro e non in funzione dei conduttori adottati per il cablaggio interno al quadro.

I morsetti che costituiscono le morsettiere di potenza avranno colorazione beige per le tre fasi, blu per il neutro, giallo verde per la terra, mentre le morsettiere di comando e segnalazione saranno composte da morsetti di colore bianco o grigio, onde individuare rapidamente i circuiti e la corrispondenza delle parti di impianto.

Ogni singolo morsetto sarà munito di targhetta indelebile per la rapida ed univoca individuazione del circuito; la sigla o la numerazione riportata dovrà corrispondere con quella riportata nello schema elettrico.

La disposizione delle morsettiere rispetto alle strutture od agli apparecchi sarà tale da consentire senza difficoltà il montaggio ed il corretto alloggiamento delle terminazioni dei cavetti.

Saranno riportati a morsettiera tutti i contatti ausiliari dei contattori ed i contatti del relè, eccezione fatta per quelli che sono collegati ad apparecchi contenuti nello stesso cassetto.

Non sono ammesse morsettiere a sviluppo verticale, di norma esse sono alloggiate nella parte barra del quadro ed i cavi ad esse collegati saranno fissati ad appositi dispositivi di fermo in maniera da evitare che i conduttori forzino direttamente sui morsetti.

I cavi, collegati alle morsettiere siano esse dei circuiti ausiliari che di potenza, dovranno esser intestati con tubetto di materiale termorestringente e cartellino indelebile identificativo del numero di cavo di circuito o di fase, ogni singolo conduttore sarà inoltre munito di capocorda a puntalino e boccola segnafilo indelebile.

La barra fermacavi è costituita da un profilato sagomato, installato sotto la morsettiera, che si sviluppa lungo tutto il quadro e consente il fissaggio dei cavi mediante collari con serraggio a vite o dispositivi di altro genere. I dispositivi utilizzati non dovranno in alcuna maniera rovinare od intaccare l'isolante dei cavi.

Non è assolutamente ammesso l'utilizzo di barre di terra come fermacavi.

l) Prescrizioni varie

Le viti, i bulloni della struttura metallica e quelli di serraggio dei conduttori saranno o di materiale non soggetto all'ossidazione o protetti a mezzo zincatura o cadmiatura.
Le superfici di giunzione delle barre saranno spianate e stagnate o trattate con sistema equivalente.

Tutti i materiali isolanti impiegati nei quadri saranno non igroscopici, resistenti all'invecchiamento e non propaganti la fiamma con elevata resistenza alla scarica superficiale; in particolare quelli dei cavi risponderanno alle prescrizioni di prova delle norme CEI 20-22. I supporti delle barre ed eventuali distanziatori saranno in vetro poliestere od in materiale di analoghe caratteristiche.

I trasformatori di alimentazione dei circuiti ausiliari saranno di tipo a doppio isolamento.
Le basette isolanti del trasformatore ausiliario risponderanno alle norme dei materiali isolanti previste per i quadri, in particolare è escluso l'impiego della bachelite. Il trasformatore con relativi apparecchi di protezione sarà ubicato in apposita cella, convenientemente ventilata a mezzo aperture che provvedano allo scarico dell'aria calda direttamente verso l'esterno del quadro. I morsetti primari e secondari dei trasformatori saranno adeguatamente protetti contro i contatti accidentali.

m) Le verniciature

Le vernici, sia interne che esterne, saranno ignifughe o a basso potere calorifico.

I quadri saranno verniciati esternamente con una mano di vernice antiruggine e due di vernice antiacida o plastificate con resine epossidiche di eguali caratteristiche.

Internamente i quadri saranno verniciati con vernice anticondensa o plastificate con resine epossidiche di eguale caratteristica.

Prima della verniciatura tutte le parti metalliche saranno opportunamente trattate con sgrassatura, decapaggio, fosfatizzazione e passivazione delle lamiere. Limitatamente alle sole lamiere interne e accettata la zincocromatura in luogo della verniciatura.

n) Contrassegni e targhette identificatrici

Tutti i cavi di potenza utilizzati all'interno del quadro dovranno avere i contrassegni colorati e alfanumerici prescritti nel fascicolo relativo o nello schema di cablaggio.

Le targhette identificatrici di ogni elemento dovranno esser di tipo indelebile ed essere affisse direttamente sull'apparecchiatura in maniera da risultare visibile con quadro aperto e chiuso, qualora la particolare struttura e/o costituzione dell'elemento, o per effetto dei pannelli di chiusura frontale le suddette targhette dovessero risultare occultare, si procederà alla duplicazione sistematica delle stesse con affissione anche sul fronte quadro, nelle strette vicinanze dell'apparecchio interessato.

Tutte le targhette indicatrici della funzione degli interruttori di manovra e protezione e dei manipolatori di comando dovranno essere in alluminio anodizzato o materiale plastico serigrafato, il loro fissaggio deve avvenire con viti autofilettanti di acciaio inossidabile. Non sono ammesse targhe adesive o stampate su carta.

I testi, le siglature ed ogni altra scritta identificatrice dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

o) Attrezzi speciali

Nel caso siano previsti attrezzi speciali per l'esercizio e/o la manutenzione del quadro, la fornitura ne comprenderà una serie.

p) Ventilazione forzata

Se necessario i quadri saranno dotati di dispositivi di ventilazione forzata, realizzata con estrattori a ventola di idonee caratteristiche, installati sul tetto del quadro.

L'alimentazione delle ventole è a 220 V alternati ed il comando avviene mediante dispositivo elettromeccanico od elettronico a soglia regolabile.

Il sistema di ventilazione deve essere dimensionato in maniera da non consentire il superamento delle temperature ammesse da ogni singolo elemento che costituisce il quadro, come precedentemente precisato.

Le feritoie di aspirazione ed espulsione dovranno essere protette da filtri antipolvere e antipolline e da rete metallica che non consenta l'ingresso di corpi solidi.

q) Sbarra del neutro

In corrispondenza dell'arrivo dal trasformatore sarà prevista la possibilità di sezionare la barra del neutro, a mezzo di tratto imbullonato.

r) Ispezioni collaudi e prove

Durante la costruzione del quadro, il costruttore permetterà l'ingresso nelle sue officine al personale dell'amministrazione incaricato di verificare che le costruzioni procedano a perfetta regola d'arte e nei tempi prestabiliti.

Tutte le prove di collaudo saranno eseguite in contraddittorio con i rappresentanti della amministrazione e, per quanto consentito dalla dotazione di mezzi e di sorgenti di energia, si svolgeranno presso le officine del costruttore. Le relative date saranno segnalate con congruo anticipo.

Le prove saranno eseguite secondo le modalità delle norme CEI 17-13.

s) Prove di accettazione

Verifica a vista della rispondenza alla presente specifica ed alle prescrizioni dell'ordine.
Verifica del funzionamento meccanico, con particolare riferimento alle parti apribili e/o estraibili e relativi blocchi.

Prova di tensione a frequenza industriale dei circuiti principali ed ausiliari.

Prova di funzionamento elettromeccanico dei dispositivi di potenza ed ausiliari.

Verifica della corretta realizzazione dei circuiti ausiliari e del corretto funzionamento dei comandi, dei blocchi e degli asservimenti.

Verifica del valore di isolamento dei circuiti ausiliari

Verifica del valore di isolamento dei circuiti principali

t) Oneri delle prove

Le spese delle prove sono a carico del costruttore del quadro, ad eccezione di quelle afferenti ai viaggi ed ai soggiorni degli incaricati dell'amministrazione, per i seguenti punti:
- prove di accettazione

u) Ripetizioni delle prove e relativi oneri

Se una prova deve essere ripetuta perché i risultati non sono stati soddisfacenti, qualunque sia il tipo di prova, tutti gli oneri saranno a carico del costruttore, ivi comprese le spese di viaggio e di soggiorno degli incaricati del committente.

v) Documentazione

All'atto della consegna del quadro dovranno essere consegnate alla Direzione Lavori:

a) disegni d'ingombro e delle sezioni tipo.
b) tre copie degli schemi elettrici dei quadri.
c) una copia riproducibile di tutti i disegni approvati e definitivi.
d) tre copie delle caratteristiche tecniche, norme d'uso e manutenzione relativa al quadro e agli apparecchi montati.

Tutta la documentazione dovrà essere fornita anche su supporto magnetico in formato AutoCAD (DXF, DWG) oppure IGES, per gli elaborati grafici e WORD per le relazioni.
Eventuali manuali o certificati forniti dal costruttore saranno forniti in originale.

z) Composizione dei quadri

I quadri dovranno essere composti per corrispondere alle necessità dell'impianto e dovrà essere prevista una disponibilità di cassetti e di partenze di riserva per ogni modulo, pari al 30% di quello utilizzato. Il costruttore/Installatore dovrà fornire un elenco dettagliato di tutte le apparecchiature componenti il quadro complete di certificato del costruttore e di collaudo.

Prescrizioni riguardanti gli impianti di terra

Riferimento a normative e legislazioni

- Normativa CEI 11-8	Impianti di produzione trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Impianti di terra III^ edizione 1989 e varianti sucessive.
- Normativa CEI 11-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1KV in c.a..01/1999
- Normativa CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale inferiore a 1000V in corrente alternata III^ edizione 1992
- Fascicolo CEI S 423	Raccomandazioni per l'esecuzione degli impianti di terra negli edifici
- D.P.R. n° 547	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro del 27.04.1955
- Normativa CEI 81-1	Protezione delle strutture contro i fulmini III^ edizione del 1990
- Normativa CEI 81-4	Valutazione del rischio di fulminazione edizione 1998

Per ogni area, contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme e legislazioni in materia.

Per impianto di terra si intende l'insieme dei dispersori, dei conduttori, dei collettori, dei nodi di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali destinati a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento.

L'impianto di terra a cui vengono collegate tutte le masse metalliche degli utilizzatori e tutte le parti metalliche facenti capo ad uno stesso i impianto, deve essere uno ed unico.

In casi particolari quando sia espressamente richiesta la presenza di due impianti di terra separati (presenza all'interno di una stessa area di cabina di trasformazione MT/BT) le masse metalliche collegate ai due differenti impianti non dovranno essere accessibili contemporaneamente.

Se l'impianto di terra è utilizzato per la protezione di strutture contro i fulmini, esso deve soddisfare anche le norme CEI 81-1.

Per gli impianti di messa a terra di apparecchiature elettroniche di elaborazione dati ed analoghe dove la corrente di dispersione risulti superiore al valore di 3,5 mA, fissato dalle normative CEI 74-2, l'interruzione del circuito non può essere affidata ad interruttori differenziali. In tale caso il collegamento di terra e l'interruzione del circuito deve essere eseguito secondo le prescrizioni delle norme CEI 64-8/7 art. 707

a) Caratteristiche

L'impianto di terra deve essere realizzato in maniera tale da garantire un valore di resistenza che soddisfi le esigenze di protezione e di funzionamento dell'impianto.

I materiali scelti per la realizzazione devono garantire l'efficienza nel tempo, essi saranno scelti in maniera adeguata affinchè perturbazioni esterne, sollecitazioni meccaniche o l'erosione non ne deteriorino le caratteristiche e la funzionalità.

In presenza di terreni o agenti aggressivi si dovranno utilizzare tutti gli accorgimenti per garantire la durata e l'efficienza dell'impianto.

La realizzazione dovrà tenere sempre conto della facile, veloce e sicura fattibilità dei controlli periodici di efficienza.

La realizzazione dell'impianto di dispersione prevede l'interro dei dispositivi di dispersione ad una profondità non inferiore a 60 cm, i dispersori a picchetto dovranno essere tra loro distanti almeno 5 volte la loro lunghezza onde evitare fenomeni di concentrazione di campo e influenzamento reciproco tra i vari elementi.

L'impianto dovrà sopportare le correnti di guasto senza che queste ne arrechino danno di natura termica o elettromeccanica.

Non sono ammessi dispositivi di sezionamento ad intervento automatico. E' richiesto un punto di sezionamento manuale da effettuare con l'ausilio di chiavi od utensili, per eseguire le misure di manutenzione, esso sarà posto in luogo di facile accessibilità.

b) Sezioni minime

Le sezioni dei conduttori di terra devono essere stabilite in accordo con le effettive esigenze di impianto in relazione al tipo di dispositivo adottato per la protezione, al tempo di intervento dello stesso e del valore efficace della tensione di guasto, utilizzando la formula :(CEI 64-8/5 art.543.1)

$$S = \frac{\sqrt{J^2 t}}{K}$$

Dove:

S : è la sezione del conduttore di terra o di protezione
I : è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore
T : è il tempo di intervento del dispositivo di protezione.
K : è un coefficiente di calcolo definito in funzione del tipo di materiale e del tipo di posa

Le sezioni minime da utilizzare per gli impianti di dispersione interrati sono:

- 25 mm² se in rame nodo
- 50 mm² se in acciaio zincato a caldo

Per i collegamenti di dispersori di fatto e masse estranee come le gabbie di armatura delle fondazioni o di opere in cemento armato le prese di terra saranno eseguite con corda di rame nuda di sezione non inferiore ai 25 mmq.

I collegamenti dovranno essere in quantità adeguata al tipo di impianto e se non diversamente specificato nel progetto o dalla D.L. nella realizzazione di impianti di galleria dovranno essere eseguiti almeno ogni 50 ml.

La sezione minima dei conduttori di protezione PE intesi come i collegamenti delle masse metalliche e il nodo equipotenziale per proteggerle dai contatti indiretti sono quelle definite nella tabella 54F delle norme CEI 64-8/5 art.543.1; uguale al conduttore di fase per sezioni fino a 16mm², metà del conduttore di fase con un minimo di 16mm² per le sezioni maggiori.

Le sezione minima consigliata per il collegamento di masse estranee e collegamenti equipotenziali è il 25 mmq con conduttore di rame.

c) Materiali

Per la realizzazione degli impianti di dispersione è ammesso l'uso di soli materiali rispondenti alle prescrizioni delle vigenti normative in materia.

I conduttori nudi interrati potranno essere in corda a sette trefoli di rame crudo o in acciaio zincato a caldo secondo le prescrizioni delle CEI 7-6 o con rivestimento equivalente.

I dispersori a picchetto saranno costituiti da puntazza in profilato a croce di acciaio zincato a caldo o ramato di lunghezza non inferiore a 1,5ml.

I conduttori di protezione devono essere di rame ricotto a corda flessibile isolati in PVC o mescola in gomma G9 o equivalente.

La giunzione dei conduttori di dispersione dovrà avvenire con morsetti di rame o ottone indurito o in acciaio zincato con viti di serraggio protette contro la corrosione, ad elevata resistenza meccanica ed ampia superficie di contatto.

I conduttori di protezione potranno essere giuntati testa-testa mediante morsetti a sella in rame stagnato con chiusura a pressione purchè il sistema garantisca oltre alla continuità elettrica anche un ottima tenuta meccanica.

d) Resistenza di terra

Negli impianti con protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica del circuito la resistenza di terra dovrà avere un valore tale da soddisfare la relazione:

$$Rt < Ul / Is$$

Dove:
Rt : è la resistenza massima di terra
Ul : è la tensione di contatto limite convenzionale di 50 V
Is : è la corrente di intervento del dispositivo di protezione entro 5 sec.

E' da ricordare che per gli impianti che ricadano sotto la giurisdizione del D.P.R. 547 art 326 il valore massimo della resistenza di terra e fissato in 20 ohm.

e) Documentazione

Dovranno essere presentate copie di progetto dell'impianto contenenti le misure di resistività del terreno, calcoli di dimensionamento, relazione tecnica delle scelte adottate oltre alla planimetria in scala riportante l'intero sviluppo dell'impianto e la precisa posizione di ogni singolo elemento che lo costituiscono.
In allegato saranno fornite pure le misure di resistenza di terra da effettuare in contraddittorio con la Società e con strumentazioni a carico dell'Impresa.

Al termine dei lavori l'Impresa dovrà apporre gli appositi cartelli di indicazione della presenza di impianto di terra riportanti le distanze dei vari picchetti di dispersione o dei collegamenti a dispersori di fatto ed equipotenziali.

f) Protezione contro i contatti indiretti

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Non vanno collegate a terra quelle parti metalliche che possono andare in tensione perché in contatto con una massa.

Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore, o raggruppamento di impianti contenuti in una stessa area deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso (masse estranee).

g) Protezione contro i contatti indiretti con interruttori differenziali

L'uso di questo sistema di protezione è previsto solamente per le linee delle prese trifasi, per quelle delle prese monofasi e per i vari circuiti luce.

Il differenziale deve avere un corrente nominale differenziale Idn da 30 a 500mA, se prescritto anche di tipo tarabile.

La scelta dell'interruttore differenziale, o meglio il suo valore di potere di interruzione differenziale, deve essere fatta in base alla massima corrente di guasto che si può stabilire verso terra nel circuito in cui è installato.

Deve essere, cioè, sempre verificata la seguente relazione:

Idm> Uo/Zs max

dove:
- Idm è il potere di interruzione differenziale
- Uo /Zs è la corrente di guasto franco a terra

Il dispositivo per proteggere l'interruttore differenziale dalle correnti di corto circuito può anche essere separato dal differenziale, che in questo caso è puro. In tal caso la corretta combinazione tra differenziale e dispositivo di protezione contro il cortocircuito deve essere indicato dal costruttore del differenziale il quale deve indicare il valore massimo della corrente presunta di cortocircuito per cui la combinazione è adeguata (corrente di corto circuito condizionale, Inc, della combinazione).

Un solo dispositivo di protezione contro cortocircuito può assicurare la protezione di più interruttori differenziali.

h) Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione automatica dei circuiti elettrici

Un impianto di rete di terra o meglio il suo valore di resistenza ohmica deve soddisfare alcune condizioni a seconda del sistema di distribuzione dell'alimentazione elettrica

Determinazione della corrente di terra

La corrente It da introdurre nei calcoli per il dimensionamento degli impianti di terra è la media aritmetica pesata, riferita al tempo di eliminazione del guasto, dei valori efficaci della massima corrente per guasto monofase a terra che l'impianto può essere chiamato a disperdere nel terreno.

Nelle reti di II categoria funzionanti a neutro isolato, il valore della corrente It può essere determinato partendo da quello della corrente capacitiva di guasto a terra ottenuto con uno dei seguenti criteri:
- misura diretta della corrente di guasto a terra in un punto della rete;
- calcolo della corrente convenzionale di guasto con la seguente formula

$$IG = U (0.003L1+0.2L2)$$

dove U è la tensione nominale della rete in kV, L1 è la somma delle lunghezze in chilometri delle linee aeree e L2 è la somma delle lunghezze in chilometri delle linee in cavo, ordinariamente collegate metallicamente fra loro durante l'esercizio

Per un calcolo più approssimato della corrente IG si rimanda alla formula sulle norme CEI 11-8 dd Dic. 1989 fasc. 1285 cap. 2.1.03.

Sistema di distribuzione con propria cabina di distribuzione o sistema assimilabile. Sistema TN.
Per la presenza nell'impianto elettrico di tensione > a 1000V l'impianto di terra deve garantire, per la massima corrente che l'impianto di terra può essere chiamato a disperdere, tensioni di contatto e di passo non pericolose per il tempo per cui permangono.

Per tensione > a 1000V la norma CEI 11-8 stabilisce le seguenti coppie di valori tensione-tempo:

Tempo di eliminazione del guasto	Tensione Ammessa in Volt
>2	50
1	70
0.8	80
0.7	85
0.6	125
0.55	143
<0.5	160

Per valori intermedi di tempo si interpola linearmente
La verifica delle tensioni di contatto e di passo non è necessaria quando la tensione totale di terra dell'impianto non supera di oltre 20% i valori prescritti per le tensioni di contato e di passo (o oltre 80% e siano soddisfatte le seguenti condizioni: Sia presente un dispersore orizzontale con configurazione ad anello chiuso avente un perimetro max di 100m e le masse da collegare a terra siano tutte contenute all'interno del perimetro del dispersore orizzontale).

Quindi in base al valore della corrente convenzionale di terra I, espressa in ampere, ed al tempo d'intervento delle protezioni a monte della cabina (dati forniti dall'Ente distributore), la resistenza di terra, espresse in ohm, dovrà essere;

$$Rt <= (Tensione+20\%)/I \text{ per } t > (\text{tempo relativo in sec.})$$

Per la presenza di impianti utilizzatori a bt con tensione < 1000, sistema TN-S, si richiede l'osservanza della norma CEI 64-8/4 che all'art. 413.1.3 stabilisce il coordinamento tra rete di terra e dispositivi di protezione di massima corrente, così da assicurare in caso di guasto di impedenza trascurabile l'interruzione del circuito entro un tempo specificato soddisfacendo la condizione:

$$Zs\ Ia <= Uo$$

dove:
- Uo è la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra, in volt;
-.Zs è l'impedenza, in ohm, del circuito di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al

punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;
- Ia è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo
definito nella tabella seguente in funzione della tensione nominale Uo oppure per i circuiti di distribuzione e per quelli terminali che alimentano componenti elettrici fissi, entro un tempo convenzionale non superiore a 5s; se si utilizza un interruttore differenziale Ia è la corrente differenziale nominale Idn

Uo (V)	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Nel caso di circuiti di distribuzione o di circuiti di alimentazione a componenti elettrici fissi, di cui norme CEI 64/8 articolo 413.1.3.5, sono ammessi tempi di intervento non superiori a 5s.

NB: va verificato che la corrente di corto circuito di guasto a massa, del circuito preso in esame, sia superiore a quella d'intervento del dispositivo o di protezione.

Sistema di distribuzione senza propria cabina di trasformazione. Sistema TT.
In questo caso deve essere soddisfatta la seguente condizione:

Ra Ia <= 50

dove:
- Ra è la somma delle R del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;
- I è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dis. di protezione, in Ampere;

Quando il dispositivo di protezione è a corrente differenziale, Ia è la corrente nominale differenziale Idn. Quando invece il dispositivo di protezione è un dispositivo contro le sovracorrenti, esso deve essere:

- un dispositivo avente una caratteristica di funzionamento a tempo inverso, ed in questo caso Ia deve essere la corrente che ne provoca il funzionamento automatico entro 5s, oppure
- un dispositivo con una caratteristica di funzionamento a scatto istantaneo ed in questo caso Ia deve essere la corrente minima che ne provoca lo scatto istantaneo.

Prescrizioni riguardanti gli impianti di illuminazione di galleria

Riferimento a normative e legislazioni

- Normativa CEI 34-21 Apparecchi di illuminazione parte I^ e II^ del 1987 e varianti successive
- Normativa CEI 34-22 Apparecchi di illuminazione di emergenza II^ edizione del 1992
- Normativa CEI 34-23 Apparecchi di illuminazione per uso generale II^ edizione del 1991
- Normativa CEI 34-24 Lampade a vapori di sodio ad alta pressione II^ edizione del 1989
- Normativa CEI 34-30 Apparecchi di illuminazione, proiettori II^ edizione del 1991
- Normativa CEI 34-33 Apparecchi di illuminazione ed apparecchi per uso stradale II^ edizione 1991
- Normativa CEI 34-48 Alimentatori per lampade a scarica I^ edizione 1991e varianti successive
- Normativa CEI 34-49 Alimentatori per lampade a scarica, prestazioni I^ edizione 1991 e successive
- Normativa CEI 34-75 Apparecchi per illuminazione, Prescrizioni di immunità EMC
- Normativa CEI 64-7 Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari II^ edizione del 1986
- Normativa UNI 10.439 Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato 1995.
- Legge 18 Ottobre 19976 n° 791 "direttiva CEE sulla sicurezza del materiale elettrico"
- Legge 28 Giugno 1986 n° 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche esterne"
- D.M 21 Marzo 1988 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione e l'esercizio di linee elettriche esterne"
- Testo unico delle norme sulla disciplina della circolazione stradale D.P.R. 30 giugno 1949 n° 420 con particolare riguardo agli articoli n° 7 e n° 12 (attuazione dell'articolo 8 del testo unico) ed articolo 44 (attuazione dell'articolo 13 del testo unico)
- Pubblicazione CIE n°88 Raccomandazioni per la realizzazione di impianti di illuminazione di gallerie del 1990
- Normativa UNI 11095 Illuminazione delle gallerie 2003

Prescrizioni generali

La realizzazione dell'impianto di illuminazione pubblica sarà effettuata nel rispetto delle sopracitate norme e leggi, tenendo conto delle effettive esigenze, delle condizioni ambienti e di posa..

L'impianto di illuminazione di galleria deve essere attuato per fornire agli utenti tutte le informazioni visive necessarie a rendere lo svolgimento della circolazione facile e sicuro.

Nelle ore diurne l'impianto di illuminazione artificiale delle gallerie ha lo scopo di assicurare lo svolgimento del traffico in condizioni di sicurezza e comfort pari a quelle dei tratti di strada precedenti e seguenti la galleria stessa, contribuendo ad attenuare i fenomeni di scarsa percezione visiva degli ostacoli e dei confini della carreggiata che si verificano nel passaggio dalla zona a forte luminosità che precede l'ingresso nel fornice ed il buio presente all'interno dello steso, evitando così che l'utente in avvicinamento alla galleria effettui brusche frenate o rallentamenti pericolosi per se e per i conducenti che seguono.
E' da tenere conto anche del fatto che l'occhio umano impiega un certo tempo di adattamento alle diverse condizioni di illuminamento, tempo che risulta tanto maggiore quanto maggiore è la differenza di luminosità tra le varie zone, per tale motivo dovranno persistere zone con lo stesso grado di illuminamento di elevata estensione.

La progettazione dell'impianto dovrà essere effettuata tenendo conto del livello minimo e massimo di illuminamento, del tipo di proiettori o corpi illuminante da adottare e della disposizione degli stessi, della potenza elettrica impegnata e dei consumi.
Dovranno in via generale essere privilegiati gli apparecchi e le fonti di luce a maggior rendimento, che presentano minore consumo di energia a parità di lumen prodotti garantendo un comfort visivo accettabile in funzione di un basso costo di realizzo, manutenzione ed esercizio.

All'interno della galleria la distribuzione spaziale della luce deve essere tale che sul piano stradale non si presentino alternanza di macchie d'ombra e luminose troppo vistose che possano creare condizioni percettive per l'utente di tremore degli oggetti e degli ostacoli, non si dovranno inoltre verificare fenomeni di abbagliamento.

Il flusso utile al fine del calcolo ed alla verifica del livello di illuminamento è quello che proviene direttamente dalla sorgente luminosa dato che non esistono superfici di riflessione

Per garantire il massimo comfort nei vari tratti di galleria e soddisfare al meglio le esigenze, l'illuminazione viene distinta in tre tratte, ciascuna delle quali è caratterizzata dall'avere diversi valori di illuminamento, luminanza e coefficienti di uniformità,

- Zona di soglia, essa è costituita dal primo tronco di galleria ed ha una estensione pari alla distanza di arresto degli automezzi in relazione alla velocità media di transito, mediamente 60-80 ml, essa è caratterizzata dall'avere elevati valori di illuminamento e luminanza.

- Zona di transizione, è la zona lungo la quale le luminanze e il livello medio di illuminamento decrescono per portarsi ai valori del tratto intermedio, la lunghezza di tale tratto varia a seconda dei valori di illuminamento e luminanza del tratto di soglia iniziali e quelli del tratto intermedio oltre alla velocità media di transito degli automezzi considerata. Tale tratto deve consentire l'adattamento dell'occhio umano ai più bassi valori di illuminamento artificiale. La lunghezza del tratto considerato è solitamente di 110-130 ml.

- Zona interna, è il tratto che segue la zona di transizione ed adduce all'uscita, in esso l'illuminamento è costante, ed assume valori molto inferiori alle zone precedenti dato che l'occhio umano si è ormai adattato al buio della galleria. In tale tratto si deve ottenere tuttavia un coefficiente di uniformità elevato onde evitare fenomeni stroboscopici e di tremore, causati dall'alternanza di zone chiaro-scure, elemento di disturbo per l'utente.

Livelli di illuminamento

La scelta dei livelli di illuminamento e luminanza orizzontale riferiti al piano stradale ad alle pareti della galleria fino ad una altezza di 2ml, deve essere effettuata in base ai valori medi consigliati dal CIE, al fine di ottenere un risultato adeguato all'impiego e nel contempo confortevole per l'utente.

I livelli medi di illuminamento da ottenere al suolo in condizioni permanenti che devono essere considerati per il dimensionamento degli impianti di illuminazione artificiale delle gallerie dell'autostrada, tenuto conto anche degli effetti dell'invecchiamento e della manutenzione sono riportati nella seguente tabella.

Valori di illumunamento e luminanza su strada

- Illuminazione permanente medio nella zona interna della galleria	85 lux	5,4 cd/mq	
- Illuminazione minima nella zona di soglia		85 lux	5,4 cd/mq
- Illuminazione massima nella zona di soglia		2300 lux	180 cd/mq
- Illuminamento minimo nella zona di transizione		85 lux	5,4 cd/mq
- Illuminamento massimo nella zona di transizione		550 lux	60 cd/mq

Particolare importanza deve essere attribuita al coefficiente di uniformità definito dal rapporto tra il valore di illuminamento minimo ed il valore

dell'illuminamento medio su tutta la strada per i motivi precedentemente espressi, esso non potrà in alcun caso assumere valori inferiori a 0,65.

Il rispetto dei livelli minimi e massimi di illuminamento, all'interno della zona interna della galleria, deve essere ottenuto anche in rispetto delle prescrizioni contro i disturbi arrecati dall'effetto "Flicker". Il disturbo arrecato al guidatore dal ciclico comparire e scomparire dei centri luminosi e dei riflessi provocati dagli stessi sulle carrozzerie delle automobili in movimento dovrà assumere una frequenza al difuori del campo 4-11 Hz. Il valore di frequenza è dedotto dal rapporto tra la velocità di transito in m/s e l'interdistanza tra i corpi illuminanti.

Nelle ore notturne l'illuminamento è costante ed uniforme per tutta la galleria e viene garantito dalla sola illuminazione permanente. I valori medi da garantire risulteranno notevolmente ridotti, circa 40 lux con luminanza al suolo e sulle pareti non inferiore ad 1 cd/mq e riduzione del coefficiente di uniformità.

I corpi illuminanti

Gli impianti di illuminazione artificiale di galleria vengono realizzati utilizzando la tecnologia del controflusso nelle zone di soglia e transizione, mentre nella zona interna viene realizzata con apparecchi a diffusione simmetrica.

I proiettori da utilizzare sono quelli costruiti con materiali ed equipaggiati rispondenti alle normative vigenti e alle prescrizioni del presente capitolato. Essi in via generale saranno adeguati al tipo ed all'ambiente di posa, dimensionati nel rispetto delle grandezze minime consigliate anche in funzione dello smaltimento del calore e di una facile e veloce sostituzione dei reattori, degli accenditori e delle lampade, consentendo lo svolgimento dei cicli di manutenzione in maniera rapida e senza l'utilizzo di chiavi od utensili per l'apertura e la richiusura del corpo, pur garantendo un elevato grado do protezione contro la penetrazione della polvere e dell'umidità ed un elevato grado di sicurezza elettrica.

Le parti costituenti il corpo illuminante sono:

- cassone con porta finestrata di laminato perfettamente liscio di acciaio inossidabile AISI 316 dello spessore di 15/10 mm piegato, stampato e ribordato a freddo, verniciato a forno dopo la lavorazione con polveri epposidiche di colore RAL 7030. La porta finestrata è fissata al cassone con cerniere che ne permettono l'apertura a 180° ed è corredata di guarnizione di tenuta stagna a triplo labbro, realizzata in gomma trattata contro l'invecchiamento, gli effetti degli agenti aggressivi e degli idrocarburi, in esecuzione antiristagno di acqua. La chiusura avviene con quattro ganci a scatto che garantiscono la perfetta aderenza del coperchio con il cassone. La finestratura della portella deve essere dimensionata per consentire un corretto ed efficace l'irraggiamento della luce sulla sede stradale. Nella finestratura è applicato un cristallo temperato resistente agli urti ed alle escursioni termiche, esso risulterà facilmente sostituibile in caso di rottura. L'intera struttura dovrà presentare una elevata resistenza meccanica, alto grado di protezione contro l'ossidazione e l'abrasione, non dovranno esistere bordature, fessure o soluzioni che consentano il ristagno di acqua o umidità pur garantendo un grado di tenuta stagna elevatola. I bordi e gli spigoli delle lamiere dovranno essere arrotondati e smussati o protetti con ribordatura in gomma, secondo le norme di buona sicurezza.
  In caso di incendio il corpo dovrà garantire una integrità per almeno due ore, durante le quali non si verificheranno distacchi di parti meccaniche o del vetro.

- Il sistema di sospensione deve permettere l'aggancio in maniera rapida e sicura del corpo illuminante alla canalina portacavi della galleria. Il dispositivo è costituito da quattro ganci a scatto in acciaio inossidabile fissati sulla schiena del cassone mediante bulloni dotati di rondelle elastiche autobloccanti (non sono consentite saldature, in quanto anche il gancio deve permettere l'intercambiabilità) che vanno ad aggraffarsi sulla spalla della canalina. I ganci dovranno essere dimensionati per sorreggere correttamente e stabilmente il proiettore, che risulterà essere perfettamente parallelo al piano stradale. Eventuali oscillazioni e vibrazioni della canalina portacavi non dovranno in alcun modo compromettere la stabilità e la tenuta dei ganci, che garantiranno la loro funzione anche in caso di incendio.
  Il dispositivo di aggancio deve garantire il sorreggimento del carico con un coefficiente di sicurezza di classe 3,tre volte il peso totale del corpo illuminante.

- L'unità di alimentazione deve essere completamente contenuta all'interno del cassone in uno apposito vano, dimensionato in funzione di eventuali aumenti di potenza della lampada e del reattore, della temperatura di funzionamento delle apparecchiature in esso contenute e della capacità di smaltimento del calore; non sono ammessi proiettori con cassetta porta-reattore esterna.
  Nel vano alimentazione è predisposta una piastra per il fissaggio del reattore, dell'accenditore , del condensatore e del fusibile di protezione. La basetta è costituita da una piastra in acciaio inossidabile e/o in materiale isolante, essa ha dimensioni tali da permettere una facile installazione di tutti gli elementi, anche in considerazione di eventuali dispositivi per la supervisione e telegestione del corpo illuminante.
  Il reattore è del tipo elettromagnetico, da scegliere tre le primarie marche del mercato nazionale, dovrà rispondere alle prescrizioni di efficienza e sicurezza dalle norme CEI e agli standard dell'EMC. Non è ammesso l'utilizzo di reattori di tipo elettronico.
  L'accenditore di tipo a sovrapposizione con alta tensione di innesco, in custodia di contenimento metallica dotata di terminale filettato per il fissaggio.
  Il condensatore per il rifasamento del fattore di potenza di ogni singola lampada al valore di 0,98 in custodia di contenimento in materiale isolante e codolo filettato completo di dado e rondella per il fissaggio. I condensatori dovranno essere muniti di fusibile e resistenza si scarica incorporati nell'involucro.
  Il fusibile di protezione dell'intero dispositivo di alimentazione installato anche esso sulla basetta con accessibilità consentita senza lo smontaggio della stessa, onde garantire una facile e veloce sostituzione, il portafusibile sarà dimensionato in funzione della massima potenza di lampada che può essere installata nel proiettore (400W),il calibro del fusibile è invece scelto in funzione dell'effettivo carico installato.
  L'unità di alimentazione risulterà smontabile del vano senza l'utilizzo di utensili, essa sarà infatti fissata al cassone con ganci a scatto e cerniere, che consentano la facile apertura e il sorreggimento a sportello aperto per permettere la manutenzione a mani libere.

- Il sistema di distribuzione ottica, installato all'interno del proiettore risulta essere costituito dalla parabola di tipo simmetrico o asimmetrico a

seconda del tipo, realizzata in pressofusione di alluminio brillantato, trattato contro gli effetti dell'ossidazione e dell'annerimento con processo di anodizzatura e martellata per aumentarne la ripartizione del flusso luminoso.
Il portalampade in porcellana resistente alle alte temperature, con attacco E-40, installato su di una staffa che consenta la perfette centratura e focalizzazione in funzione del tipo di lampada installata.

- I conduttori di cablaggio in corda di rame flessibile isolati con mescola esente da alogeni, non propagante la fiamma e l'incendio, contenuti in guaine protettive e nel tratto prossimo al portalampade l'isolante rinforzato con tubetti di gomma siliconica resistenti alle alte temperature.

- Il dispositivo di collegamento del corpo illuminante alla linea di alimentazione realizzato in maniera tale da consentire un facile e veloce sezionamento anche con impianto sotto tensione, garantendo l'incolumità dell'operatore. Esso potrà essere realizzato con presa a spina di tipo CEE di elevate caratteristiche meccaniche ed elettriche oltre a garantire un allaccio alla linea di alimentazione sicuro, stabile e duraturo.
Le prese a spina dovranno trovare collocazione sul fianco della canalina portacavi su mensole apposite.

Nel complesso i corpi illuminanti risulteranno essere completamente smontabili e intercambiabili. Le parti meccaniche che li costituiscono quali cassone, porta finestrata, dispositivo di aggancio e piastre per l'equipaggiamento elettrico risultano essere perfettamente uguali sia nei corpi simmetrici, asimmetrici che nelle diverse potenze (100W-250W-400W).

Gli equipaggiamenti elettrici si distingueranno in funzione della potenza della lampada installata.

Nei riguardi dei dispositivi ottici si distingueranno parabole a diffusione simmetrica e asimmetrica, le prime utilizzate per l'illuminazione permanente mentre le seconde per quella di rinforzo.

Le parabole a diffusione asimmetrica saranno caratterizzate dall'avere la massima concentrazione del flusso luminoso a 55° rispetto alla verticale, inoltre sono dotate di segmento in alluminio installato parallelamente alla lampada in modo da nasconderne la visione diretta, riducendo l'abbagliamento, e di un diaframma a denti di sega per migliorare la diffusione spaziale della luce e ridurre le macchie chiaro-scure sulla sede stradale.

Le lampade

Le sorgenti luminose da utilizzare nella realizzazione degli impianti di illuminazione artificiale delle gallerie devono possedere le seguenti caratteristiche particolari:
- efficienza luminosa elevata
- elevata affidabilità
- lunga durata di funzionamento
- buona resa cromatica

Le lampade da utilizzare saranno scelte tra la primarie marche del mercato, in funzione del tipo di utilizzo e della zona da illuminare. Esse saranno del tipo a bulbo tubolare di vetro trasparente ed attacco normalizzato E 40, adatte al funzionamento orizzontale.

Nella illuminazione di gallerie è da privilegiare l'uso di lampade a scarica nei gas quali le sodio ad alta pressione che consentono di ottenere un equo compromesso tra efficienza, affidabilità, durata e resa cromatica.

Le lampade con potenza 100 W avranno flusso luminoso nominale 10.000 lm durata maggiore di 12.000 ore

Le lampade con potenza 150 W avranno flusso luminoso nominale 17.500 lm durata maggiore di 12.000 ore

Le lampade con potenza 250 W avranno flusso luminoso nominale 33.000 lm durata maggiore di 12.000 ore

Le lampade con potenza 400 W avranno flusso luminoso nominale 55.500 lm durata maggiore di 12.000 ore

Le lampade sodio ad alta pressione saranno così impiegate:
- per l'illuminazione permanente con corpi ad ottica simmetrica, nella zona interna della galleria, lampade di potenza 100 W
- per l'illuminazione di rinforzo nella zona di soglia lampade miscelate di potenza 400W e 250W
- per l'illuminazione di rinforzo nella zona di transizione lampade miscelate di potenza 250W e 100W



La suddivisione dei circuiti
All'interno delle singole zone le sorgenti luminose dovranno essere disposte in maniera tale da assicurare una uniformità di distribuzione spaziale della luce, oltre a garantire i valori di illuminamento ed uniformità richiesti.

Normalmente la distribuzione dei corpi illuminanti avviene su due file longitudinali parallele tra loro, centrali rispetto alle corsie di percorrenza del piano stradale, poste ad una altezza non inferiore ai 5,20 ml.

Le lampade ad ottica simmetrica, dedicate all'illuminazione permanente, vengono disposte a "quinconce" con interdistanza definita su disegni di progetto. Esse saranno inoltre suddivise in più gruppi uguali e simmetrici, alimentati da propria linea trifase indipendente. All'interno di ogni singolo gruppo le lampade saranno suddivise simmetricamente sulle fasi e collegate alle stesse secondo il senso ciclico r-s-t. La lunghezza media di ogni singolo circuito non supererà i 300ml.

Le lampade ad ottica asimmetrica, dedicate all'illuminazione di rinforzo, trovano collocazione anche esse su due file parallele ma con ripartizione simmetrica. La suddivisione delle stesse avviene in funzione della potenza di lampada e della fila di appartenenza. L'interdistanza tre le lampade è definita nei disegni progettuali. All'interno di ogni singolo gruppo le lampade saranno suddivise equamente sulle fasi e collegate alle stesse secondo il senso ciclico r-s-t. In maniera da ottenere per ogni fila tre gruppi di proiettori, uno con lampade di potenza di 400 W, uno con lampade di potenza 250 W ed uno con lampade di potenza 100W. Ogni gruppo viene alimentato con linea trifase indipendente.

Ogni singolo circuito è alimentato da linea autonoma che parte dal quadro di distribuzione generale energia. Le linee sono protette con dispositivi magnetotermici e relè di rilievo del guasto a terra con ripristino automatico.

In generale le linee ed i cavi di alimentazione dei circuiti di illuminazione avranno sviluppo entro i cavidotti, i cunicoli e le canaline dedicate. Entro la galleria, per ragioni di sicurezza sono da prediligere i percorsi nei cavidotti dei marciapiedi. I percorsi in canalina in volta sono da limitare alla sola lunghezza del singolo circuito.

I sistemi di regolazione della luce

Il sistema di regolazione della luce deve consentire l'adattamento della luminosità interna alla galleria con l'esterna in maniera da ridurre al minimo i contrasti e gli impatti che si verificano all'imbocco del fornice nel attraversamento di zone a luminosità molto differente.

Il sistema sarà costituito da regolatori di potenza che consentono la riduzione dell'efficienza luminosa e del flusso prodotto dalle sorgenti luminose, attuando una riduzione della tensione di alimentazione. Il comando e la gestione dei regolatori avverrà con sonde di rilievo della luminanza poste all'imbocco della galleria in grado di fornire segnalazioni analogiche e digitali proporzionali alla misura effettuata.

Le sonde di rilievo della luminanza esterna sono costituite da un elemento elettronico sensibile alle variazioni di luminosità. Normalmente costituito da un fotoelemento monocolare che inquadra l'ingresso della galleria in un cono di 20°, da una distanza pari a quella di arresto degli automezzi in relazione della velocità di transito considerata (solitamente 80-100 ml dall'imbocco). I valori rilevati dal luminanzometro vengono elaborati da un sistema elettronico dedicato con scheda a microprocessore in grado di fornire uscita analogica in corrente 4-20 mA, contatto pulito per la segnalazione dello stato di guasto, permette l'impostazione dei valori di fondo scala. Il segnale analogico mediante dispositivo supplementare potrà essere duplicato e trasformato in quattro uscite analogiche e quattro uscite digitali a relè con soglia di intervento regolabile.
L'intera struttura è contenuta in cassetta stagna adatta all'installazione in ambiente esterno, dotata di dispositivo di aggancio alla palina di sospensione di tipo snodato per permetterne il perfetto indirizzamento.

La palina su cui viene installata la sonda deve essere tubolare in acciaio zincato a caldo o in acciaio inossidabile sorretta da proprio plinto in calcestruzzo, ed avere altezza fuori terra di 4,5 – 5 ml per consentire l'installazione dell'elemento fotometrico al di fuori della sagoma degli autocarri, elemento di schermatura e disturbo della misura.

La regolazione dell'illuminazione permanente e di rinforzo avviene mediante sistemi separati ed indipendenti ma coordinati tra loro. I circuiti di illuminazione permanente come quelli di rinforzo sono infatti alimentati da proprio regolatore stabilizzato pilotato da propria sonda di rilievo.

Per i circuiti di illuminazione permanente la regolazione del flusso luminoso avviene in maniera regolare e lineare. La luminosità interna alla galleria infatti varia linearmente in funzione del valore rilevato all'esterno, nel campo di valori 40-100 lux.
Di notte nelle condizioni di buio all'esterno della galleria si dovrà applicare la condizione di massima riduzione, l'illuminamento medio all'interno della galleria raggiungerà i valori di 40 lux, mantenendo tutte le lampade accese. Non è consentita la riduzione dell'illuminamento mediante lo spegnimento di una fila o di gruppi di lampade in quanto tale soluzione determinerebbe una notevole disuniformità nella diffusione spaziale della luce. Il raggiungimento dei 40 lux potrà essere ottenuto attuando una riduzione della tensione di alimentazione delle lampade, purchè sia garantita l'accensione stabile delle stesse.

La sonda utilizzata per il comando del regolatore dei circuiti di illuminazione permanente avrà una scala di rilievo 0 - 100 lux e sarà direttamente collegata al regolatore stesso.

L'illuminazione di rinforzo è gestita in maniera diversa da quanto visto per la permanente.
L'impianto prevede l'inserzione di due gruppo di lampade di rinforzo in tempi e condizioni diverse. Il primo stadio, è costituito dalle lampade da 250 W della zona di soglia e da quelle da 100 W nella zona di transizione, il secondo stadio è invece costituito dalle solo lampade da 400 W della zona di soglia. L'accensione del secondo rinforzo, avviene solamente se è acceso il primo, nel ciclo automatico non e contemplata l'accensione delle sole lampade da 400 W se quelle da 250 e 100 W sono spente, in quanto tale soluzione non garantirebbe una zona di adattamento dell'occhio, al buio della galleria, sufficientemente estesa.

L'impianto di illuminazione di rinforzo è dotato di proprio sistema di regolazione della luce costituito da sonda di rilievo della luminosità esterna, e variatore di tensione
La sonda utilizzata ha valore di fondo scala 3000 lux ed è corredata di moltiplicatore di segnale con quattro uscite a contatto con chiusura impostabile e regolabile in funzione del valore di luminosità rilevato dal fotometro e uscite in corrente proporzionali all misura stessa per il pilotaggio del regolatore.
La chiusura dei contatti determina l'accensione dei rinforzi, ottenendo così una regolazione a gradini. All'interno di ogni singolo gradino viene effettuate una variazione della tensione di alimentazione delle lampade tra il 55% e il 100% del valore nominale, anche in funzione del carico applicato, detta variazione è pilotata direttamente dall'uscita analogica del moltiplicatore di segnale.
Il primo stadio di rinforzo si inserisce quando il valore di illuminamento esterna raggiunge il valore di circa 450 lux, mentre il secondo quando viene

raggiunto il valore di circa 2300 lux.
Al diminuire della luminosità esterna il regolatore lavorerà in riduzione dal 100% al 55% ed alle soglie di lux provvederà alla progressiva disinserzione dei rinforzi.
Per valori di illuminamento esterno inferiori ai 450 lux l'illuminamento artificiale è affidato alla sola illuminazione permanente, mentre per valori di illuminamento superiori a 3000 lux l'illuminamento artificiale rimarrà acceso permanentemente ai valori massimi.

L'impianto di illuminazione artificiale dovrà risultare completamente gestibile e comandabile anche da remoto, in particolare i regolatori di flusso potranno essere fatti funzionare forzatamente a luce piena, in riduzione, o messi in by-pass indipendentemente dallo stato di funzionamento e dalle programmazioni della macchina. Sarà inoltre possibile effettuare l'accensione diretta di ogni singolo gruppo di lampade direttamente a luce piena.

I regolatori di potenza.

I controllori di potenza devono provvedere all'espletamento delle seguenti funzioni:
- riduzione della potenza e del flusso luminoso delle lampade degli impianti di illuminazione secondo il ciclo predefinito
- accensione delle lampade dell'impianto a tensione ridotta in modo da limitare sensibilmente le sollecitazioni alle lampade e limitarne la corrente di spunto
- stabilizzazione della tensione a valle nei vari regimi di funzionamento tarabili a cura dell'utente a valori compresi nel range 165-240V.

Lo svolgimento delle suddette funzioni deve essere affidato ad un sistema controllato da microprocessore dedicato, gestibile anche da remoto con comunicazione seriale RS 232 0 485.
La variazione della tensione in uscita verso il carico deve essere effettuata simultaneamente sulle tre fasi. Il sistema di regolazione deve essere effettuato con il sistema in controfase e sarà costituito da un induttore variabile motorizzato con in serie un trasformatore
La variazione della tensione avviene in funzione del valore di illuminamento rilevato mediante comando analogico 4-20 mA prelevato direttamente dalla fotocellula di gestione posta all'imbocco della galleria e gestito dalla scheda a microprocessore.
Si precisa che al valore massimo della luminosità, nell'intervallo considerato, corrisponde il valore massimo di corrente, 20mA ed in uscita del regolatore la massima tensione, mentre al valore minimo di luminosità corrisponde il valore minimo di corrente 4 mA e di tensione. L'andamento della regolazione deve essere lineare.
In ogni momento il regolatore potrà essere acceso in forzatura al massimo della potenza, spento o comandato secondo cicli predefiniti sia agendo sui selettori riportati sulla macchina che da remoto.
Ogni condizione di funzionamento, allarme ed anomalia deve essere monitorizzata e monitorizzabile anche da remoro sia mediante porta seriale che con contatti di segnalazione in chiusura.
Il dispositivo di regolazione sarà completamente contenuto in apposito telaio in acciaio zincato od in vetroresina in esecuzione per interno con grado di protezione IP40.

L'illuminazione di emergenza.

L'impianto in questione deve consentire di mantenere valori minimi di illuminazione all'interno della galleria in caso di interruzione o guasto sulla rete di alimentazione primaria.

L'intervento dei dispositivi di illuminazione di emergenza non deve essere superiore al mezzo secondo, onde evitare il formarsi di situazioni di pericolo.

I valori minimi di illuminamento su strada da garantire sono di 8 lux per il tempo minimo di un ora.

L'impianto di illuminazione di sicurezza da realizzare all'interno della galleria è di tipo non permanente; le sorgenti luminose sono normalmente spente e non contribuiscono all'illuminazione artificiale, esse si attivano esclusivamente per mancanza dell'alimentazione primaria.

La realizzazione avviene con corpi di illuminazione dedicati aventi gruppo di continuità autonomo e batterie tampone al nichel cadmio ermetiche installate al loro interno. I corpi vengono agganciati alla canalina portacavi in volta ad una altezza non inferiore ai 5,20 ml.

La distribuzione spaziale della luce avviene mediante corpi illuminanti distribuiti a quinconce su due file parallele, perpendicolari al piano viario, l'interasse tra due corpi consecutivi è specificata nei disegni planimetrici e negli allegati di progetto.

I corpi utilizzati hanno struttura meccanica e sistema di fissaggio alla canalina portacavi in acciaio inossidabile AISI 316 di forma, dimensioni e caratteristiche identiche ai corpi utilizzati per l'illuminazione artificiale permanente e di rinforzo.

L'installazione, ed il cablaggio dei singoli elementi all'interno del corpo illuminante avviene seguendo le prescrizioni e i suggerimenti espressi nei riguardi dei proiettori di illuminazione artificiale.

L'equipaggiamento elettrico è costituito da una unità di alimentazione carica batterie di tipo elettronico, realizzato in tecnica SMD, in contenitore metallico ermetico di dimensioni ridotte in grado di trasformare l'alimentazione di rete a 220 V in corrente continua per la ricarica ed il mantenimento delle batterie tampone.
Il dispositivo di alimentazione adottato comprende tutti i componenti necessari per: controllare la presenza e l'assenza rete di alimentazione, controllare la presenza e la mancanza della lampada, controllare la presenza e la mancanza della batteria, effettuare la carica ed il mantenimento della batteria, proteggere la batteria da scarica eccessiva e dal raggiungimento di temperature dannose, alimentare la lampada prelevando energia dalla batteria in assenza della rete di alimentazione. Il sistema è inoltre munito di circuito per il controllo da remoto che determina l'accensione e lo spegnimento

dell'inverter anche in assenza dell'alimentazione primaria e di un led di colore rosso che identifica la condizione di ricarica delle batterie.

Le batterie sono di tipo al nichel cadmio ad alta temperatura di funzionamento in esecuzione ermetica senza manutenzione con durata garantita di 3 anni capacità minima di 4 Ah. Il pacco batterie è munito di fusibile rapido intercambiabile per la protezione del caricatore contro i corto circuiti

Gruppo inverter e pacco batterie risultano essere installati su piastra metallica incernierata di facile e rapido asporto, senza l'uso di particolari utensili, per la facile e veloce esecuzione della sostituzione

Il gruppo inverter e le batterie dovranno in primo luogo rispondere alle prescrizioni espresse nel presente capitolato oltre a fornire una costanza nell'erogazione della potenza nel funzionamento e rispondere alla normative: -EN 60924 ed EN 60925 riguardanti gli alimentatori elettronici a corrente continua per lampade fluorescenti, -EN 60598-2-22 apparecchi per illuminazione di emergenza e sicurezza, -EMC 89/336 CEE direttiva sulla compatibilità elettromagnetica.

Il sistema di distribuzione ottica, installato all'interno del proiettore risulta essere costituito dalla parabola di tipo simmetrico, realizzata in pressofusione di alluminio brillantato, trattato contro gli effetti dell'ossidazione e dell'annerimento con processo di anodizzatura e martellata per aumentarne la ripartizione del flusso luminoso.

Il portalampade in porcellana resistente alle alte temperature, con attacco 2 G10, installato su di una staffa che consenta la perfette centratura e focalizzazione nella parabola.

Le lampade da utilizzare sono di tipo fluorescente a basso consumo, elevato rendimento ed efficienza luminosa, lunga durata, potenza assorbita di 36 W.

I corpi illuminanti appartenenti ad ogni fila sono suddivisi in maniera simmetrica sulle fasi e secondo il senso ciclico delle stesse (r-s-t), la loro alimentazione avviene con linea trifase con neutro, protetta entro il quadro di distribuzione con interruttore magnetotermico differenziale.

I cavi e le linee di alimentazione troveranno sviluppo entro i cavidotti e le canaline portacavi in volta.

Dimensionamenti prove e misure

Prima della esecuzione dei lavori la Ditta dovrà presentare alla Società copia per approvazione dei calcoli illuminotecnici di verifica eseguiti sulla base delle indicazioni progettuali oltre ai campioni dei corpi illuminanti adottati.
Ad installazione effettuata l'impresa eseguirà tutte le regolazioni e tarature dei dispositivi necessarie alla messa a punto dell'impianto. Verranno inoltre svolte le prove e misure richieste dal presente capitolato al punto prove e verifiche, ed i risultati saranno trasmessi con allegata relazione tecnica alla Società.

Prescrizioni riguardanti la posa dei cavi telefonici a fibra ottica per telecomunicazioni entro infrastrutture predisposte

Generalità

Nel presente capitolo sono fornite le disposizioni relative alla posa dei cavi nelle infrastrutture orizzontali precedentemente predisposte, ovvero nelle infrastrutture esistenti lungo i tracciati di posa.
I cavi dovranno essere forniti avvolti ed il carico e scarico dovrà avvenire con modalità e attrezzature idonee.
Le operazioni di posa e recupero, nel caso di cavo destinato, al riutilizzo dovranno essere condotte in modo da evitare al cavo brusche piegature, ammaccature, abrasioni ecc. rispettando i raggi minimi di curvatura consentiti.

Utilizzo delle infrastrutture di posa

I cavi da 10 F.O. verranno normalmente usati per realizzare il raccordo tra il Box di Distribuzione ed il Box di terminazione posti entro shelter.

Scorte cavo

Nei pozzetto, sedi di giunti dovrà essere lasciata un'adeguata ricchezza di cavo atta a poter successivamente eseguire le operazioni di giunzione.
Di seguito vengono definiti i criteri di riferimento a cui attenersi per la determinazione della scorta ottimale da garantire ad ogni situazione impiantistica.
Le lunghezze di seguito riportare, si intendono comprensive della quantità di cavo necessarie all'attestazione degli stessi e della quantità di fibra che dovrà essere lasciata all'interno dei moduli di giunzione:
- esecuzione fuori pozzetto 14 m per lato

Posa dei cavi nelle tubazioni

La posa del cavo dovrà essere preceduta da alcune operazioni preliminari:
- apertura di tutti i pozzetti interessati dalla posa
- predisposizione della fune di tiro (nylon per posa a mano, acciaio per posa con argano)
- posizionamento della bobina
- predisposizione di eventuali dispositivi per consentire il tiro del cavo ecc.

Il tubo interessato dalla posa del cavo dovrà essere preventivamente accorciato all'interno dei pozzetti fino alla misura di ~ 15 cm al fine di consentire, successivamente, una più agevole sistemazione del cavo.
La posa dovrà essere eseguirà a mano o con l'ausilio dell'argano a motore, in ogni caso il tiro applicato non dovrà mai superare i limiti ammessi del capitolato tecnico del cavo.
Sulla testa del cavo, durante le operazioni di tiro, dovrà essere applicato un giunto a snodo antitorsione al quale dovranno essere fissati filati aramidici che rappresentano l'elemento di tiro del cavo stesso.
Qualora la pezzatura di cavo non permetta la posa della tratta a causa dello sviluppo tortuoso del tracciato, si dovrà operare posizionando la bobina al centro della tratta, effettuando il tiro in una direzione e completando l'operazione nell'altra direzione dopo aver svolto la bobina nel caratteristico "otto"
Per facilitare lo scorrimento del cavo, potranno essere usati lubrificanti da applicare sia sulla superficie del cavo sia all'interno del monotubo.
Conclusa la posa del cavo, eliminato il giunto antitorsione e verificata la completa assenza di umidità all'interno del cavo, la testa dovrà essere richiusa con un cappellotto termorestringente: successivamente, in corrispondenza dei pozzetti, delle intercapedini e nei cunicoli, dovrà essere recuperata una ricchezza di cavo tale da consentire una adeguata sistemazione.

Sistemazione del cavo nei pozzetti

Il cavo dovrà essere sistemato sul fondo del pozzetto verso la parete avendo cura di rispettare le seguente indicazioni:
- i raggi di curvatura dei cavi non dovranno essere mai inferiore ai limiti previsti dai cavi stessi;
- i cavi dovranno essere bloccati all'interno del monotubo diam. 50 utilizzando il tappo spaccato e relativo raccordo filettato;
- i cavi da 10 FO, uscenti dal tubo diam. 50 dovranno essere protetti all'interno dei pozzetti con tubi corrugati spaccati raccordati al tubo di dorsale mediante il raccordo filettato montato sul tappo.

La ricchezza di cavo, dovrà essere disposta in maniera tale da poter essere successivamente estratta senza imporre torsioni al cavo.

Monotubo in PEHD diametro esterno 50 mm

Il monotubo, è un estruso in polietilene ad alta densità (PEHD) opportunamente stabilizzato per resistere all'invecchiamento.
La sua massa termoplastica deve risultare inerte agli agente atmosferici e resistere ai batteri, alle spore e funghi.
Sul monotubo, dovrà essere stampato ad intervalli di 1 metro, la lunghezza metrica, il diametro dello stesso, la sigla del costruttore.

DIMENSIONI:	MONOTUBO 50 mm
Diametro interno	44 mm
Spessore tubo	3 mm
Rigature	24 interne - 30 esterne

Cordino in nylon

E' costituito da vari fili in nylon cordati a treccia fra loro sino a creare un diametro di 3 mm.
Fornito in rotoli di idonea lunghezza dovrà avere un carico di rottura di 300 kg.

Misure ottiche su cavo FO di tipo SM - R

Le misure ottiche verranno eseguite dopo la fase d'installazione dal cavo per accertarsi della perfetta esecuzione delle opere.
Tali verifiche dovranno essere effettuate con cavo terminato con connettori da entrambe le estremità, onde permettere il collegamento delle fibre agli strumenti di misura.
Si precisa che una tratta è definita come quell'insieme di fibre che hanno lo stesso percorso.
Nel caso di ampliamenti di rete. le misure dovranno essere effettuate solo sul tratto di fibra di nuova posa ad eccezione della misura di attenuazione totale che dovrà inglobare anche i tratti di rete esistente, relativamente alle fibre interessate dallo sviluppo.
Le misure ottiche dovranno essere tutte realizzate alla lunghezza d'onda di 1550 nm per meglio rilevare eventuali stress concentrati o distribuiti lungo il collegamento.
Di seguito viene riportato un elenco che riassume le verifiche richieste dal Committente e la loro applicabilità; per quanto riguarda la modalità di esecuzione delle stesse si rimanda ai paragrafi seguenti.
- misura di attenuazione totale di tratta con metodo d'inserzione
- diagramma della potenza retrodiffusa
- misura dell'attenuazione dei giunti di linea (derivazione/spillamento/ terminazione) con metodo di retrodiffusione
- misura delle lunghezza ottiche di tratta e dei singoli giunti di linea (derivazione/spillamento/terminazione)
-.verifica di continuità e misura di resistenza d'isolamento verso terra della guaina metallica

Modalità di esecuzione delle misure e limiti – FO di tipo SM- R

a) Attenuazione totale di tratta

Dovrà essere misurata l'attenuazione totale di ogni fibra comprensiva dei 2 connettori terminali.
Prima di effettuare la misura si dovrà rilevare il livello di uscita del trasmettitore collegando tra loro il trasmettitore con il ricevitore tramite una breve bretella di riferimento.
In fase di misura, dopo aver collegato trasmettitore e il ricevitore alla fibra sotto test, dovrà essere rilevato il valore da cui si ricava l'attenuazione del cavo come differenza tra i valori assoluti di trasmissione e ricezione.

b) Diagramma della potenza retrodiffusa

Dovrà essere verificato che la potenza retrodiffusa di ogni fibra ottica della tratta sia regolarmente distribuita e che non vi siano punti di stress concentrati.
Al fine di poter effettuare un'analisi significativa dovranno essere effettuate verifiche di retrodiffusione utilizzandone visualizzatore OTDR.
I diagrammi dovranno essere riportati su appositi modelli che costituiranno documentazione di Collaudo.

c) Attenuazione dei giunti

Su esplicita richiesta del Committente potranno essere controllati i giunti appartenenti alle tratte.
La misura di attenuazione dei giunti dovrà essere eseguita con OTDR utilizzando il metodo di approssimazione dei minimi quadrati (LSA) per individuare le migliori rette interpolanti le pezzature a monte e a valle del giunto sotto test.
I giunti dovranno essere controllati bidirezionalmente ed il valore di attenuazione sarà dato dalla semisomma algebrica dei valori letti da entrambe le direzioni.
Si precisa che il controllo dovrà essere eseguito dopo che tute le operazioni di giunzione e sistemazione del giunto saranno terminate.
Limite
Tutti i giunti misurati, realizzati tra fibre ottiche singole dovranno risultare < 0.2 dB.
Tutte le giunzioni misurate di ogni tratta, dovranno rispettare i seguenti limiti:
70% delle totali giunzioni presenti nella tratta dovranno risultare < 0.2 dB.
30% delle totali giunzioni presenti nella tratta potranno risultare superiori a 0.2 dB ma < 0.4 dB.
I valori di attenuazione dei giunti, insieme ai relativi grafici, dovranno essere riportati su appositi modelli che costituiranno documentazione.

d) Lunghezze ottiche

Dovranno essere realizzate le misure progressive delle lunghezze ottiche dei giunti di linea e totali per le tratte.
I rilievi dovranno essere effettuati con OTDR.
Per ogni tratta, sarà sufficiente caratterizzare gli elementi di una solo fibra ottica la quale sarà opportunamente scelta per ogni rilievo.
Si precisa che l'impostazione dell'indice di Rifrazione corretto risulterà fondamentale per questa misura: in mancanza di diverse prescrizioni indicate nel capitolato del cavo dovrà essere utilizzato uno IOR pari 1.4675 alla lunghezza d'onda di 1550 nm.
I valori lunghezza ottica dovranno essere riportati su appositi nodelli che costituiranno documentazione di Precollaudo e di Collaudo.
Si precisa che tale prova dovrà essere eseguita ogni qualvolta fosse necessario aprire una muffola.

e) Resistenza d'isolamento verso terra della guaina metallica

Nei collegamenti realizzati con cavi schermati, dovrà essere provata la continuità elettrica della guaina metallica di ogni tratto non sezionato, e successivamente la resistenza d'isolamento verso terra.
Quest'ultima misura dovrà essere eseguita applicando una tensione continua di 500 V e, dopo un tempo di eletrizzazione pari a circa 5 minuti,

dovrà essere verificato che il valore di lettura non sia inferiore a 5 Mohm per km per cavi con guaine in polietilene.
I valori di isolamento dovranno essere riportati su appositi modelli che costituiranno documentazione di Collaudo.

f) Strumentazione e accessori necessari

Si riporta un elenco della tipologia dei principali strumenti e accessori di cui l'appaltatore dovrà disporre per l'esecuzione delle misure richieste in fase di Collaudo.
- OTDR con cassetto alla lunghezza d'onda di 1550 nm;
- Banco di attenuazione con trasmettitore monomodale alla lunghezza d'onda di 1550 nm;
- Bretelle di riferimento adatte con banco di attenuazione e manicotti di raccordo;
- Bobina di lancio;
- Kit di pulizia per connettori;
- Megaohmetro e tester

Si precisa che in caso siano stati riscontrati degli stress sulle fibre ottiche misurate non eliminabili, l'appaltatore dovrà disporre in fase di collaudo di un cassetto per OTDR anche a 1310 nm per una indagine più accurata dell'entità dell'anomalia.

g) Documentazione di Collaudo

La documentazione di Collaudo sarà costituita dai risultati delle misure e dai grafici di retrodiffuzione richiesti nel presente documento riportati sui modelli allegati alla fine del presente documento.
E' data facoltà all'Appaltatore di consegnare la documentazione di Collaudo, in formato magnetico con estensione WK4 – XLS oltre che cartaceo.

Prescrizioni riguardanti scavi e rinterri

a) Scavi e reinterri

Nell'esecuzione di scavi in genere, a mano o con mezzi meccanici, debbono essere adottate tutte le misure di prevenzione e le opere provvisionali necessarie a garantire la sicurezza del cantiere, nonché ad evitare ogni pericolo agli operai e/o danni alle cose.
I lavori di scavo debbono esser eseguiti nel rispetto delle indicazioni di progetto esecutivo, della relazione geotecnica e nell'osservanza delle prescrizioni fornite, in corso di realizzazione dal Direttore dei Lavori.
Nell'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, realizzando opportune armature di sostegno e protezione, restando essa obbligata, a suo carico e spese, a provvedere alla rimozione delle materie franate.
L'Impresa è responsabile dei danni alle persone, alle proprietà pubbliche e private e dei maggiori oneri per lavori causati da imperizia e/o inadeguatezza delle misure di protezione delle opere.
Il materiale di scavo che risulti inutilizzabile o ritenuto inidoneo ad altro impiego (a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori) dovrà essere allontanato dal cantiere, con l'ausilio di mezzi meccanici, e trasportato a discarica autorizzata a cura e spese dell'Impresa.
In ogni caso il materiale depositato, proveniente dallo scavo, non dovrà essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private e non dovrà costituire intralcio al traffico veicolare e pedonale. Durante l'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà provvedere, inoltre, a sue spese alla corretta regimentazione delle acque superficiali, evitando il riempimento degli cavi e consentendo il libero deflusso delle acque, anche in presenza di materiale depositato in cantiere. Le tubazioni di scolo, i canali e fossi pubblici o privati dovranno essere conservati all'uso durante i lavori anche con eventuali deviazioni e ripristini, previo accordi con i proprietari interessati.
L'Impresa deve prendere tutti i provvedimenti atti a garantire la stabilità degli impianti, sia della Società sia di terzi, presenti nello scavo o nelle sue immediate vicinanze.
Gli scavi devono essere mantenuti asciutti, se occorre con l'uso di pompe; il materiale scavato deve essere collocato regolarmente lungo la trincea, lasciando una banchina praticabile almeno da una parte di essa. Quando le esigenze di traffico lo richiedono, l'Impresa su disposizione della Società, deve provvedere all'immediato trasporto alle discariche del materiale scavato; in questo caso il successivo rinterro viene eseguito con materiale inerte.
La necessità di eseguire eventuali opere speciali per lo spostamento dei manufatti e dei servizi rinvenuti nello scavo, deve essere segnalata tempestivamente alla Società che, caso per caso, e previ accordi con gli Enti interessati, impartisce disposizioni per la razionale sistemazione dei manufatti e servizi in questione.
L'Impresa deve segnalare immediatamente agli Enti interessati, per i provvedimenti del caso, ogni eventuale guasto riscontrato o provocato, durante l'esecuzione degli scavi, agli impianti esistenti, nonché le fughe e le infiltrazioni da vicine condotte di gas o di acqua; di tali segnalazioni deve essere data in pari tempo notizia alla Società.
L'Impresa deve effettuare lo spostamento provvisorio, la demolizione, la rimozione e l'eventuale successivo ripristino di impianti o strutture incontrati nello scavo che non richiedono, per ciò l'intervento del proprietario.

b) Scavi in presenza di acqua e prosciugamento

In caso di presenza di acque sorgive o di infiltrazione, di falde superficiali e terreni alluvionali potranno essere eseguiti degli scavi subacquei o, in alternativa, potranno essere eseguite opere per il prosciugamento dei terreni. Sono considerati scavi in presenza di acqua quelli eseguiti in profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque, anche in presenza di un parziale prosciugamento eseguito con macchine e/o con canali di drenaggio. Il volume di scavo eseguito in acqua a profondità non superiore a 20 cm non verrà considerato scavo subacqueo.

c) Scavi eseguiti a mano

In tutti i casi in cui le particolari condizioni del cantiere, risulti necessaria la realizzazione di scavi di sbancamento o a sezione aperta da eseguirsi a mano, dovranno essere adottate tutte le misure necessarie per il rispetto delle condizioni di sicurezza (opere provvisionali, sbadacchiature ecc.).
Si intendono compresi nelle lavorazioni gli oneri per il trasporto o lo smaltimento del materiale di rifiuto.

d) Reinterri

Generalmente le opere di rinterro, ovvero il riempimento dei vuoti tra le pareti degli scavi e le strutture interrate, nonché i riporti di terreno da addossare alle strutture fuori terra fino alle quote prescritte dalla Direzione Lavori, dovranno essere realizzate utilizzando il terreno proveniente dagli scavi se ritenuto idoneo dalla D.L.
In alcuni casi, qualora se ne rilevi la necessità, può essere utilizzato altro materiale proveniente da cava (misto stabilizzato, sabbia).
In particolare i reinterri dovranno essere eseguiti per strati orizzontali di uguale altezza opportunamente costipati, con materiale selezionato non argilloso per evitare eventuali rigonfiamenti e spinte, utilizzando materiale non drenante in modo che sia impedito il ristagno o scorrimento d'acqua oppure materiale drenante in presenza delle opere di canalizzazione e smaltimento delle acque.
E' vietato addossare terrapieni a murature non sufficientemente stagionate.
Il rinterro degli scavi nei quali siano stati costruiti manufatti in calcestruzzo non deve essere effettuato prima che siano trascorse almeno 12 ore dall'ultimazione della gettata.
Qualora il ripristino della pavimentazione non venga effettuato subito dopo il rinterro, quest'ultimo deve essere eseguito in ogni caso fino al livello del piano stradale in modo da evitare avvallamenti o rilievi pericolosi per la pubblica incolumità.
La terra e gli altri materiali di scavo non riutilizzati per il rinterro devono essere trasportati alle discariche o in altro luogo, ove la scarica è consentita.
Quando il rifacimento delle pavimentazioni non le completa, l'Impresa deve dare segnalazione alla Società dell'ultimazione del rinterro.
L'Impresa deve provvedere alla manutenzione del rinterro, eseguendo le necessarie ricariche, anche quando ciò sia dovuto a seguito degli effetti del maltempo, fino a benestare dell'Ente interessato o fino a regolare consegna alla Società per l'esecuzione dei ripristini nei tempi e secondo le modalità stabilite dalla Direzione Lavori.

Prescrizioni riguardanti le cabine elettriche di trasformazione – quadri di media tensione

Riferimento a normative e legislazioni

- Normativa CEI 34-22	Apparecchi di illuminazione di emergenza II^ edizione del 1992
- Normativa CEI 13-6	Strumenti di misura elettrici ad azione diretta e relativi accessori;
- Normativa CEI 13-10	Strumenti di misura elettrici ad azione diretta e relativi accessori
- Normativa CEI 17-1	Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1.000 V, con successive varianti;
- Normativa CEI 17-4	Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata con tensione superiore a 1000 V;
- Normativa CEI 17-6	Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico, per tensione di funzionamento da 1 a 72,5 kV;
- Normativa CEI 17-9	Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per corrente alternata e per tensioni superiori a 1.000 V con successive varianti;
- Normativa CEI 17-12	Apparecchi ausiliari di comando per tensioni non superiori a 1.000 V;
- Normativa CEI 17-20	Morsettiere per apparecchiature con tensione di funzionamento fino a 72,5 KV
- Normativa CEI 17-46	Interruttori di manovra e sezionatori con fusibili per media tensione
- Normativa CEI 17-14	Apparecchi ausiliari di comando per tensioni non superiori a 1.000 V;
- Normativa CEI 32-3	Fusibili limitatori di corrente per tensioni superiori a 1 kV;
- Normativa CEI 32-4	Fusibili limitatori di corrente per tensioni superiori a 1 kV;
-.Normative CEI 38-1	Trasformatori di corrente per misura e protezione. Trasformatori di tensione per misura e protezione;
-.Normative CEI 38-2	Trasformatori di corrente per misura e protezione. Trasformatori di tensione per misura e protezione;
- Normativa CEI 41-1	Relè elettrici (a tutto o niente e di misura) - Norme generali;

- Norme e regolamenti previsti dalla legislazione italiana per la prevenzione degli infortuni (DPR 547 27/04/55).
- A quadri ultimati e prima del collaudo finale, il Costruttore dovrà produrre una dichiarazione, sottoscritta dal tecnico regolarmente iscritto all'albo professionale, che tutti i complessi, realizzati nell'ambito dell'appalto in oggetto e di eventuali estensioni in corso d'opera, sono conformi in tutto alle norme richiamate nei vari articoli e alle prescrizioni di legge.

a) Struttura metallica

Il quadro sarà di tipo normalizzato costituito da più sezioni modulari componibili, affiancate ed imbullonate tra loro, predisposte per il prolungamento senza la necessità di effettuare fori, tagli o saldature in opra. Ogni sezione è costituita da tre parti:
- vano cella con apparecchiature disposta nella parte anteriore
- vano sbatte
- vano cavi di comando e di potenza posti nella parte posteriore

Il tipo di quadro dovrà essere scelto in funzione del tipo di posa e delle caratteristiche ambientali di posa, solitamente le soluzioni da adottare sono di tipo per interni, da installare in locali aerati a ventilazione naturale e temperature di esercizio comprese tra –10°C e +40° C.
Il grado di protezione da adottare sarà IP30 sull'involucro e IP20 sulle parti interne.
Ogni scomparto sarà composto da un telaio autoportante realizzato in profilati di lamiera di acciaio al carbonio pressopiegata prezincata, dello spessore di 30/10 saldata elettricamente, e da pannelli e portelle di chiusura in lamiera pressopiegata 20÷30/10. Le zincature saranno effettuate secondo i criteri delle normative CEI 7-6.
Le lamiere laterali, frontali e superiori di chiusura dei quadri dovranno di norma essere ribordate, prive di spigoli taglienti, asportabili facilmente e fissate con viti di tipo a brugola incassate; le fiancate, se di dimensioni e peso notevoli, dovranno essere munite di apposite patte di sostegno per facilitare il montaggio e travature di rinforzo per garantirne la adeguata rigidità. Ove ciò rientri nello standard del costruttore potranno essere accettate lamiere piane, fissate con vivi a testa svasata, sul tetto e sui fianchi purché in tal caso le lamiere siano sufficientemente rigide o suddivise in elementi rigidi.
I fianchi, il retro , il fronte ed il tetto risulteranno completamente chiusi e segregati , ad esclusione delle bocche di areazione ed espulsione dei gas provocati dall'intervento degli interruttori, tali aperture saranno in ogni modo realizzate dal costruttore in fase di costruzione e dovranno trovare collocazione in posizioni tali da non arrecare danno a persone o cose che stazionino nelle immediate vicinanze.
Le dimensioni di massima delle unità normali saranno:
scomparti arrivo e risalita sbarre: larghezza 375 mm, profondità 840 mm, altezza 1940 mm
scomparti linea con sezionatore: larghezza 375 mm, profondità 840 mm, altezza 1940 mm
scomparti linea con interruttore: mm 750, profondità 840 mm, altezza 1940 mm
Gli scomparti all'interno di ogni singola cella saranno suddivisi di volta in volta secondo le effettive esigenze installative, essi saranno completamente segregati gli uni dagli altre, a mezzo di lamiere imbullonate alla struttura portante.
A seconda del tipo di scomparto si potranno avere una o più delle seguenti celle tipiche:
- cella sbarre;
- cella interruttore;
- cella sezionatore e fusibili di protezione;
- cella linea;
- cella strumenti e morsettiera aux.

Le lamiere interne di compartimentazione dovranno essere di spessore adeguato e comunque non inferiore a 20/10 mm, trattate contro la ruggine e la fosfatazione, se verniciate i prodotti utilizzati dovranno essere ignifughi , a basso sviluppo di fumi
Per le apparecchiature più pesanti, quali interruttori ecc, dovranno essere previsti telai di montaggio e rinforzo della struttura scatolata con profilati debitamente sagomati.
La segregazione fra celle con interposto un sezionatore rotativo, sarà ottenuta tramite la segregazione metallica dello stesso sezionatore.
In tutti i casi le segregazioni realizzate da diaframmi metallici dovranno essere adeguatamente collegati a terra.
Il fissaggio delle lamiere interne e delle apparecchiature dovrà essere fatto di norma con viti su fori filettati. I bulloni con dado su foro non filettato

potranno essere impiegati solamente nei casi in cui detti elementi di collegamento siano facilmente accessibili, ad uno o due operatori, direttamente o mediante l'asportazione di una sola lamiera interna di separazione, quest'ultima a sua volta facilmente smontabile.
Le bullonerie utilizzate per la costruzione e l'assemblaggio dei vari elementi dovranno essere di tipo zincato o cadmiato esclusivamente a passo metrico.
Le porte e tutti i pannelli frontali dovranno essere di norma montate su cerniere disposte in numero adeguato, con apertura a 180°, ed essere dotate di chiusura a chiavistello e di serratura a chiave tipo Yale.
Le aperture di ventilazione dei quadri dovranno sempre essere protette con retina antinsetti antipolvere.
Tutte le portelle saranno provviste di oblò per il controllo visivo delle apparecchiature. Gli oblò saranno in materiale ad elevata resistenza meccanica pari a quella delle portelle in cui sono montati con rete interna collegata a terra.
Ogni quadro od elemento di quadro che costituisce o può costituire un'unità a sé stante dovrà essere dotato di golfari di sollevamento avvitati. I quadri dovranno essere provvisti di ferri di base. Inoltre al fine di consentire i necessari aggiustaggi in opera, le strutture dei quadri dovranno essere provviste nella parte inferiore, di asole parallele al fronte.
Tutte le celle e i quadri posizionati a pavimento dovranno essere fissati mediante tassellatura sia al piano di appoggio che alle pareti in maniera da ottenere una unica struttura con elevato grado di stabilità.

b) Verniciatura

Le strutture metalliche, saranno verniciate esternamente ed internamente, il ciclo di verniciatura della carpenteria ,dopo la lavorazione dovrà prevedere le seguenti fasi lavorative:
- sgrassatura;
- decapaggio;
- bonderizzazione;
- passivazione;
- essiccazione;

verniciatura a polvere epossidica polimerizzata a forno.
Nel caso venissero impiegate lamiere laminate a caldo (lamiere nere) la preparazione delle superfici sarà preceduta da sabbiatura.
L'aspetto delle superfici sarà per portelle e pannelli goffrato, per le altre superfici semilucido satinato (Lucentezza 70 gloss con glossometro a 60 gradi).
Il punto di colore normale sarà grigio RAL 7030 tranne diversa decisione comunicata in tempo utile da parte della Committente; lo spessore minimo della finitura sarà 50 micron.

c) Interblocchi di sicurezza

Tutte le manovre e controlli da effettuare durante l'esercizio del quadro saranno possibili dall'esterno, mantenendo la continuità del suo involucro e garantendo l'incolumità dell'operatore.
Con tutti i circuiti di comando e potenza attivi, dall'esterno delle celle MT di contenimento, si potranno eseguire senza alcun pericolo il comando elettrico e/o meccanico delle apparecchiature installate all'interno del quadro, senza che ne venga variato il grado di protezione e sicurezza.
Premesso che per eseguire le manovre dovranno esser utilizzati appositi attrezzi, forniti in duplice copia con la cella, e che le operazioni dovranno essere svolte da personale addestrato ed abilitato, si dovranno prevedere inoltre interbloccature elettriche e meccaniche tra differenti parti dell'apparecchiatura e la struttura di contenimento in maniera tale da evitare manovre errate, aumentando così il grado di sicurezza. Gli interblocchi dovranno evitare nelle maniera più assoluta l'apertura della porta di ispezione con interruttore e/o sezionatore inserito e prima che lo stessa sia completamente aperto, la porta potrà essere aperta solamente dopo la richiusura dei sezionatori di messa a terra
Le manovre dovranno essere effettuate secondo precise sequenze, in modo da evitare errate condizioni di funzionamento, pericolose per l'operatore.
Speciali dispositivi di interblocco elettromeccanico realizzati sulle apparecchiature di manovra, (sezionatori, sezionatori di terra, interruttori) eviteranno lo svolgimento di manovre non corrette.
Le operazioni di manutenzione all'intero della cella e lo sfilaggio dei corpi selle apparecchiature di manovre saranno possibili solamente dopo la richiusura dei sezionatori di messa a terra delle masse metalliche.
Per le celle con interruttore a SF6 saranno obbligatorie le seguenti manovre:
Messa fuori servizio:
apertura dell'interruttore;
apertura del sezionatore controsbarra e contemporanea chiusura del sezionatore di terra;
apertura portella.
Messa in servizio:
chiusura portella;
apertura sezionatore di terra e contemporanea chiusura del sezionatore controsbarra;
chiusura dell'interruttore.
Per le celle misure si renderanno obbligatori le seguenti manovre:
apertura del sezionatore controsbarra e contemporanea chiusura del sezionatore di terra;
apertura della portella.
Messa in servizio:
chiusura portella;
apertura sezionatore di terra e contemporanea chiusura del sezionatore controsbarra.
Per accedere allo scomparto di contenimento del trasformatore di potenza si renderanno obbligatorie le seguenti manovre:
Messa fuori servizio:
apertura dell'interruttore;
apertura del sezionatore controsbarra e contemporanea chiusura del sezionatore di terra;

apertura della portella della cella interruttore ed apertura delle portelle dello scomparto di contenimento del trasformatore.
Messa in servizio:
chiusura della portella dello scomparto di contenimento del trasformatore e chiusura della portella della cella interruttore in SF6;
chiusura del sezionatore controsbarra e contemporanea chiusura del sezionatore di terra;
chiusura dell'interruttore in SF6.

d) Altre caratteristiche generali

Agli effetti della costruzione le varie unità dei quadri dovranno essere utilizzate celle di ingresso cavi, sezionatori, interruttori di manovra, del tipo standardizzato, costruite secondo i criteri previsti dalle normative per risultare a tenuta d'arco interno.
In via generale l'equipaggiamento delle celle MT sarà costituite da:
- intelaiature portanti in lamiera di acciaio pressopiegata e saldata, integrata da profilati di supporto delle apparecchiature, predisposte per l'accoppiamento fra loro, a formare i quadri in schema, eventualmente ampliabili senza subire adattamenti;
- sezionatori di controsbarra in alto, in costruzione monoblocco con isolamento in SF6;
- diaframmi divisori interni fissi e diaframmi movibili, con rinvii automatici comandati dai sezionatori di controsbarra per la mascheratura delle parti in tensione;
- porte di accesso frontali in lamiera 20/10 ribordata, dotate di maniglia di chiusura, montate su cerniere, complete di blocchi meccanici e serrature con chiavi a sequenza di manovra obbligata;
- coltelli di terra con relativi leveraggi di manovra e blocchi meccanici a sequenza obbligata;
- scomparti laterali segregati, con pannelli frontali incernierati per l'alloggiamento delle manovre meccaniche dei sezionatori, delle morsettiere e dei componenti accessori;
- scomparti superiori destinati agli strumenti ed ai relè, con portine apribili a cerniera dotate di serratura a chiave;
- oblò di ispezione in policarbonato autoestinguente sulle porte frontali degli scomparti con sezionatori o interruttori;
- isolatori portanti e/o passanti in resina, per 24 kV di esercizio di tipo a gole;
- barrature in piatto di rame, con giunti e derivazioni a norme CEI - Unel;
- sbarrette di messa a terra con contatti striscianti sul carrello degli interruttori e connessioni flessibili sulle porte e sui telai mobili;
- gruppo presa-spina (connettori) per i circuiti ausiliari degli interruttori SF6;
- blocchi meccanici ed elettrici per impedire false manovre e per impedire la chiusura dei sezionatori e degli interruttori con lame di terra inserite;
- segnalatori di tensione capacitivi sull'arrivo dei cavi e sull'uscita degli interruttori;
- connessioni ausiliarie, porta lampade multipli da incasso, pulsanti e manipolari da incasso, targhette, morsettiere e accessori vari;
- blocchi meccanici a chiave sui vari scomparti atti ad impedire errate manovre sulle reti dei trasformatori;
- lampada per luce interna con relativo interruttore;
- selettori per comando "locale/distante" e "apre/chiude" sugli interruttori a SF6.

e) Caratteristiche elettriche del quadro di M.T.

- tipo di installazione per interno
- servizio continuo
- frequenza di esercizio 50 Hz
- tensione di esercizio 20 kV
- tensione nominale massima dei circuiti principali 24 kV
- tensione di tenuta a frequenza industriale 50 kV
- tensione di tenuta ad impulso 125kV
- classe di isolamento 24 kV
- portata delle sbarre omnibus 400 A
- portata delle derivazioni 400 A
- corrente di corto circuito sulle sbarre collettrici termica x 1 sec. 40 kA
- dinamica (2,5 I term.) 90 kA
- prova d'arco interno per 1" 16 kA
- grado di protezione sull'involucro esterno IP 30
- grado di protezione con portelle aperte IP 20
- temperatura di esercizio da -5°C a +40 °C
- alimentazione circuiti ausiliari 48 Vc.c.
- circuiti ausiliari protetti singolarmente con interruttori muniti di contatto di scattato;
- telecomando a distanza mediante servorelè con massimo assorbimento 3W;
- segnalazioni a distanza di aperto, chiuso e scattato relè per ogni utenza;
- segnalazione a distanza mancanza Vcc. Oltre alle normali prove accettazioni si procederà presso le officine del costruttore alle prove di tensione a frequenza industriale a secco.

f) circuiti media tensione

I circuiti principali saranno costituiti da barre di rame, con isolamento in aria, atte a condurre le relative correnti nominali, con i limiti di sovratemperatura ammessi, ed a resistere termicamente alle correnti di breve durata previste. Inoltre, unitamente ai relativi supporti isolati, resisteranno agli sforzi meccanici derivanti dai valori massimi iniziali di dette correnti. Le distanze di isolamento fra le fasi e verso massa non saranno inferiori a quelle minime prescritte o richiamate dalle norme citate al par. 2, a meno che il Costruttore possa garantire e certificare la conformità, del quadro fornito, a prototipi

per i quali siano state effettuate prove di tenuta con tensione ad impulso, presso laboratori riconosciuti.

Per i componenti, che risultano sottoposti agli sforzi elettromeccanici derivanti dalle correnti di corto circuito, sarà adottato un fattore di sicurezza alla rottura non inferiore a 3 ed in particolare, per quei componenti dotati di notevole elasticità (es. barre), si assumerà un fattore di sicurezza alla deformazione permanente non inferiore a 1,5 assicurandosi che, per il surriscaldamento a cui risultano sottoposte, non avvengano fenomeni di ricottura che ne alterino i valori di resistenza meccanica. Tutti i materiali isolanti impiegati avranno e manterranno nel tempo elevate caratteristiche dielettriche e meccaniche; in particolare avranno un'ottima resistenza alle scariche superficiali e non propagheranno la fiamma (autoestinguenti).

g) circuiti di terra

Tutte le parti metalliche non facenti parte dei circuiti principali o ausiliari, i sezionatori di terra ed i secondari dei trasformatori di protezione saranno allacciati mediante conduttori ad una barra collettrice di rame, disposta lungo tutto il quadro, da allacciare al sistema di terra dell'impianto almeno in due punti. Detta barra non può essere contenuta nè attraversare le celle "tipo collettrici" e sarà disposta lontano dai circuiti principali.

Tutti i conduttori di terra saranno dimensionati in modo che possano condurre la corrente di breve durata ammissibile, prevista per il quadro, senza che intervengano fenomeni di ricottura e possano resistere agli sforzi elettromeccanici, che ne derivano, senza subire deformazioni permanenti o manifestare rotture; il dimensionamento sarà fatto adottando i coefficienti di sicurezza citati al par. 4.3. L'assemblaggio a mezzo di saldature o bullonature è considerato una interconnessione sufficiente per assicurare la continuità elettrica mentre, per le portelle incernierate e le serrande, l'interconnessione con la carpenteria o direttamente con la barra di terra sarà realizzata mediante conduttori flessibili di sezione minima pari a 16 mmq.

Per messa a terra degli apparecchi estraibili saranno previsti appositi contatti striscianti che, nelle operazioni di inserzione ed estrazione, saranno i primi a stabilire il contatto, e gli ultimi ad interromperlo. Il sezionatore di terra potrà essere manovrato, per prove sui cavi, a portella di accesso alla cella "connessioni esterne" aperta, solo disattivando con opportuno attrezzo il relativo interblocco, cosa che sarà possibile solo a interruttore rimosso dalla relativa cella.

h) circuiti bassa tensione

Sarà cura del Costruttore verificare il corretto funzionamento degli apparecchi da lui costruiti o scelti con variazione di tensione compresa tra 85% e 110% del valore nominale.
Per tutti i componenti, compresi i conduttori flessibili, sarà garantito un livello d'isolamento pari a 2 KV di prova a frequenza industriale per 60". Tutte le apparecchiature di protezione, comando, segnalazione ed ausiliarie, nonchè le morsettiere, saranno installate in modo da risultare facilmente accessibili per effettuare controlli, prove ecc. tramite portelle frontali prive di blocchi.

I conduttori che le intercorreranno saranno possibilmente raccolti entro canalette, di materiale che non propaghi la fiamma, disposte in modo razionale ed agevolmente accessibili; quelli che devono attraversare le celle, tipo "circuiti a MT" o devono entrarvi per allacciarsi ai circuiti ausiliari o di protezione delle apparecchiature contenutevi, saranno protetti da tubi o schemi metallici messi a terra. I cavi ausiliari provenienti dall'impianto faranno ingresso dal fondo del quadro: essi si attesteranno a morsettiere componibili disposte in modo da consentire, senza difficoltà, il corretto alloggiamento delle loro terminazioni.
Le interconnessioni a B.T., tra apparecchiature poste in sezioni diverse, non saranno effettuate direttamente bensì tramite morsettiere poste nelle rispettive sezioni. Saranno apposti dei contrassegni indelebili ai capi dei conduttori in corrispondenza dei morsetti e delle apparecchiature, in modo da permettere una rapida individuazione dei diversi circuiti. Saranno inoltre previste delle targhe indelebili in corrispondenza di ogni apparecchio riportanti le relative sigle.
I materiali isolanti impiegati avranno e manterranno inalterate nel tempo buone caratteristiche dielettriche con particolare riferimento alle condizioni ambientali; in particolare non propagheranno le fiamme. I cavi risponderanno alle norme CEI 20-22 variante 1 (cavi non propaganti l'incendio) e alle norme CEI 20-37 (cavi a bassa tossicità).

i) apparecchi di manovra e protezione

Di norma saranno estraibili:
- gli interruttori
- i fusibili di potenza

Interruttori
Gli interruttori a M.T. saranno sempre muniti di comando di chiusura ed apertura, nonchè di segnalazione di dette posizioni visibili dall'esterno a cella chiusa; ove richiesto, i comandi saranno anche elettrici. Per la loro estrazione od inserzione non devono essere richieste manovre laboriose che comportino, ad esempio, operazioni con chiavi su viti o bulloni. Per il sezionamento dei circuiti ausiliari è ammesso l'impiego di prese a spina. Saranno realizzabili le posizioni "servizio – sezionamento in prova – parte asportata" previste dalle Norme CEI 17-6, punti 3.16 – 3.17 – 3.18 – 3.19.

Sezionatori
I sezionatori saranno provvisti di comando manuale rinviato. Essi dovranno mantenere la segregazione fra le celle "barre collettrici" e le celle "apparecchiatura a MT" sia in posizione di aperto che di chiuso, nonchè durante la manovra. In posizione di aperto le lame dei sezionatori saranno messe a terra. I sezionatori saranno atti a condurre le relative correnti nominali con i limiti di sovratemperatura ammessi ed a resistere termicamente alla corrente di breve durata presunta e dinamicamente ai suoi valori massimi iniziali. La posizione di aperto e chiuso dei sezionatori sarà visibile dall'esterno a mezzo di appositi oblò chiusi con lastra trasparente.

l) Trasformatori di potenza

Ogni complesso di trasformazione costituito da uno o più riduttori di tensione, sarà ubicato in una apposita cella di segregazione prevista per tale scopo.
I trasformatori da utilizzare all'interno delle cabine di trasformazione saranno esclusivamente trifasi, con avvolgimenti in rame, nucleo magnetico a pacco lamellare, isolamento in olio minerale a riempimento integrale, privi di serbato.
La tensione di alimentazione nominale primaria sarà di 20 kV e quella secondaria di 0,4 kV con possibilità di regolazione di quest'ultima mediante selettore spire ± 5%.
Il collegamento del circuito primario a triangolo D, e secondario a stella, Y, e gruppo di appartenenza 11.
Si dovranno utilizzare esclusivamente trasformatori a basse perdite, con impedenza di corto circuito non inferiore a 5% e non superiore al 6% e tensione di prova ad impulso sarà rispettivamente 125 kV
I trasformatori risponderanno alle norme CEI 14/8/92, DIN 42523 e alle IEC 76 (1, 2, 3 e 4). Saranno quindi muniti del certificato CESI sulle prove di tipo.
L'intera macchina dovrà essere contenuta all'interno di cofano metallica con coperchio imbullonato, autoportante, completamente stagno, realizzato in lamiera di acciaio zincato e verniciato con resine epposidiche. Nella parte bassa del contenitore saranno installate ruote di qualità, in quantità e struttura sufficiente per il movimento, nella parte alta golfari per il trasporto.
Il collegamento dei cavi di alimentazione a 20kV avverrà mediante prese sconettibili isolate di tipo elastico rispondenti alle normative CEI 20-24, omologate ENEL
Il collegamento dei cavi di alimentazione bT a 400 V avverrà mediante morsetti a vite completi di cuffie isolanti.
La macchina sarà accessoriata con relè comando ad olio a due contatti con soglia di preallarme e di allarme.
morsetti di terra UNEL 06131-71 targa caratteristiche Unel 21005-74.

l) Segnalatori di presenza tensione

Ogni sezione di quadro sarà munita di un dispositivo di segnalazione presenza tensione sulla linea in arrivo od in partenza. Il dispositivo, applicato a ciascuna fase, sarà costituito da lampade a bassa tensione alimentate da portatori capacitivi. La segnalazione sarà efficace anche quando la tensione di linea scenderà al 70% della tensione nominale. Le lampade, poste ben visibili accanto al comando manuale del sezionatore di terra, saranno intercambiabili dall'esterno del quadro e la tensione efficace, nei punti che dovessero risultare accessibili durante la loro sostituzione, non deve superare 240V verso terra.

m) Relè ed interruttori ausiliari

Ciascun apparecchio sarà munito di custodia di protezione. Tutti i tipi di relè, per quanto possibile, saranno in esecuzione estraibili ed in particolare i relè metrici saranno corredati di segnalatori meccanici di avvenuto intervento; questi ultimi relè qualora non fossero estraibili o comunque fossero privi dei dispositivi che ne consentano la verifica, saranno corredati di una speciale morsettiera di prova. Gli interruttori di protezione dei circuiti ausiliari saranno adatti ad interrompere le massime correnti di guasto a cui possono essere assoggettati; quelli destinati ai circuiti di comando degli apparecchi a media tensione saranno dotati di contatti ausiliari per segnalazione di interruttore aperto.

n) Resistenza anticondensa e lampade illuminazione interna

Ogni sezione di quadro sarà munita di una o più resistenze anticondensa, protette dal contatto accidentale, con potenza di almeno 200W, complete di protezione elettrica e mezzo fusibili, comando posto sul fronte del quadro e di un termostato (regolabile 10-40°C) che le inserisca o disinserisca automaticamente al variare della temperatura. Inoltre, ogni sezione del quadro sarà dotata di una lampada ad incandescenza a 220V 50Hz, con relativo interruttore posto sull'involucro esterno del quadro, per illuminazione interna. I cavi utilizzati per collegare le apparecchiature sopracitate dovranno essere del tipo non propaganti l'incendio.

Prescrizioni riguardanti gli impianti di ventilazione

a) I ventilatori

Le macchine da utilizzare per la realizzazione dell'impianto di ventilazione di galleria sono esclusivamente di tipo a spinta assiale bidirezionale, costituiti da una struttura metallica di sostenimento, due silenziatori laterali, un corpo motore e una girante a pale.
La struttura metallica e costituita da una cassa circolare ad anello particolarmente robusta e rigida, realizzata in acciaio zincato a caldo dopo la lavorazione, dimensionata per resistere alle sollecitazioni meccaniche generate dalla macchina stessa. Alle due estremità sono saldate due flange forate per consentire l'assemblaggio dei silenziatori con la cassa.
All'interno della cassa sono situati due supporti a crociera con flangiatura che consentono il fissaggio, la sospensione e la centratura della girante e del corpo motore. Nella parte esterna sono saldate le staffe per il fissaggio a soffitto dell'intera struttura, costituite da due longheroni con profilo ad "L" anche essi in acciaio zincato.
La zincatura degli elementi deve avvenire nel rispetto delle norme, e lo spessore minimo è di 84 micron.
I silenziatori sono costituiti da due cilindri di lamiera di acciaio zincato pressopiegato, aventi lunghezza pari al diametro esterno. Essi sono costituito da una struttura autoportante robusta e rigida, rivestita esternamente con settori di lamiere di acciaio zincato sagomata avvitata alla struttura. All'interno degli stessi, lungo tutta la circonferenza è posizionato un cuscinetto dello spessore di 5-6 cm di materiale fonoassorbente, ad elevato coefficiente di assorbimento sonoro, realizzato in materiale ininfiammabile, non propagante la fiamma, inputrescente, antimuffa antiristagno d'acqua e di umidità. La superficie interna al cuscinetto è a sua volta rivestita con uno strato di lamiera forata fissata alla struttura primaria, in maniera tale da non compromettere le caratteristiche di insonorizzazione del materassino stesso e nello stesso tempo ne garantisce la protezione meccanica.
Ad una estremità del corpo silenziatore, vi è saldata ad una flangia opportunamente forata per consentire l'assemblaggio a mezzo bullonatura del

silenziatore alla cassa della girante; alla estremità opposta il profilo del cilindro viene opportunamente sagomato ed arrotondato per rendere più agevole l'aspirazione e l'espulsione del flusso d'aria riducendone gli attriti e la formazione di vortici.
I corpi silenziatore, risulteranno facilmente smontabili onde espletare le operazioni di ordinaria manutenzione e di sostituzione del cuscinetto fonoassorbente.
Il motore elettrico di tipo trifase ad induzione con rotore a gabbia di scoiattolo, adatto per il funzionamento continuo, autoavviante , alimentabile a tensione alternate sinusoidale a 50 Hz di 400V con collegamento degli avvolgimenti a triangolo e 690 V a stella. Il corpo del motore, costituito da una cassa realizzata in pressofusione di alluminio, risulta essere completamente chiuso con grado di protezione IP55. Gli avvolgimenti magnetici di statore vengono realizzati in filo di rame elettrolitico isolati con materiali in classe F., tali da consentire il funzionamento ininterrotto della macchina per almeno un ora con una temperatura ambiente di 250°C. Il motore elettrico dovrà essere dimensionato in maniera tale da consentire l'avviamento diretto della macchina con carico allacciato all'albero, il numero massimo di avviamenti consecutivi sopportabili dallo stesso deve risultare maggiore od uguale a quattro, senza che questi risulti danneggiato per sovratemperatura o in seguito a sollecitazioni elettrodinamiche.
La morsettiera di collegamento delle alimentazioni elettriche è riportata all'esterno della cassa di sostegno, risultando così di facile accessibilità, essa dovrà essere costruita ed installata entro custodia metallica per garantire un grado di protezione minimo IP55. L'ingresso dei cavi di alimentazione è predisposto mediante pressacavo con corpo in ottone nichelato e guarnizione di tenuta in neoprene, all'interno della cassetta morsetti trova collocazione anche la boccola con dado filettato e rondelle elastiche per il collegamento della messa a terre dall'intera macchina.
L'albero motore in acciaio è predisposto con chiave a linguetta sporgente che consente l'accoppiamento diretto con la girante. I cuscinetti a tenuta assiale e radiale sono di tipo chiuso prelubrificato realizzati secondo le normative ISO 281, con vita media non inferiore alle 100.000 ore.
Il corpo girante e costituito da un mozzo calettato direttamente all'albero motore e dalle pale fissate ad asso, il tutto realizzato in pressofusione di lega di alluminio Sillumin. Le pale risulteranno sagomate per consentire la il funzionamento della macchina in entrambe i sensi di rotazione, mantenendo invariate le caratteristiche di spinta e portata, valore questo ultimo regolabile agendo sull'angolo di incidenza delle pale.
La macchina così costituita dovrà essere dimensionate per garantire i seguenti caratteristiche aurauliche:

- portata d'aria 15,5 mc/sec.
- spinta in aria ferma 730 N
- velocità di uscita dell'aria 39,2 m/sec.

con una potenza elettrica assorbita dalla rete non superioe ai 27 kW.
Tutte le parti rotanti della macchina (mozzo e pale) dovranno essere verificate a mezzo di radiografia ai raggi X da allegre al certificato del costruttore e testanti l'assenza di formazioni occlusioni gassose interne alle fusioni. Le prove dovranno essere effettuate secondo le normative ASTM grado E 155.
La macchina dovrà inoltre presentare livelli di inquinamento acustico inferiori di quelli fissati dalle norme vigenti, fissati in 74 dB(A) a 10 m.

b) Installazione

Le macchine rotanti installate per la ventilazione dei tunnel dovranno essere fissate alla volta della galleria mediante apposito telaio realizzato in acciaio zincato a caldo o in acciaio inossidabile AISI 316. Non sono ammesse installazioni di altro genere mediante l'utilizzo di tiranti a fune o il fissaggio diretto mediante tassellatura delle staffe della cassa di supporto del corpo girante –motore.
Il telaio di sostegno sarà realizzato con profilati lineari di acciaio a "C" sagomato in maniera tale da: fare aderire la parte superiore della staffa alla volta di galleria, incurvandola in funzione dell'arco di curvatura della volta nel punto di installazione dei ventilatore stesso, la parte inferiore dovrà invece risultare completamente piana e parallela al piano viario.
Le staffe dovranno esser dimensionate per garantire in primo luogo un punti di appoggio al ventilatore, esse dovranno risultare particolarmente stabili ed essere costruite nel rispetto delle norme del buon lavoro, della regola d'arte e secondo le indicazioni del costruttore e della D.L.
In linea di massima se non precisato diversamente dai disegni di progetto, da particolari esigenze costruttive o richieste della D.L. il telaio di montaggio per un ventilatore dovrà presentare quattro fori od asole nella parte superiore, di dimensioni proporzionate al diametro delle barre filettate od ai tasselli infissi nel cemento per il fissaggio a soffitto, quattro fori praticati nella parte inferiore per il fissaggio del corpo ventilatore alla staffa.
L'assemblaggio tra staffa e ventilatore dovrà avvenire esclusivamente a mezzo di giunti elastici antivibrzioni a molla, non è consentito fissare direttamente il ventilatore alla staffa con bulloni passanti o altro, il collegamento dovrà infatti risultare elastico e permettere al ventilatore stesso lo spostamento i tutte le direzioni.
Quattro fori praticati nelle staffe, in asse alle flange di assemblaggio della cassa principale con i silenziatori, serviranno come punto di aggancio delle uni di sicurezza.
utti i fissaggi praticati su staffe e ventilatore, quali il fissaggio alla volta, il fissaggio dei giunti elastici alla staffa e al ventilatore dovranno essere eseguiti ilizzando dadi e controdadi per il bloccaggio.

rumenti di controllo dell'atmosfera e del traffico
alizzatori

neralità

strumenti devono essere atti a rilevare le concentrazioni di ossido di carbonio presenti nell'aria e dare indicazioni del grado di inquinamento e della icità dell'aria dovute al gas di scarico degli autoveicoli nelle gallerie stradali.
ratori di CO dovranno essere idonei a funzionare con continuità e senza inconvenienti nelle seguenti condizioni:

- ambiente: umido, bagnato o polveroso;
- atmosfera: ricca di gas di scarico degli autoveicoli e polvere dovuta al traffico;
- temperatura: nel campo tra - 10 gradi C e + 40 gradi C;
- umidità relativa: nel campo tra 0 e + 100 %;
- variazione della pressione atmosferica: ± 20 mm di Hg;
- altitudine: fino al 1.500 m. s.l.m.;
- velocità dell'aria: fino a 15 m/sec;
- presenza di vibrazioni dovute al traffico.

I rilevatori di CO e capacità saranno contenuti in contenitori stagni adeguatamente protetti dalla corrosione.

a) Analizzatore di CO

L'analizzatore del CO e oggetto della presente specifica sarà del tipo a prelievo con celle elettrochimiche a diffusione capillare.
I segnali opportunamente amplificati, dovranno poter azionare un allarme ottico in luogo. Il segnale quindi dovrà essere trasferito su cavo bipolare alla unità di trasmissione dati prevista nella fornitura.
Il segnale emesso sarà analogico 0÷20 mA da 0 a 4 mA si avrà indicazione di anomalie.
Il 4 mA corrisponderà a 0 p.p.m.
Il 20 mA corrisponderà a 300 p.p.m.
L'alimentazione elettrica sarà in corrente alternata monofase 220 V alla frequenza di 50 Hz. Le prestazioni dell'apparecchio dovranno essere fornite alla tensione indicata e compresa nelle variazioni di tensione e di frequenza ammesse dalle norme CEI.
In servizio continuo, tutte le parti costituenti l'analizzatore nelle condizioni di corrente-tensione e frequenza normali non devono superare i valori di sovratemperatura indicate nelle norme CEI.

Caratteristiche costruttive
L'ingresso dei cavi di alimentazione e l'uscita dei cavi di trasmissione segnali avverranno dal basso, tramite idonei passacavi con guarnizione a tenuta stagna.

Prestazioni
L'apparecchio dovrà fornire le seguenti prestazioni:

* campo di misura: 0÷300 p.p.m. di CO in volume;
* linearità di risposta: inferiore all'1% del f.s.;
* errore complessivo: contenuto nel ± 3% del f.s.;
* sensibilità: pari a 1% del f.s. cioè 5 p.p.m. in volume;
* stabilità dello zero: maggiore del 2% del valore di f.s.;
* segnale emesso: 0÷20 milliampere.

b) Opacimetri

Lo strumento per la misura di opacità sarà in grado di rilevare il grado di opacità dovuta a fumi o polveri o fuliggine presente nell'aria.
Gli opacimetri dovranno essere idonei a funzionare con continuità, senza inconvenienti, nelle stesse condizioni già indicate per gli analizzatori di CO.
L'opacimetro dovrà essere atto a misurare l'opacità dell'aria in base a misure ottiche su fasci luminosi.
L'alimentazione elettrica dell'opacimetro sarà in corrente alternata monofase 220V alla frequenza di 50 Hz.
La misura di opacità non deve risentire col tempo del decadimento della sorgente luminosa e dell'invecchiamento o insudiciamento delle parti ottiche.
A tale scopo è preferibile che la correzione della misura sia ottenuta automaticamente da circuiti di compensazione interni allo strumento, evitando che debba essere prevista la taratura dello strumento con possibilità di rimessa a zero in presenza di assorbimento di luce nulla.
In conseguenza della mancanza della tensione di alimentazione seguita da ritorno della tensione stessa, dopo un tempo variabile, la riaccensione dello strumento non dovrà provocare particolari inconvenienti e funzionamenti intempestivi.

Caratteristiche costruttive
L'opacimetro dovrà richiedere la massima semplicità di manutenzione, che deve essere eseguito da personale specializzato senza rimuovere l'apparecchio: in particolare il ricambio della lampada da proiezione dovrà essere eseguito senza compromettere l'allacciamento fra la lampada e la parte ottica.

Prestazioni
L'apparecchio dovrà fornire le seguenti prestazioni:

* campo di misura: da 2 a $15x10^{-3}$ (base "e") m^{-1};
* linearità di risposta: inferiore all'1%;
* errore complessivo: contenuto nel ± 2% del f.s.;
* sensibilità: pari al 2% del f.s.;
* segnale di uscita: 0÷20 mA.

Impianto rilievo traffico e segnalazione code

a) Generalità

L'impianto in questione è costituito da sensori magnetici posizionati nella manto d'asfalto della carreggiata, due per ogni corsia, e da una unità centrale di elaborazione dei dati del tipo a microprocessore, in grado di fornire uscita seriale per la trasmissione dei dati a distanza.

b) Caratteristiche funzionali
Il principio di funzionamento su cui si basa l'impianto è molto semplice e sfrutta gli effetti di induzione elettromagnetica che si verificano all'interno di una spira percorsa da corrente quando questa viene attraversata d un corpo metallico.
I valori rilevati da ogni spira vengono inviati alla CPU di elaborazione e trasformati in dati da trasmettere alla postazione centrale di raccolta

c) Caratteristiche costruttive

Il sistema di rilievo dati traffico dovrà essere di estrema semplicità e di facile manutenzione, che deve essere eseguita da personale specializzato senza necessità di rimozione delle apparecchiature .

La struttura deve essere ad architettura modulare in grado di garantire l'intercambiabilità degli elementi che lo costituiscono e l'ampliamento. i contenitori delle apparecchiature dovranno avere una struttura robusta adatta all'installazione anche sul ciglio strada resistenti agli agenti chimici ed atmosferici.

Le spire sono costituite da cavo isolato unipolare di sezione 2.5 mmq con armatura a fili e verrà installato in uno scolo profondità di 3 cm entro il manto stradale e ricoperto con speciali resine.

d) Prestazioni

Il sistema dovrò essere in gradi di rilevare in tempo reale per ogni singolo sensore

- numero del transito
- direzione del transito
- corsia di transito
- lunghezza autoveicolo
- velocità di transito

Dovrà poter classificare i veicoli in 15 classi di lunghezza e 15 classi di velocità.

Dovrà inoltre calcolare in tempo reale la velocità di transito per corsia la velocità media e la velocità media per classi di veicoli.

Impianto rilievo incendio

Il sistema di rivelazione è di tipo lineare basato sull'impiego di un cavo in fibra ottica di particolare conformazione ed è in grado di segnalare sia il superamento di una temperatura massima programmata, sia quella di un gradiente termico prestabilito. Entrambi i parametri sono definibili selettivamente , anche zona per zona, al fine di adattare le prestazioni del sistema alle condizioni ambientali, che differiscono in maniera significativa anche all'interno della stessa galleria. Una corretta taratura dovrà tenere conto anche delle variazioni stagionali. Se d'interesse dell'utente, con l'installazione di un modem e avendo a disposizione una linea telefonica pubblica, possiamo offrire un servizio di diagnosi e controllo a distanza tramite il nostro centro specializzato Siemens Cerberus Division; i nostri esperti potranno, sempre a discrezione del cliente, limitarsi alla lettura dei dati tecnici oppure , tramite password, agire direttamente sulle programmazioni, e quindi sulle tarature ottimali delle diverse zone. Ogni unità di controllo (OTS) può dare indicazioni per un massimo di 128 tratte; aumentando il numero delle unità, per percorsi superiori ai 4.000 metri, il numero delle tratte segnalate sarà proporzionalmente superiore.

La capacità del sistema Fibrolaser II di attivare l'allarme non soltanto al raggiungimento di una temperatura massima programmata, ma anche per soglia differenziale fa sì che un particolare incremento di temperatura nell'unità di tempo venga segnalato come allarme anche senza il superamento della soglia massima stabilita. Questa caratteristica è assolutamente necessaria nella protezione delle gallerie in quanto, in dipendenza della velocità dell'aria e quindi a causa della diluizione del calore lungo il tunnel, la temperatura massima programmata potrebbe non essere mai raggiunta; un sistema di rilevazione che fosse sensibile soltanto al superamento di una temperatura massima sarebbe allora inefficace.

L'altra caratteristica del Fibrolaser II, parimenti essenziale per la rilevazione incendi nelle gallerie, è la capacità del cavo di essere sensibile oltre che al calore per convezione (fumo, gas e aria calda), anche alle radiazioni infrarosse emesse dalla fiamma.

Nella rivelazione radiale, permane la capacità del cavo Fibrolaser II di riconoscere la variazione del gradiente termico programmato.

In determinate circostanze di discreta aerazione, solo un sistema in grado di riconoscere la variazione del gradiente termico del calore radiato può rivelare l'allarme.

L'unità di controllo del cavo sensore a fibra ottica utilizza una tecnologia basata sulla radiazione laser. Il processo decisionale avviene in base ad algoritmi. Un microprocessore confronta i segnali con i dati memorizzati relativi a fiamme vere e, in caso di concordanza, fa scattare l'allarme. Il tempo di elaborazione è necessario per rivelare in modo sicuro un incendio e filtrare tutte le perturbazioni dovute a influssi ambientali innocui.

L'analisi dei segnali impone una determinata lunghezza massima del cavo. Questo fattore chiaramente non influenza la capacità del Sistema nella sua globalità, in quanto le diverse unità di controllo da prevedere riportano le proprie informazioni agli stessi Supervisori.

L'ingegneria della rivelazione incendi in galleria è molto esigente. Non soltanto debbono essere prese in considerazione le dimensioni geometriche e la tipologia del traffico, ma anche le temperature ambientali, il carico d'incendio e i movimenti dell'aria. Diverse serie di test sono stati effettuati dai ns. ricercatori in un tunnel dedicato alla sperimentazione, integrati da test d'incendio in gallerie reali. I risultati hanno consentito lo sviluppo di un programma di calcolo e la definizione degli algoritmi memorizzati nell'Unità di Controllo.

Il cavo sensore è l'elemento di rivelazione del sistema Fibrolaser II. I suoi componenti sono integrati fra di loro per il miglior comportamento alla rivelazione della temperatura.

Il cavo è composto da un capillare in acciaio inossidabile con un diametro esterno di 1.65 mm. Il tubicino contiene 2 fibre al quarzo indipendenti, con un diametro esterno di 0,25 mm. Lo spazio rimanente nel capillare in acciaio è riempito con anidro, materiale conduttore del calore.

Il tubo capillare in acciaio è racchiuso in un materiale plastico senza alogeni che oltrechè semplificarne l'impiego durante l'installazione, migliora sia la stabilità meccanica che la sensibilità al calore radiato. Difatti il capillare in acciaio senza isolamento rifletterebbe la radiazione.

Il Fibrolaser II fornisce ulteriori importanti informazioni quali lo sviluppo dell'incendio, la sua grandezza e la direzione lungo la quale si muove.

La segnalazione della variazione termica del calore radiato in un determinato punto della galleria, sarà probabilmente il primo degli allarmi segnalati dall'Unità di Controllo, a seguire, ed in stretta dipendenza dalla velocità dell'aria, avremo gli allarmi relativi al superamento dei gradienti termici predefiniti nelle diverse tratte del tunnel, causati dai gas caldi trasportati e diluiti dal movimento dell'aria; se tale movimento non è eccessivo si avranno poi le segnalazioni relative al superamento delle soglie di temperatura massima prefissate , dovute sia al calore radiato che al calore per convezione.

Tutti i dati potranno essere riportati a distanza tramite collegamenti seriali e appositi Sw di gestione.

L'entità del valore raggiunto nei diversi punti del tunnel sarà visibile su P.C. tramite il Sw Visualizer, che consente la visualizzazione del profilo termico del cavo Fibrolaser II in misura continua, con grado di risoluzione programmabile (consigliabile dell'ordine dei 3 ÷ 4 Mt). Sul P.C. sarà pertanto possibile monitorare in maniera continuativa, 24 ore su 24 l'intera tratta, anche in assenza di allarmi.
Attraverso i PLC e/o il Sistema di Supervisione, o anche con l'utizzo di alcuni contatti ON/OFF presenti sulle unità di controllo, è possibile l'attivazione automatica e/o semiautomatica di sistemi di spegnimento, aspiratori, stacco di quadri elettrici ecc.

Il sistema Fibrolaser II prevede la sola stesura di un particolare cavo in fibra ottica all'interno della galleria, immune sia a fenomeni di corrosione che a influenze elettromagnetiche.
Il principio di funzionamento si basa su una combinazione della tecnologia delle fibre ottiche e della tecnologia laser. Con questo criterio le vibrazioni causate da una variazione di temperatura nella struttura cristallina della fibra ottica possono essere esattamente misurate da un raggio laser. Ci sono diverse applicazioni che sfruttano questa tecnologia, ad esempio una delle fibre inserita all'interno di un cavo multiplo può rivelarne con precisione l'eventuale interruzione o corto circuito, permettendone la immediata riparazione; in altre applicazioni, una fibra viene stesa in vicinanza di cavi di tensione, monitorandone la temperatura.
Nel caso del Fibrolaser II la tecnologia viene applicata per la rivelazione incendi nelle gallerie, permettendone la determinazione della esatta locazione mediante la misurazione continua della temperatura lungo tutta l'estensione del tunnel. Ovviamente, la conformazione del cavo non è comparabile con quella di una fibra per la trasmissione dei dati utilizzata anche nelle applicazioni di monitoraggio sopra descritte.
Inoltre, per consentire la rilevazione del calore radiato,di fondamentale importanza come sopra descritto, il cavo deve, oltrechè essere leggermente distanziato dalla parete(ad esempio mediante dispositivi di fissaggio), **vedere** l'ambiente intorno a sé.

Con il Sistema Fibrolaser II vengono assicurati:
l'efficienza del rivelatore nel tempo
la possibilità di effettuare diagnosi, controlli, tarature e programmazioni a distanza tramite linee ISDN e/o telefonica pubblica.
un minor costo installativo rispetto ad altri sistemi che devono prevedere dispositivi elettronici di identificazione all'interno della galleria stessa.

Tutti i dati potranno essere riportati a distanza tramite un collegamento seriale ed un apposito software di gestione.

Il Sistema Fibrolaser è pertanto composto da una "Unità di controllo" comprendente :
Centrale per la gestione delle segnalazioni provenienti dal cavo a fibre ottiche
Software con applicativo per la gestione degli allarmi ed il controllo delle temperature (identificazione degli allarmi su 128 zone di rivelazione per ogni Unità di controllo)
Armadio Rack 19" IP55
Cavo a fibra ottica con sez. di 8 mm. HDPE (Polietilene ad alta densità)con capillare interno in acciai

SPECIFICHE DEL CAVO SENSORE
- Fibra multimodale in tubo in acciaio
- Lunghezza del cavo sino a 4000 mt.per ogni Unità di Controllo
- Diametro:8 mm.
- Campo di temperatura: -30°C ÷ +90° C
- Periodo di vita >30 anni

PRESTAZIONI DEL SISTEMA
Misura diretta della temperatura
Rivelatore differenziale con risposta statica in temperatura.
Classe A 1 R in accordo alle EN54-5 ed 2, draft 4, 1992
Caratteristiche termodifferenziali in accordo alle Norme EN54:
Incr. 5°C Tempo risposta min. 4 min. ... max. 8 min.
Incr. 10°C Tempo risposta min. 1 min. ...max. 4 min.
Incr. 20°C Tempo risposta min. 30 sec. ... max. 2 min.
Caratteristiche misurazione di temperatura massima : Temperatura di attivazione tra 55°C e 65°C

È possibile programmare 3 diversi gradienti termici , fissando rispettivi valori di temperatura e di tempo. Sarà sufficiente il raggiungimento di uno dei 3 stati per scatenare l'allarme.
È anche possibile programmare il Sistema in modo che l'allarme venga dato se in un punto di una determinata tratta la temperatura rilevata superi di una soglia programmabile la temperatura media della tratta stessa.
Caratteristiche della misurazione di una temperatura massima : la temperatura di attivazione è programmabile.

Tutte le programmazioni sopra riferite sono attivabili contemporaneamente e sono relative ad ogni singola zona, pertanto posso avere delle parametrizzazioni diverse per ogni tratta del cavo.
Precisa localizzazione di punti ad elevata temperatura
Analisi computerizzata
Parametrizzazione dei settori
Soglie programmabili

Impianto copertura radio

a) Generalità

La copertura isoradio all'interno della canna avviene mediante utilizzo di cavo fessurato radiante.

b) Caratteristiche di installazione

Nella stesura del cavo radiante in galleria e del cavo coassiale di raccordo cellflex si dovranno adottare tutte le clausole necessarie in fase di installazione atte a preservare i cavi medesimi da rischio di abrasione sulla guaina e/o curvature di raggio troppo piccolo, nel rispetto delle caratteristiche tecniche fornite dal costruttore.

La posa del cavo radiante in galleria si eseguirà in quattro fasi operative di seguito elencate:

1. Fissaggio delle graffe reggicavo, mediante distanziatori conici ed apposite viti, al bordo esterno della canalina portacavi in acciaio zincato a caldo. Il fissaggio della vite dovrà avvenire mediante chiave dinamometrica. Le graffe reggicavo saranno di due distinti tipi, quelle in materiale plastico e quelle in acciaio inox 316. L'interdistanza fra un fissaggio e l'altro sarà di 70 cm.
2. La stesura del cavo radiante e l'inserimento sui supporti deve avvenire in modo graduale mantenendo la bobina di svolgimento alzata , e comunque il più vicina possibile rispetto alla sede di posa del cavo stesso. Il punto di partenza della posa del cavo è a circa 14 m all'interno della galleria a partire dal piede del becco di flauto e finirà circa 14 m prima dell'uscita della galleria rispetto al piede diritto.
3. Sistemazione definitiva con controllo e verifica pressione della graffa reggicavo.
4. Ad installazione avvenuta il cavo radiante dovrà essere lasciato con le estremità accuratamente fasciate da nastri vulcanizzanti sigillanti onde evitare infiltrazioni di umidità.

Variazioni nell'esecuzione della posa potranno essere stabilite con sopralluogo congiunto all'atto della consegna dei lavori e a giudizio esclusivo della Direzione dei Lavori.

c) Prestazioni

Dovranno soddisfare le prescrizioni dell'Elenco Prezzi e in via sommaria rispondere alle normative di regolamentazione della materia. I materiali dovranno soddisfare le prescrizioni del presente Capitola della Direzione Lavori.