

REGIONE CALABRIA

POR CALABRIA FESR 2007-2013

Progetti Integrati di Sviluppo Locale - Linea di Intervento 8.2.1.1

COMUNE DI ROGLIANO

Prov. CS



Mobilità I.M.PRE.SA. - Cosenza
Mobilità InterModale Presila - Savuto - Cosenza

Associazione Intercomunale "Mobilità I.M.PRE.SA. Cosenza" tra i Comuni di: Rogliano, Belsito, Pedace, Serra Pedace, Figline Vegliaturo, Piane Crati, Carpanzano, Cellara, Casole Bruzio, Marzi, Mangone, Aprigliano, Grimaldi, Trenta, Pietrafitta, S.Pietro in Guarano, Malito, Rovito, Lappano, S.Stefano di Rogliano.

PROGETTO PRELIMINARE

PROGETTO PER IL POTENZIAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA COSENZA - ROGLIANO PER CIRCOLAZIONE TRAM-TRENO

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Autorizzato
0	GIU.'13	EMISSIONE	-	-	-	-

ENTE EMITTENTE

Comune di Rogliano

Titolo

CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

COMM.

B B D

DOC.

P O R 3

REV.

0

SCALA

-

FILE

B B D P O R 3 0

CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

INDICE CAPITOLATO PRESTAZIONALE

SEZIONE I: ALIMENTAZIONE

SEZIONE II: LINEA DI CONTATTO.....

SEZIONE III: ARMAMENTO

SEZIONE IV: FINITURE - FERMATE.....

SEZIONE I: ALIMENTAZIONE

Sommario

1	Scopo e applicabilità.....	6
2	Normativa di riferimento.....	6
3	Elaborati di riferimento	11
4	Generalità	11
5	Limiti delle opere.....	12
6	Impianto di alimentazione di SSE	13
6.1	Architettura generale	13
6.2	Sezione media tensione.....	15
6.2.1	Caratteristiche costruttive comuni agli scomparti	17
6.2.2	Caratteristiche elettriche comuni agli scomparti	18
6.2.3	Scomparto arrivo Ente Fornitore.....	19
6.2.4	Scomparto misure	20
6.2.5	Scomparto di interconnessione fra SSE.....	21
6.2.6	Scomparto alimentazione trasformatore di gruppo e servizi ausiliari	22
6.2.7	Scomparto congiuntore di sbarra.....	22
6.2.8	Caratteristiche principali delle apparecchiature	23
6.2.9	Prove.....	27
6.3	Sezione trasformatore di gruppo	29
6.3.1	Caratteristiche generali	29
6.3.2	Accessori elettrici.....	30
6.3.3	Accessori meccanici	31
6.3.4	Caratteristiche elettriche.....	31
6.3.5	Logica di sicurezza per l'accesso ai locali trasformatore	33
6.3.6	Prove.....	33
6.4	Sezione corrente continua.....	34
6.4.1	Caratteristiche elettriche generali.....	35
6.4.2	Caratteristiche costruttive comuni agli scomparti	35

6.4.3	Unità raddrizzatore.....	37
6.4.4	Scomparto sezionatore bipolare	40
6.4.5	Scomparto alimentatore	41
6.4.6	Scomparto negativi e messa a terra automatica.....	45
6.4.7	Caratteristiche principali delle apparecchiature della sezione cc	46
6.4.8	Prove.....	52
6.5	Sezione servizi ausiliari	54
6.5.1	Generalità	54
6.5.2	Trasformatore servizi ausiliari	54
6.5.3	Quadro distribuzione 400/230V	58
6.5.4	Quadro convertitore carica batterie.....	59
6.5.5	Batterie	62
6.5.6	Sistema di comando e controllo	63
6.5.7	Quadro di telecomando e telecontrollo	65
6.5.8	Prove.....	65
6.6	Sezione impianti ausiliari	68
6.6.1	Impianto di illuminazione	68
6.6.2	Impianto fm	68
6.6.3	Impianto di rilevazione fumi.....	69
6.6.4	Impianto antintrusione.....	70
6.6.5	Impianto di terra.....	71
6.7	Telecomandi – telesegnalazioni – telemisure	72
6.7.1	Telecomandi	72
6.7.2	Telesegnalazioni	73
6.7.3	Telemisure	75
6.8	Prove da eseguire a sse completamente montata	75
7	IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE DI LINEA	76
7.1	Sezionatori.....	77

7.1.1	Sezionatori manuali	77
7.1.2	Sezionatori telecomandati.....	78
7.1.3	Prove.....	79
7.2	Cavi di alimentazione.....	80
7.2.1	Cavi di alimentazione positivi	80
7.2.2	Cavi di alimentazione negativi.....	81
7.2.3	Collegamenti fra linea aerea e cavo di rinforzo.....	81
7.2.4	Prove sui cavi	82

1 Scopo e applicabilità

Il presente Capitolato Speciale Descrittivo e Prestazionale fornisce le prescrizioni sugli interventi alla proposta progettuale relativa all'intervento per il **“potenziamento della linea ferroviaria Cosenza – Rogliano per circolazione tram-treno”**.

Il progetto di potenziamento del servizio tranviario in modalità tram-treno dalla stazione di Cosenza Due Fiumi fino a Rogliano prevede:

- l'elettificazione della linea ferroviaria FdC fino a Rogliano
 - ✓ in galleria;
 - ✓ lungo linea;
 - ✓ dei binari di precedenza in alcune fermate/stazioni;
- le sottostazioni elettriche (SSE);
- ripristino della Cosenza – Casali (collegamento tra la stazione metropolitana Due Fiumi e la linea FdC in prossimità della stazione ferroviaria di Cosenza Centro);
- risanamento di tratti in galleria ed abbassamenti in alcuni punti dell'armamento ferroviario;
- sistemazione dei marciapiedi di fermata/stazione per l'incarozzamento a raso.

Per consentire la circolazione dei veicoli tranviari, utilizzati lungo l'asse urbano Cosenza Due Fiumi – Rende – Unical, è necessario provvedere alla elettificazione della tratta Cosenza Centro - Cosenza Casali – Rogliano. La linea aerea deve avere, stesse caratteristiche e analoghe dotazioni elettriche della tratta urbana, rispettando i vincoli dimensionali d'ingombro dei convogli.

Per quanto concerne la copertura elettrica della linea, sono state all'uopo progettate 3 nuove sottostazioni elettriche (ubicate nelle aree di stazione di Pedace, Figline Cellara e Santo Stefano di Rogliano) e viene utilizzata per la tratta Cosenza Due Fiumi - Cosenza Casali la sottostazione del tram urbano di Cosenza Centro Storico.

A seguire vengono dettagliate le differenti componenti del progetto di elettificazione articolate in:

- elettificazione in galleria;
- elettificazione lungo linea;
- elettificazione dei binari di precedenza nelle fermate;
- le sottostazioni elettriche.

2 Normativa di riferimento

Le opere contemplate dal presente progetto devono essere conformi alla legislazione e alla

normativa vigenti. In particolare devono essere rispettati i dettami di:

- direttive della UE, se direttamente applicabili,
- leggi, decreti e circolari dello Stato Italiano,
- disposizioni normative a carattere regionale,
- istruzioni e norme di enti normatori (UNI, CEI, CEN, ISO, ecc.),

fermo restando il concetto generalmente applicabile dell'esecuzione "a perfetta regola d'arte".

Di seguito vengono elencate, a titolo non limitativo, leggi e norme esplicitamente richiamate nella presente Sezione del Capitolato speciale d'appalto. Il reperimento della normativa è a carico dell'Appaltatore.

CEI EN 62271-200 (CEI 17-1)	Apparecchiatura ad alta tensione – Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1kV a 52kV.
CEI EN 62271-100 (CEI 17-1)	Apparecchiatura ad alta tensione – Parte 100: Interruttori a corrente alternata ad alta tensione.
CEI EN 62271-102 (CEI 17-83)	Apparecchiatura ad alta tensione – Parte 102: Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione.
CEI EN 60265 (CEI 17-9)	Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per alta tensione – Parte 1: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali uguali o superiori a 1kV e inferiori a 52kV.
CEI EN 60282-1 (CEI 32-3)	Fusibili a tensione superiore a 1000V – Parte 1: Fusibili limitatori di corrente.
CEI EN 60376 (CEI 10-7)	Specifiche di qualità tecnica per esafluoruro di zolfo (SF6) per utilizzo in apparecchiature elettrotecniche

CEI EN	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
60529 (CEI	
70-1) CEI EN	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e
50329 (CEI 9-	metropolitane – Impianti fissi – Trasformatori di trazione
23) CEI 14-12	Trasformatori trifase di distribuzione di tipo a seco 50Hz, da 100kVA a 2500kVA con una tensione massima per il componente non superiore a 36kV – parte 1 Prescrizioni generali e prescrizioni per trasformatori con una tensione massima per il componente non superiore a 24kV.
CEI EN 60076-	Trasformatori di potenza
10 CEI EN 60270	Tecniche di prova in alta tensione – Misure di scariche parziali
(CEI 42-3)	
CEI EN 50123	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e
-1 (CEI 9-26/1)	metropolitane – Impianti fissi – Apparecchiatura a corrente continua – Parte 1: Generalità
CEI EN 50123	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane
-2 (CEI 9-26/2)	– Impianti fissi – Apparecchiatura a corrente continua – Parte 2: Interruttori a corrente continua
CEI EN 50123	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane –
-3 (CEI 9-26/3)	Impianti fissi – Apparecchiatura a corrente continua – Parte 3: sezionatori, interruttori di manovra sezionatori e sezionatori di terra a corrente continua per interno
CEI EN 50123	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane –
-4 (CEI 9-26/4)	Impianti fissi – Apparecchiatura a corrente continua – Parte 4: sezionatori, interruttori di manovra sezionatori e sezionatori di terra a corrente continua per esterno
CEI EN 50123	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e
-5 (CEI 9-26/5)	metropolitane – Impianti fissi – Apparecchiatura a corrente continua – Parte 5: Scaricatori e valvole di tensione per uso specifico in sistemi a corrente continua

CEI EN 50123 -6 (CEI 9-26/6)	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Apparecchiatura a corrente continua – Parte 6: Apparecchiatura preassemblata a corrente continua
CEI EN 50123 -7- 1 (CEI 9-26/7-1)	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Apparecchiatura a corrente continua – Parte 7: Apparecchi di misura, comando e protezione per uso specifico in sistemi a corrente continua – Sezione 1: Guida applicativa
CEI EN 50123 -7- 2 (CEI 9-26/7-2)	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Apparecchiatura a corrente continua – Parte 7: Apparecchi di misura, comando e protezione per uso specifico in sistemi a corrente continua – Sezione 2: Trasduttori di corrente isolanti e altri apparecchi di misura della corrente
CEI EN 50123 -7- 3 (CEI 9-26/7-3)	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Apparecchiatura a corrente continua – Parte 7: Apparecchi di misura, comando e protezione per uso specifico in sistemi a corrente continua – Sezione 3: Trasduttori di tensione isolanti e altri apparecchi di misura della tensione
CEI EN 50328 (CEI 9- 82) CEI 11-1	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Convertitori elettronici di potenza per sottostazioni Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
CEI EN 50363 (CEI 20-11)	Materiali isolanti di guaina e di rivestimento per cavi di energia di bassa tensione.
CEI 20-13	Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.
CEI EN 60228 (CEI 20-29)	Conduttori per cavi isolati.
CEI 20-38	Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

CEI EN 50266 (CEI 20-22/3) Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio – Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio.

CEI EN 50267 (CEI 20-37) Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio – Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi.

CEI EN 60044-1 (CEI 38-1) Trasformatori di misura – Parte 1: Trasformatori di corrente.

CEI EN 60044-2 (CEI 38-2) Trasformatori di misura – Parte 2: Trasformatori di tensione induttivi.

CEI EN 60076 (CEI 14-4) Trasformatori di potenza.

CEI EN 60309-1 (CEI 23-12) Spine e prese per uso industriale – Parte 1: Prescrizioni generali.

CEI EN 60309-2 (CEI 23-12) Spine e prese per uso industriale – Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici.

CEI EN 60439 (CEI 17-13) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

CEI EN 50122 -1 (CEI 9-6) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra

CEI EN 50122-2 (CEI 9-6/2) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra

CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

L'elenco di cui sopra non deve ritenersi esaustivo; la fornitura deve rispettare la vigente Normativa, Leggi, Decreti, Circolari applicabili, anche se non espressamente citati.

Devono essere inoltre rispettate le normative ed i regolamenti previsti dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni.

3 Elaborati di riferimento

N° elaborato Titolo

BBDPA010 Schema delle alimentazioni e sezionamenti della tratta in progetto

BBDPA070 Planimetria ubicazione SSE

BBDPA080 Sottostazione elettrica - pianta, sezioni e prospetti

4 Generalità

Nel presente Capitolato Speciale vengono descritte le caratteristiche e le funzionalità di tutte le apparecchiature elettriche atte ad alimentare la linea aerea di contatto.

Le apparecchiature di conversione sono installate nelle SSE previste lungo la linea.

Oltre alle apparecchiature di SSE, fanno parte del sistema di alimentazione anche i sezionatori di prima fila o montanti di alimentazione e i sezionatori di bypass, così pure i cavi alimentatori positivi e negativi che dal quadro in corrente continua posto in SSE raggiungono rispettivamente la linea e il binario.

L'arrivo dell'alimentazione primaria dall'Ente Fornitore dell'Energia è previsto in tre SSE, le rimanenti sono alimentate attraverso una dorsale in cavo in configurazione "entra-esci".

Il sistema di alimentazione della linea di contatto è suddiviso in più tratte alimentate dalle SSE. Come indicato nello schema BBDPA010 "Schema alimentazione e sezionatori della tratta in progetto". Per coprire l'intero sviluppo della linea sono previste sei SSE; per quanto riguarda il collegamento al deposito nonché il deposito stesso viene prevista la realizzazione di una ulteriore SSE. I binari di ciascuna tratta sono alimentati in maniera separata l'uno rispetto all'altro. La scelta di realizzare un'alimentazione separata per ciascun binario è legata alla particolare configurazione del tracciato, che presenta binari non affiancati ma distanti fra loro, rendendo sconveniente la realizzazione di collegamenti equipotenziali, necessari in caso di alimentazione in parallelo dei due binari.

Ciascuna SSE è dotata di due gruppi di conversione da 1000 kVA, uno di riserva all'altro, ed è alimentata dalla dorsale MT in configurazione entra/esci. In tre delle sette SSE previste verrà realizzato il collegamento all'Ente Fornitore dell'Energia.

I cavi provenienti dalla dorsale si attestano ad un quadro MT di tipo protetto da cui partono le alimentazioni dei gruppi di trasformazione e raddrizzamento.

I raddrizzatori fanno parte del quadro in corrente continua di tipo blindato, insieme agli alimentatori costituiti da interruttori extrarapidi.

Le SSE sono attrezzate con quattro alimentatori.

Il quadro MT oltre alla parte di trasformazione e conversione alimenta anche un secondo trasformatore che fa capo ad un quadro elettrico di distribuzione di bt.

Tale quadro alimenta sia i servizi ausiliari di SSE sia le utenze elettriche ubicate nelle fermate di linea.

Per garantire un'elevata disponibilità di tale alimentazione ausiliaria, sulla stessa è prevista la possibilità di inserire, attraverso un commutatore automatico, una seconda alimentazione in bassa tensione, direttamente dall'Ente Fornitore dell'Energia.

Tutte le SSE sono completate da una serie di quadri ausiliari di comando e controllo, da una batteria di accumulatori e dal relativo carica batterie, da un armadio con la morsettiera per l'interfacciamento con l'impianto di telecomando.

Fanno inoltre parte delle SSE: l'impianto di illuminazione e distribuzione F.M., l'impianto di rilevazione fumi, l'impianto di riscaldamento/ventilazione e la rete di terra.

Inoltre, è prevista sia la possibilità di comando locale dei principali enti presenti, sia il relativo telecomando da un unico Posto Centrale.

Il collegamento fra le SSE e la linea di contatto è realizzato attraverso i cavi alimentatori e i sezionatori di prima fila manuali posti in prossimità della linea.

Oltre alla linea aerea, per motivi legati agli assorbimenti dei veicoli, in parallelo al filo di contatto viene posto un alimentatore di rinforzo.

Infine per poter gestire eventuali guasti al sistema di alimentazione fra una zona di alimentazione e l'altra è previsto un sezionatore, cosiddetto di by – pass, manovrabile sottocarico e telecomandato.

5 Limiti delle opere

Di seguito vengono indicati i limiti entro i quali dovranno essere forniti e realizzati gli impianti di alimentazione:

- lato M.T.: devono essere forniti e installati i cavi unipolari di collegamento tra il punto di consegna (scomparto quadro Ente Fornitore nella relativa cabina) e lo scomparto di arrivo linea del quadro MT della SSE. Detti cavi devono essere di tipo RG7H1R di sezione non inferiore a 95mm^2 , inoltre dovranno
- essere fornite e installate le terminazioni dei cavi lato SSE. Prima di realizzare il sopradetto collegamento è responsabilità dell'Appaltatore acquisire il parere dell'Ente Fornitore a conferma di quanto indicato a progetto; è comunque onere dell'Appaltatore realizzare le opere ed effettuare le attività necessarie al corretto funzionamento dell'allacciamento;
- lato bt: devono essere forniti gli interruttori magnetotermici sul quadro di distribuzione 400/230V presente in SSE, necessari alla protezione del cavo di alimentazione del quadro elettrico di fermata, che è oggetto di altra fornitura (sempre comunque a carico del medesimo Appaltatore); come per la

MT l'Appaltatore prima della realizzazione del quadro bt di distribuzione deve acquisire il parere dell'Ente fornitore dell'energia per la fornitura dell'alimentazione di riserva in bt;

- lato corrente continua: l'impianto di alimentazione oltre al quadro in corrente continua installato nella SSE prevede anche la fornitura e la posa dei cavi di alimentazione positivi e negativi, dei sezionatori di prima fila e by-pass e del feeder di rinforzo;
- telecomando: l'impianto di telecomando non è compreso nella presente specifica; deve comunque essere predisposta apposita morsettiera di interfaccia, inoltre deve essere previsto lo spazio per l'installazione del quadro telecomando.

6 Impianto di alimentazione di SSE

6.1 Architettura generale

Ciascuna SSE è costituita dalle seguenti sezioni:

- sezione media tensione;
- sezione trasformazione;
- sezione corrente continua;
- sezione servizi ausiliari.

Nelle SSE dove è prevista la fornitura dell'energia MT, l'alimentazione primaria viene derivata dall'adiacente cabina dell'Ente Fornitore. Dove tale allacciamento non è presente, la cabina non è prevista e l'alimentazione MT viene distribuita fra le SSE attraverso una dorsale in configurazione entra/esci. Inoltre è anche prevista, in ogni SSE, una seconda alimentazione in b.t., sempre dalla rete di distribuzione cittadina dell'Ente erogatore, come alimentazione ausiliaria per i servizi ausiliari di SSE e per l'alimentazione delle fermate del prolungamento.

Le sottostazioni sono strutturate in modo che siano garantite la possibilità di comando locale dei principali enti presenti e la possibilità di comando remoto, attraverso l'impianto di telecomando dal Posto Centrale.

Ciascuna SSE è attrezzata con due gruppi di trasformazione/raddrizzamento monoblocco identici, della potenza nominale di 1000kVA ciascuno, alla tensione di 750V lato corrente continua.

L'alimentazione primaria in MT, proveniente dall'Ente fornitore o dalla dorsale in cavo, si attesta a un quadro M.T. di tipo protetto, dal quale si dipartono, rispettivamente:

- tramite un interruttore dedicato: ognuna delle alimentazioni per i trasformatori di gruppo;
- tramite un interruttore di manovra con fusibili: l'alimentazione per il trasformatore dei servizi ausiliari.

Ogni trasformatore di gruppo ha una potenza nominale di 1000kVA, con avvolgimento primario a

triangolo e due avvolgimenti secondari rispettivamente a triangolo e a stella.

L'avvolgimento primario a secco è inglobato in resina epossidica con raffreddamento a ventilazione naturale, con la previsione di un raffreddamento integrativo a ventilazione forzata con ventilatore montato a bordo macchina, il cui avviamento automatico termostatico è comandato da una centralina che monitorizza la temperatura interna del trasformatore.

A valle dei trasformatori di gruppo si trova il quadro in corrente continua costituito da due raddrizzatori alimentati ciascuno da un trasformatore, due complessi di sezionamento, quattro alimentatori e il dispositivo di messa a terra del negativo e delle rotaie di corsa.

I raddrizzatori sono raffreddati ad aria con ventilazione naturale e sono costituiti da due complessi di celle al silicio collegate a ponte di Graetz trifase alimentati ognuno da uno dei due secondari del trasformatore di gruppo, in modo da avere lato continua una reazione dodecafase.

I due ponti sono collegati in parallelo sul lato c.c. tramite una reattanza interfascia.

I raddrizzatori sono in esecuzione estraibile montati su carrello.

I complessi di sezionamento di ciascun raddrizzatore, rispetto alle sbarre in corrente continua, sono costituiti da un sezionatore estraibile. Dette apparecchiature sono montate all'interno di uno scomparto facente parte del quadro in corrente continua.

Gli alimentatori sono interruttori extrarapidi anch'essi in esecuzione estraibile, montati su carrello e dotati di apparecchiature per la prova preventiva della linea prima della chiusura.

Il dispositivo di messa a terra del negativo è costituito da un contattore normalmente aperto, che mette a terra la rotaia nel caso in cui il potenziale assuma valori "pericolosi".

Il trasformatore per i servizi ausiliari alimenta, tramite un quadro di bassa tensione, sia i servizi ausiliari di SSE, sia i servizi e gli impianti ubicati nelle fermate di linea.

Per garantire un'elevata disponibilità di tale alimentazione ausiliaria, oltre alla doppia alimentazione lato M.T., sulla stessa è prevista la possibilità di inserire, attraverso un commutatore automatico, una seconda alimentazione in bassa tensione fornita direttamente dall'Ente erogatore.

Ciascuna SSE è completata da una serie di quadri ausiliari di comando e controllo, da una batteria di accumulatori e dal relativo carica batteria, da un armadio con la morsettiera di interfacciamento con l'impianto di telecomando.

Come già precedentemente indicato, le sottostazioni elettriche saranno normalmente non presenziate e, pertanto, comandate e controllate dal posto centrale di telecomando.

La possibilità di comando locale deve comunque essere prevista. Infatti, la presenza di un sistema di comando e controllo, consentirà al personale presente in SSE di controllare e comandare localmente o in telecomando la SSE.

Dal sistema di comando e controllo deve essere possibile scegliere se comandare e controllare localmente o in telecomando le SSE.

In posizione di "Comando Locale" sarà possibile operare la manovra di ogni apparecchiatura esclusivamente dalla SSE, oppure da postazioni vicine all'ente interessato.

In posizione di "Telecomando" verrà inibita qualunque possibilità di manovra dalla sottostazione, ad eccezione del comando di apertura di emergenza in prossimità dell'ente interessato.

Nel sistema di comando e controllo è prevista la centralizzazione di tutte le misure, precisamente:

- tensione sbarre MT;
- tensione 750Vcc;
- corrente erogata raddrizzatore;
- corrente interruttori extrarapidi.

Localmente sul fronte degli scomparti in corrente continua saranno previste misure in corrente continua in uscita dagli alimentatori tramite l'indicazione digitale del relè di protezione e diagnostica (di/dt); sul fronte degli scomparti del quadro MT sarà prevista l'indicazione digitale del relè di massima corrente alternata.

La SSE è dotata dei seguenti impianti ausiliari:

- impianto di rilevazione fumi;
- impianti di illuminazione e di distribuzione F.M. necessari per l'accessibilità agli impianti e per gli interventi di controllo e di manutenzione;
- impianto idrico / scarico acque nere, per il servizio igienico della SSE;
- rete di terra;
- impianto antintrusione.

Le condizioni ambientali di riferimento saranno le seguenti:

- | | |
|---|-----------------|
| - tipo di installazione | interno |
| - temperatura massima interna sala quadri | +40°C |
| - temperatura minima interna sala quadri | -5°C |
| - altitudine | ≤ 1000 m s.l.m. |
| - umidità | ≤ 90% |

6.2 Sezione media tensione

La sezione Media Tensione è costituita dal quadro MT, composto da unità di tipo LSC2A (secondo la nuova classificazione CEI EN 62271-200, "protetto" secondo la precedente norma CEI EN 60298)

per cui l'accesso al compartimento interruttore può avvenire senza dover mettere fuori servizio il compartimento sbarre, mentre i cavi MT devono essere messi fuori tensione.

Il quadro è costituito da più scomparti della stessa tipologia ad isolamento in aria, equipaggiato con apparecchiature di interruzione ad isolamento in SF₆.

Ogni scomparto è caratterizzato da due compartimenti MT (uno per le sbarre MT, l'altro per l'insieme di sezionatore/interruttore e cavi MT).

Il quadro e le relative apparecchiature dovranno essere progettati, costruiti e collaudati in conformità alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) e IEC (International Electrical Commission) in vigore, con particolare riferimento alle seguenti:

- quadro CEI EN 62271-200 (CEI 17-6), CEI EN 60694 (CEI 17-21)
- interruttori CEI EN 62271-100(CEI 17-1)
- sezionatori CEI EN 62271-102 (CEI 17-83)
- I.M.S. CEI EN 60265(CEI 17-9)
- fusibili CEI EN 60282-1(CEI 32-3)
- gas SF₆ CEI EN 60376 (CEI 10-7)
- grado di protezione CEI EN 60529(CEI 70-1)

Dovranno essere rispettate le normative e i regolamenti vigenti previsti dalla legislazione italiana per la prevenzione degli infortuni.

Per le SSE dove è prevista la fornitura di energia, dovranno inoltre essere rispettate le prescrizioni per l'allacciamento alla rete MT della Società di distribuzione, in particolare è necessario far riferimento alla norma CEI 0-16, che stabilisce alcune regole per la connessione alla rete in media tensione. In ogni caso, è opportuno che l'Appaltatore prima dell'inizio dell'ordinazione materiali, verifichi con l'Ente distributore dell'Energia le caratteristiche tecnico/costruttive del quadro.

La sezione media tensione sarà composta elettricamente da:

- un arrivo trifase dalla rete di distribuzione MT (solo per le SSE dove è previsto l'allacciamento all'Ente Fornitore);
- un sistema di sbarre di alimentazione;
- un sistema misure, per il controllo della tensione di sbarra;
- uno/due arrivi/partenze per la dorsale MT in cavo;
- due partenze per l'alimentazione dei trasformatori di gruppo;
- una partenza per l'alimentazione del trasformatore dei servizi ausiliari.

6.2.1 Caratteristiche costruttive comuni agli scomparti

Il quadro in esecuzione per interno deve permettere tutte le operazioni di manutenzione e comando dal fronte del quadro e quindi può essere addossato a parete.

La struttura di ciascuno scomparto deve essere di tipo autoportante, realizzata in lamiera pre zincata e pressopiegata.

Il grado di protezione meccanica degli scomparti dovrà essere almeno IP30 all'esterno e IP20 all'interno (a portelle aperte).

La sicurezza del personale deve essere garantita attraverso le seguenti caratteristiche:

- segregazione delle celle con grado di protezione IP20. Ciò impedisce a sezionatore aperto contatti accidentali con parti in tensione;
- per tutte le apparecchiature dovranno essere previste le segnalazioni meccaniche del loro stato (aperto - chiuso, molle cariche);
- le sbarre principali e di derivazione, nonché quelle sulle partenze cavi, dovranno portare in ogni unità marcature per l'identificazione delle fasi;
- messa a terra della struttura e dei componenti attraverso una sbarra colletttrice di terra che sarà in rame ed avrà una sezione $\geq 200\text{mm}^2$, e percorrerà il quadro, dando così la garanzia di massima sicurezza per il personale e per l'impianto;
- la corretta esecuzione delle manovre dovrà essere assicurata da opportuni interblocchi che, completati da segnalazioni meccaniche della posizione e da oblò per l'ispezione, garantiranno la sicurezza del personale.

Le apparecchiature utilizzate, negli scomparti, per la protezione degli arrivi/partenze sono interruttori in esafluoruro di zolfo ed un interruttore di manovra-sezionatore con fusibili.

Gli interruttori saranno di tipo estraibile montati su carrello, per l'installazione all'interno.

Il carrello deve poter assumere le seguenti posizioni:

- posizione di servizio: carrello inserito ed elettricamente collegato;
- posizione di estratto: carrello all'esterno dell'involucro e completamente scollegato.

Saranno previsti interblocchi meccanici che impediscano:

- l'esecuzione di tutte le operazioni relative all'estrazione e all'inserzione dell'interruttore se questo non è in posizione di "aperto";
- l'inserzione dell'interruttore con il sezionatore di terra in posizione di "chiuso".

Ogni singolo scomparto è costituito da più celle che sono tra loro segregate metallicamente, precisamente:

- cella sbarre: conterrà il sistema di sbarre collegato ai contatti del sezionatore controsbarre. Il sezionatore controsbarre dovrà realizzare, nella posizione di aperto, la completa segregazione

della cella sbarre dalla cella trasformatori di tensione. L'accesso alla cella sbarre dovrà essere possibile solo previa asportazione di lamiere, mediante impiego di utensili.

- cella linea: conterrà tutte le apparecchiature di potenza e misura, quali sezionatori, interruttori, trasformatori di misura, ecc. Dovrà essere dotata di porta del tipo a cerniera, con maniglia e serratura chiave unica apribile solamente con il sezionatore di terra chiuso. Nella parte bassa della cella dovrà essere prevista un'adeguata apertura per consentire il passaggio dei cavi di potenza. Saranno previste opportune staffe per il sostegno dei cavi ed un morsetto per la messa a terra delle armature e degli schermi di questi. I trasformatori di misura dovranno essere posizionati in modo da rendere agevole la sostituzione. I morsetti secondari dovranno essere in posizione facilmente accessibile. Sul pannello frontale dovrà essere presente un oblò per il controllo della posizione dei sezionatori controsbarre e di terra. Dovrà essere prevista l'illuminazione interna comandata da un selettore. Per la sicurezza del personale e per il corretto esercizio dovranno essere previsti blocchi a chiave e interblocchi meccanici fra le varie apparecchiature.
- cella servizi ausiliari: conterrà tutta l'apparecchiatura di bt necessaria per il funzionamento e il controllo dello scomparto. In particolare dovrà contenere i relè di protezione e ausiliari, gli interruttori di protezione dei circuiti ausiliari, gli apparecchi di comando e segnalazione montati sulla porta della cella, morsettiere, canalette e cavi per il collegamento agli altri scomparti del quadro. Il passaggio cavi per collegamenti interpannelli avviene mediante appositi fori previsti nelle pareti della cella stessa. La cella dovrà essere dotata di porta del tipo a cerniera, con maniglia

Il comando del quadro potrà essere effettuato:

- dal sistema di comando e controllo di SSE;
- in telecomando.

In ciascuno scomparto saranno montate le apparecchiature di manovra ed i dispositivi di comando, misura e protezione, con i relativi collegamenti di potenza ed ausiliari.

Il quadro dovrà essere completo di:

- lamiere di chiusura laterali e per chiusura passaggio cavi;
 - attacchi per il collegamento cavi di potenza;
 - morsettiere per il collegamento cavi ausiliari provenienti dall'esterno;
 - fornitura di un apposito carrello per l'estrazione dell'interruttore.
- ogni scomparto deve essere predisposto per essere appoggiato al pavimento flottante e provvisto di chiusura di fondo che consenta il passaggio dei cavi di media tensione e dei circuiti ausiliari.

6.2.2 Caratteristiche elettriche comuni agli scomparti

Dovranno essere definite le principali caratteristiche elettriche della sezione media tensione, in

funzione della tensione di fornitura dell'Ente Distributore:

- tensione nominale;
- tensione di tenuta a 50 Hz per 1 min. verso terra e tra le fasi;
- tensione di tenuta ad impulso atmosferico $1,2/50\infty$ s verso terra e tra le fasi;
- corrente nominale sbarre principali;
- corrente di corto circuito di breve durata (1 s) circuiti principali;
- corrente di corto circuito limite dinamica (valore di cresta) circuiti principali;
- tensione nominale di alimentazione dei circuiti ausiliari.

6.2.3 Scomparto arrivo Ente Fornitore

Lo scomparto deve essere realizzato nel rispetto delle regole tecniche di connessione alla rete elettrica di distribuzione prescritte dalla normativa CEI 0-16.

L'Appaltatore dovrà, prima della realizzazione dello scomparto, verificarne con la Società di distribuzione le caratteristiche e concordare eventuali aspetti di dettaglio. Tale attività, nonché gli adeguamenti impiantistici eventualmente conseguenti, sono da intendersi compresi nell'impianto forfetario contrattuale.

Lo scomparto è suddiviso nelle seguenti celle, segregate le une dalle altre:

- celle risalita e cella sbarre principali,
- cella linea,
- cella logiche di comando protezioni e misure (servizi ausiliari).

Le principali apparecchiature montate all'interno dello scomparto sono le seguenti:

- un sezionatore tripolare di messa a terra posto sull'arrivo del cavo di collegamento con la cabina dell'Ente Fornitore, interbloccato con l'organo preposto al sezionamento dell'alimentazione e provvisto di lucchetto per il blocco delle manovre; la chiave del lucchetto deve essere consegnata all'Ente;
- un sezionatore tripolare rotativo controbarre in SF6;
- un interruttore tripolare in SF6;
- un sezionatore tripolare di messa a terra del cavo in arrivo;
- terne di indicatori capacitivi di presenza tensione;
- trasformatori di tensione per l'inserzione delle protezioni;
- trasformatori di corrente per l'inserzione delle protezioni;
- trasformatore di corrente toroidale per l'inserzione della protezione omopolare;

- un dispositivo dotato di unità integrate a microprocessore per svolgere le funzioni di misura e protezione, in particolare deve garantire la protezione contro il sovraccarico, contro i corto circuiti fase-fase e fase-terra (50/51/51N/67N), secondo quanto indicato nella norma CEI 0-16. Detto dispositivo deve essere previsto per il montaggio da incasso;
- controllo della continuità del circuito dello sganciatore di apertura;
- illuminazione interna;
- relè ausiliari istantanei e temporizzati;
- lampade di segnalazione;
- interruttori automatici bipolari;
- scaldiglie anticondensa;
- morsettiere, collegamenti ausiliari, finecorsa, targhette di identificazione e quant'altro necessario a realizzare lo schema tipico dell'unità.

La posa e la fornitura dei cavi unipolari (1x95 mm² – RG7H1R) tra il punto di consegna dell'energia e il quadro MT è a cura e a carico dell'Appaltatore, il quale dovrà fra l'altro realizzare i fori Ø 160 mm passanti a parete per il passaggio dei cavi stessi.

6.2.4 Scomparto misure

Lo scomparto dovrà essere suddiviso nelle seguenti celle, segregate le une dalle altre:

- cella sbarre;
- cella trasformatori di tensione;
- cella logica di comando e protezioni.

Lo scomparto in oggetto è caratterizzato dalle dimensioni indicative riportate nell'elaborato AR-SE-007 e AR-SE-008.

Le principali apparecchiature montate all'interno dello scomparto "Misure" saranno le seguenti:

- un sezionatore tripolare rotativo di isolamento lato sbarre;
- un sezionatore tripolare di messa a terra lato cavi, interbloccato con il sezionatore controsbarre;
- una terna di indicatori capacitivi di presenza tensione;
- trasformatori di tensione con polo a terra a due secondari;
- fusibili di protezione TV lato primario con contatti di segnalazione di intervento;
- un interruttore automatico magnetotermico tripolare e un interruttore automatico magnetotermico bipolare per protezione TV lato secondario;
- illuminazione interna;

- scaldiglie anticondensa;
- morsettiere, collegamenti ausiliari, finecorsa, targhette di identificazione e quant'altro necessario a realizzare lo schema tipico dell'unità;
- blocco porta che permette l'apertura della stessa solo con sezionatore di terra chiuso.

6.2.5 Scomparto di interconnessione fra SSE

Lo scomparto è suddiviso nelle seguenti celle, segregate le une dalle altre:

- celle risalita e cella sbarre principali,
- cella linea,
- cella logiche di comando protezioni e misure (servizi ausiliari).

Le principali apparecchiature montate all'interno dello scomparto sono le seguenti:

- un sezionatore tripolare rotativo controsbarre in SF6;
- un interruttore tripolare in SF6;
- un sezionatore tripolare di messa a terra del cavo in arrivo;
- una terna di indicatori capacitivi di presenza tensione;
- trasformatori di corrente per l'inserzione delle protezioni;
- trasformatore di corrente toroidale per l'inserzione della protezione omopolare;
- un dispositivo dotato di unità integrate a microprocessore per svolgere le funzioni di misura e protezione, in particolare deve garantire la protezione contro il sovraccarico, contro i corto circuiti fase-fase e fase-terra (50/51/51N/67N). Detto dispositivo deve essere previsto per il montaggio da incasso;
- per garantire l'intervento delle protezioni in maniera sicura e selettiva gli interruttori previsti in questi scomparti devono essere dotati di circuito "Logica filo pilota", che consente in caso di guasto l'apertura dei soli interruttori interessati e di circuito di "trascinamento" fra interruttori facenti capo allo stesso cavo MT,
- controllo della continuità del circuito dello sganciatore di apertura;
- illuminazione interna;
- relè ausiliari istantanei e temporizzati;
- lampade di segnalazione;
- interruttori automatici bipolari;
- scaldiglie anticondensa;
- morsettiere, collegamenti ausiliari, finecorsa, targhette di identificazione e quant'altro necessario

a realizzare lo schema tipico dell'unità.

6.2.6 Scomparto alimentazione trasformatore di gruppo e servizi ausiliari

Lo scomparto dovrà essere suddiviso nelle seguenti celle, segregate le une dalle altre:

- cella sbarre;
- cella linea;
- cella logiche di comando e protezioni.

Le principali apparecchiature montate all'interno dello scomparto "alimentazione trasformatore di gruppo" saranno le seguenti:

- un sezionatore tripolare rotativo di isolamento sbarre;
- un interruttore tripolare in SF6;
- un sezionatore tripolare di messa a terra lato cavi;
- una terna di indicatori capacitivi di presenza tensione;
- trasformatori di corrente a per l'inserzione delle protezioni ;
- trasformatore di corrente toroidale per l'inserzione della protezione omopolare;
- n° 1 relè trifase di massima corrente a microprocessore, per protezione contro il sovraccarico, contro i corto circuiti fase-fase e fase-terra (50/51/51N), previsto per montaggio da incasso;
- controllo della continuità del circuito dello sganciatore di apertura; - illuminazione interna;
- lampade di segnalazione;
- relè ausiliari istantanei e temporizzati; - interruttori automatici bipolari;
- scaldiglie anticondensa;
- morsettiere, collegamenti ausiliari, fincorsa, targhette di identificazione e quant'altro necessario a realizzare lo schema tipico dell'unità.

6.2.7 Scomparto congiuntore di sbarra

Lo scomparto dovrà essere suddiviso nelle seguenti celle, segregate le une dalle altre:

- cella sbarre;
- cella linea;
- cella logiche di comando e protezioni.

Le principali apparecchiature montate all'interno dello scomparto "alimentazione trasformatore di gruppo" saranno le seguenti:

- un sezionatore tripolare rotativo di isolamento sbarre;
- un interruttore tripolare in SF6;
- un sezionatore tripolare di messa a terra lato cavi;

- una terna di indicatori capacitivi di presenza tensione;
- illuminazione interna;
- lampade di segnalazione;
- scaldiglie anticondensa;
- morsettiere, collegamenti ausiliari, fincorsa, targhette di identificazione e quant'altro necessario a realizzare lo schema tipico dell'unità.

6.2.8 Caratteristiche principali delle apparecchiature

6.2.8.1 Interruttore tripolare in SF6

L'interruttore utilizza il gas esafloruro di zolfo per l'estinzione dell'arco che si genera durante le manovre di apertura della corrente nominale o della corrente di cortocircuito, come mezzo isolante tra i contatti principali fissi e mobili.

L'interruzione deve garantire lo spegnimento dell'arco senza provocare riaddescamenti, garantire limitate sovratensioni, brevi durate d'arco e rapido ripristino dell'isolamento.

Il comando degli interruttori è a energia accumulata a mezzo di molle di chiusura precaricate.

L'interruttore deve poter essere comandato a distanza e pertanto deve essere dotato di motoriduttore e sganciatore di apertura.

Dovranno essere definite le seguenti caratteristiche elettriche dell'interruttore:

- tensione nominale
- frequenza
- livello di isolamento nominale
- corrente nominale
- corrente di breve durata ammissibile
- corrente di cresta ammissibile nominale
- durata di corto circuito nominale
- potere di interruzione nominale di c.to c.to
- potere di stabilimento nominale in c.to c.to
- sequenza nominale operazioni
- tensione dei circuiti di comando
- numero di manovre meccaniche

- L'interruttore sarà completo di contatti ausiliari in numero sufficiente per le esigenze dello schema, delle apparecchiature necessarie per l'apertura, la chiusura, l'antipompaggio e lo sgancio per minima tensione, del sistema di ricarica delle molle, di contatti per l'accoppiamento dei circuiti ausiliari.
- Sullo schermo frontale del comando dell'interruttore dovranno essere previste le seguenti segnalazioni e comandi:
 - contamanovre;
 - chiave di blocco;
 - pulsante meccanico di apertura;
 - pulsante meccanico di chiusura;
 - segnalazione meccanica molle cariche;
 - segnalazione meccaniche molle scariche;
 - segnalazione meccanica di aperto - "O";
 - segnalazione meccanica di chiuso - "I";
 - leva per la carica manuale delle molle.
- L'interruttore dovrà essere fornito di:
 - motoriduttore e dei relativi accessori per la carica delle molle di chiusura;
 - pulsante di chiusura ed apertura manuale;
 - segnalazione meccanica di aperto e chiuso e di molle cariche;
 - sganciatore di chiusura;
 - sganciatore di apertura;
 - sganciatore di minima tensione ritardato;
 - logica di antirichiusura in modo da impedire l'eccitazione allo sganciatore di chiusura se, in caso fortuito, permanesse un comando.
 - dispositivo di protezione a microprocessore per il controllo dell'intervento dell'interruttore per sovraccarico (51), corto circuito (50) e guasto a terra (51N).

Dovrà inoltre essere previsto un dispositivo di allarme-blocco per minima pressione del gas con possibilità di riportare la segnalazione sul fronte dello scomparto ed al posto di controllo centralizzato.

6.2.8.2 Sezionatore rotativo controsbarre e di terra

Il sezionatore rotativo controsbarre è di tipo tripolare, isolato in aria e con comando manuale rinviato sul fronte a mezzo di leva asportabile.

Ciascuna tipologia di sezionamento è caratterizzata da tre posizioni:

- aperto;
- chiuso
- messa a terra lato sbarre.

Dovranno essere definite le seguenti caratteristiche elettriche del sezionatore:

- tensione nominale
- frequenza
- livello di isolamento nominale
- tensione di tenuta verso terra e tra le fasi
- tensione di tenuta fra i contatti aperti (50Hz/1minuto)
- tensione di tenuta ad impulso con onda 1,2/50 μ s
- tensione di tenuta ad impulso fra i contatti aperti
- corrente termica nominale
- corrente ammissibile di breve durata per 1"
- contatti ausiliari e di fine corsa
- blocchi a chiave.

6.2.8.3 Trasformatori di corrente

I trasformatori di corrente dovranno essere del tipo isolato in resina sintetica.

Dovranno essere definite le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale
- frequenza nominale
- livello di isolamento nominale
- tensione di tenuta ad impulso
- tensione di tenuta a frequenza industriale
- corrente di breve durata ammissibile nominale 1"
- corrente di cresta ammissibile nominale
- durata nominale del corto circuito
- rapporto
- classe di precisione

Inoltre, la protezione di massima corrente omopolare deve essere alimentata da un riduttore di corrente di tipo toroidale e omopolare, con rapporto 100/1 e prestazioni equivalenti alla classe di precisione 5P20.

Si ricorda che per le apparecchiature da installare nello scomparto "Ente Distributore" devono essere rispettate le prescrizioni imposte dalla norma CEI 0-16.

6.2.8.4 Trasformatori di tensione

Lo scomparto "Misure" deve essere equipaggiato con. 3 trasformatori di tensione a due secondari, isolati in resina sintetica, ad un polo primario.

Dovranno essere definite le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale
- frequenza nominale
- livello di isolamento nominale
- tensione di tenuta ad impulso
- tensione di tenuta a frequenza industriale
- rapporto

- prestazioni nominali per ciascun avvolgimento
- classe di precisione
- - esecuzione antiferrisonante valore ammissibile delle scariche parziali $\leq 7pC$

6.2.8.5 Segnalatori di presenza tensione

Su ogni scomparto del quadro devono essere previste tre terne di segnalatori capacitivi di presenza tensione, installate rispettivamente nei seguenti punti:

- sull'arrivo cavi;
- a monte dell'interruttore ma a valle del sezionatore controsbarre;
- a valle dell'interruttore.

6.2.8.6 Protezione

Gli scomparti "Arrivo Ente Fornitore", "Alimentazione trasformatore di gruppo e trasformatore servizi ausiliari", "Interconnessione fra SSE" devono essere dotati di un dispositivo di protezione di massima corrente elettronico a microprocessore, conforme alle normative vigenti sulla compatibilità elettromagnetica.

L'unità dovrà poter realizzare le seguenti funzioni di protezione:

- Sovraccarico (50);
- Cortocircuito tra le fasi (51);
- Guasto a terra (51N);
- Direzionale di terra (67N)
- Alimentazione ausiliaria 110 Vcc.
- Contatti ausiliari di allarme indipendenti e contatti di scatto nelle quantità necessarie.

6.2.8.7 Accessori

Per il buon funzionamento del quadro devono essere previsti i seguenti accessori:

- relè ausiliari per i circuiti di comando e segnalazione;
- interruttori di protezione dei circuiti ausiliari CA e CC con contatti di segnalazione;
- morsetti sezionabili e cortocircuitabili per la prova dei circuiti dei relè di protezione; resistenza anticondensa e relative apparecchiature di protezione.

6.2.9 Prove

Le prove si suddividono in due categorie:

- prove di tipo;
- collaudi in fabbrica
- prove di accettazione.

Le prove di tipo possono essere sostituite dai certificati di prova eseguite presso il CESI o altro laboratorio legalmente riconosciuto per apparecchiature con caratteristiche analoghe a quelle richiamate nella presente specifica.

Le prove di accettazione o collaudi in fabbrica devono essere eseguite su tutti i componenti della fornitura.

Le opere devono essere eseguite secondo le migliori regole dell'arte, conformemente alle prescrizioni del presente capitolato ed alle norme vigenti CEI, UNEL, UNI, IEC, CENELEC, in modo che le stesse siano perfettamente rispondenti a tutte le caratteristiche indispensabili per un corretto funzionamento e per garantire le necessarie affidabilità e durabilità.

6.2.9.1 Prove di tipo

Dovranno essere eseguite le seguenti prove di tipo

- Interruttore in SF6
 - Prova di comportamento meccanico
 - Prova di riscaldamento
 - Prova di isolamento
 - Prova di stabilimento della corrente di cto-cto
 - Prova di corrente di breve durata – Quadro MT
 - Prova di tensione ad impulso a secco onda 1,2/50 μ s
 - Prova di riscaldamento circuiti principali alla corrente nominale
 - Prova di corrente di breve durata (dinamica e termica) dei circuiti di potenza
 - Prova di corrente di breve durata (dinamica e termica) dei circuiti di terra

- Prova del grado di protezione delle persone contro avvicinamento a parti in tensione e/o movimento – Sezionatori dei circuiti principali e di terra
- Prova ad impulso con onda 1,2/50 μ s
- Prova di fatica (1000 manovre)
- Prova di sollecitazione alle correnti di breve durata
- Prova di riscaldamento (non richiesta per i sezionatori di terra)
 - Trasformatori di tensione ad isolamento in resina per media tensione
 - Prova ad impulso con onda 1,2/50 μ s
 - Prova di riscaldamento a 1,2 volte la tensione nominale e successivamente a 1,73 la nominale per 8 ore con prestazione corrispondente alla potenza termica nominale
 - Trasformatori di corrente ad isolamento in resina per media tensione
 - Prova ad impulso con onda 1,2/50 μ s
 - Prova di riscaldamento da eseguirsi alla corrente massima permanente di riscaldamento con massima prestazione a $\cos f = 1$
 - Verifica del fattore di sicurezza (F_s)
 - Verifica del fattore limite di errore (F_i)
 - Prova di tenuta a cto-cto

Le prove devono essere effettuate presso un laboratorio di prove ufficiale.

In loro sostituzione dovrebbero essere fornite certificazioni di prove già effettuate presso laboratori ufficiali sia italiani che esteri, su apparecchiature esattamente uguali a quelle oggetto della fornitura.

L'Appaltatore deve in ogni caso fornire le certificazioni di tutte le prove eseguite.

6.2.9.2 Collaudi in fabbrica - prove di accettazione

Tutte le apparecchiature devono essere sottoposte alle relative prove di accettazione per verificare le caratteristiche prescritte dalle norme vigenti e dal presente capitolato.

- Quadro MT:
 - prova di tensione a frequenza industriale dei circuiti principali;
 - prova di tensione a frequenza industriale dei circuiti ausiliari;
 - prove di funzionamento meccanico, con particolare riguardo alla verifica degli interblocchi ed arresti meccanici relativi all'introduzione in cella ed all'estrazione degli interruttori;
 - prova dei dispositivi ausiliari;
 - verifica del cablaggio;
 - prove di sequenza di manovra. – Interruttore SF6:
 - prova di tensione a frequenza di esercizio a secco del circuito principale;
 - prova di tensione dei circuiti ausiliari e di comando;
 - misura delle resistenze del circuito principale;
 - prove di funzionamento meccanico.
- Sezionatori dei circuiti principali e di terra:
 - prova di tensione applicata circuito principale ed ausiliario;
 - misura della resistenza ohmica del circuito principale;
 - prova di funzionamento meccanico (50 manovre).
- Trasformatori di tensione ad isolamento in resina per media tensione:

- verifica dei contrassegni ai morsetti;
- prova di tensione a frequenza industriale indotta ed applicata degli avvolgimenti primari;
- prova di tensione applicata a frequenza industriale degli avvolgimenti secondari
- verifica degli errori;
- misura delle scariche parziali come da normativa CEI.
- Trasformatori di corrente ad isolamento in resina per media tensione:
 - verifica dei contrassegni dei morsetti;
 - prove di tensione a frequenza industriale dell'avvolgimento primario più sovratensione fra le spire;
 - prove di tensione a frequenza industriale dell'avvolgimento secondario;
 - verifica degli errori;
 - misura delle scariche parziali.

6.3 Sezione trasformatore di gruppo

La sezione Trasformatore di Gruppo è costituita da due trasformatori, uno di riserva all'altro, del tipo a secco, per interno, con isolamento in resina epossidica autoestinguente e a doppio secondario.

Detti trasformatori dovranno essere progettati, costruiti e collaudati in conformità alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) e IEC (International Electrical Commission) in vigore, con particolare riferimento alle seguenti:

- CEI EN 50329 (CEI 9-23);
- CEI EN 60076
- (CEI 14-4);
- CEI 14-12;
- CEI EN 60270
- (CEI 42-3),

6.3.1 Caratteristiche generali

Gli avvolgimenti del trasformatore devono essere costruiti in modo tale che siano insensibili all'umidità, alla polvere e che siano praticamente esenti da manutenzione.

La resina impiegata per l'isolamento deve avere ottime caratteristiche di non infiammabilità, deve essere di tipo autoestinguente e se esposta a forti intensità di calore non deve sviluppare gas tossici.

La macchina deve avere un'ottima tenuta alle sollecitazioni di impulso e di cortocircuito e deve garantire il massimo contenimento delle scariche parziali.

Il nucleo magnetico dovrà essere realizzato con lamierini di ferro al silicio a cristalli orientati del tipo a basse perdite.

Gli avvolgimenti MT e bt sono realizzati in alluminio e devono presentare una classe di isolamento di tipo F.

I collegamenti in MT vengono realizzati su un lato del trasformatore, ad un'altezza da terra non

inferiore a 600mm dove sono installati gli isolatori portanti, che consentono detto collegamento.

I cavi MT provengono dal basso.

I collegamenti in bt devono essere realizzati sul lato opposto di quelli MT. Anche in questo caso i cavi provengono dal basso.

6.3.2 Accessori elettrici

Il trasformatore dovrà essere corredato dai seguenti minimi accessori elettrici che ne garantiscono la protezione ed il corretto funzionamento:

- isolatori portanti per il collegamento in MT;
- piastre di attacco per il collegamento bt;
- morsetteria per il cambio delle prese di regolazione del rapporto di trasformazione (manovrabili a macchina disinserita);
- un sensore termometrico (del tipo PT-100) in ogni avvolgimento di bassa tensione, in totale quattro;
- due sensori termometrici posti nella parte superiore del nucleo (di cui uno avente funzione di riserva);
- centralina di termocontrollo, ad alimentazione universale (24÷230 V ca./cc) e relativo cavo di collegamento tra le sonde e la centralina;
- cassetta di raccolta ausiliari in PVC con grado di protezione IP55;
- morsetti di terra;
- schermo elettrostatico tra avvolgimento primario e secondario.

6.3.2.1 Termoresistenze

Per rilevare la temperatura degli avvolgimenti del trasformatore si utilizzano sonde di tipo PT-100.

Il collegamento della sonda alla centralina deve essere realizzato con cavo schermato a conduttori twistati in modo tale da poter determinare la temperatura senza introdurre l'errore di misura dovuto alla resistenza del cavo stesso.

Inoltre, il cavo per il trasporto del segnale deve essere separato dai cavi di potenza.

6.3.2.2 Centralina di termocontrollo del trasformatore

La centralina di termocontrollo deve essere caratterizzata da un'alimentazione universale, con configurazione per 4 ingressi da sonde PT-100 e la possibilità di controllo dei ventilatori di raffreddamento.

La protezione è caratterizzata da due soglie di intervento:

- una per inviare una segnalazione di allarme locale (al sistema di comando e controllo) e una contemporanea al Posto centrale;
- una per comandare l'apertura ed il blocco dell'interruttore tripolare del corrispondente scomparto del quadro MT, nel caso in cui la temperatura rilevata superi il valore limite di funzionamento del trasformatore stesso.

La centralina deve essere dotata di led di segnalazione e inoltre deve svolgere anche una funzione di diagnostica per quanto riguarda il funzionamento o l'eventuale guasto delle sonde.

6.3.3 Accessori meccanici

Il trasformatore dovrà essere previsto dei seguenti accessori meccanici:

- gruppo di ventilatori per il raffreddamento forzato;
- golfari per il sollevamento del trasformatore posizionati sulla parte superiore della macchina saldati all'armatura;
- carrello con ruote orientabili nelle due direzioni ortogonali;
- porta di accesso al locale trasformatori dotata di serratura con chiave, per garantire all'operatore la condizione di accesso in sicurezza;
- dispositivi per il blocco delle ruote sulle rotaie di scorrimento;
- attacchi per il traino dei trasformatori;
- calotte isolanti di protezione al contatto diretto per le morsettiere della regolazione del rapporto di trasformazione;
- targa caratteristiche secondo CEI EN 50329 montata sulla porta di accesso al locale trasformatore;
- targa caratteristiche secondo CEI EN 50329 montata sul trasformatore in posizione visibile.

6.3.4 Caratteristiche elettriche

Il trasformatore di gruppo deve essere caratterizzato dalle seguenti caratteristiche elettriche:

Potenze

- potenza nominale (erogabile in servizio continuo): 1000 kVA/ 595 kVA/ 595 kVA
- Classe di servizio V della tabella 2 della norma CEI-EN 50329 (CEI 9-23 – Edizione Seconda, Allegato A), corrispondente ad un ciclo di prova che prevede un sovraccarico (rispetto alla Corrente di Base) del 50% per 2h e del 100% per 1 minuto

Devono essere definite le Tensioni nominali

- Tensione di riferimento per l'isolamento
- Tensione primaria (avvolgimento MT)
- Tensione secondaria a vuoto (avvolgimento bt)
- Campo di regolazione

Collegamento delle fasi e gruppi

- avvolgimento MT triangolo
- avvolgimenti bt triangolo / stella
- simbolo e gruppo di collegamento CEI: Dy11/Dd0 Classe di isolamento
primario / secondari F/F

Livello isolamento primario:

- Tensione nominale di isolamento U_m (val. eff)
- Tensione nominale di tenuta di breve durata a freq. Ind. (val. eff.)
- Tensione nominale di tenuta ad impulso (val. di cresta)

Sovratemperature

Le massime sovrature, con temperatura ambiente di 40°C, dovranno essere rispettivamente:

- avvolgimenti bt 100 K
- avvolgimenti MT 100 K
- nucleo magnetico 100 K

Classi

Le classi ambientali, climatiche e di comportamento al fuoco dovranno essere le seguenti:

- classe climatica E1
- classe ambientale C1
- classe di comportamento al fuoco F1

Garanzie riferite al rapporto

- tensioni di corto circuito (a 75°C):
 - vcc tra primario e ciascun secondario 8 % (tolleranza $\pm 5\%$)
 - vcc tra i due secondari 1 % (tolleranza $\pm 15\%$)
- corrente a vuoto 1,1 %
- perdite a vuoto 2900 W
- perdite a carico (120°C) 12500 W / 11000 W
- perdite in cortocircuito 75°C / 120°C 10400W / 12500 W

Rumore

Il livello di rumore (pressione acustica), misurato alla distanza di 1 m, dovrà essere $\leq 70\text{dB(A)}$.

Scariche parziali

Il valore delle scariche parziali dovrà essere $\leq 20\text{ pC}$ (CEI 14-8).

Tipo di raffreddamento

Il tipo di raffreddamento dovrà essere a circolazione naturale d'aria (AN) ai carichi normali e forzata (AF) durante i sovraccarichi previsti.

6.3.5 Logica di sicurezza per l'accesso ai locali trasformatore

La logica di sicurezza per l'accesso al locale trasformatore è realizzata attraverso una "chiave di sicurezza", che risulta essere inanellata con la chiave dei sezionatori di messa a terra posti sui relativi scomparti del quadro MT.

La chiave di sicurezza che permette l'apertura della porta del locale trasformatore, è libera solo se il sezionatore di terra dello scomparto partenza trasformatore di gruppo del quadro MT è chiuso.

Solo dopo aver richiuso la porta del locale trasformatori e chiuso la serratura è possibile liberare la chiave che consente l'apertura del sezionatore di messa a terra dello scomparto corrispondente sul quadro MT.

6.3.6 Prove

Le prove si suddividono in due categorie:

- prove di tipo;
- collaudi in fabbrica
- prove di accettazione.

Le prove di tipo possono essere sostituite dai certificati di prova eseguite presso il CESI o altro laboratorio legalmente riconosciuto per apparecchiature con caratteristiche analoghe a quelle richiamate nella presente specifica.

Le prove di accettazione o collaudi in fabbrica devono essere eseguite su tutti i componenti della fornitura.

Le opere devono essere eseguite secondo le migliori regole dell'arte, conformemente alle prescrizioni del presente capitolato ed alle norme vigenti CEI, UNEL, UNI, IEC, CENELEC, in modo che le stesse siano perfettamente rispondenti a tutte le caratteristiche indispensabili per un corretto funzionamento, affidabilità e durabilità.

6.3.6.1 Prove di tipo

- Prove di riscaldamento al carico nominale ed ai sovraccarichi previsti con rilievi di temperatura;
- prova di isolamento con tensione ad impulsi;
- misura del rumore.

6.3.6.2 Collaudi in fabbrica – prove di accettazione

Tutte le apparecchiature devono essere sottoposte alle relative prove di accettazione per verificare le caratteristiche prescritte dalle norme vigenti e dal presente capitolato.

- Controllo visivo e dimensionale del trasformatore;
- prova di isolamento con tensione indotta;
- misura della resistenza ohmica degli avvolgimenti MT e bt;
- misura dei rapporti di trasformazione e controllo dello schema di collegamento;
- misura della tensione di corto circuito e delle perdite a carico;
- misura delle perdite e della corrente a vuoto;
- prova di sovratensione indotta;
- prova ad impulso con onda 1,2/50 μ s;
- misura delle scariche parziali;
- prova con tensione applicata MT;
- prova con tensione applicata bt;
- prove funzionali dei circuiti ausiliari del pannello comandi e segnalazioni e prova di tensione applicata.

6.4 Sezione corrente continua

Il quadro in corrente continua dovrà essere di tipo blindato e costituito da due sezioni:

- sezione di conversione corrente alternata-corrente continua (ca-cc) costituita da due gruppi raddrizzatore a reazione dodecafase uno di riserva all'altro;
- sezione di alimentazione della linea di contatto composta elettricamente da:
 - 2 scomparti di sezionamento a valle del raddrizzatore;
 - 4 scomparti alimentatori positivi;
 - 1 scomparto chiuditore di terra e uscite negativi di linea.

Il comando ed il controllo del quadro blindato in corrente continua sarà effettuato:

- in locale per le prove in bianco (solo sugli scomparti alimentatori);
- distante dal sistema di comando e controllo di SSE;
- in telecomando.

I singoli scomparti saranno montati in batteria in modo da formare un unico quadro. Il quadro così formato dovrà essere isolato da terra e dovrà essere dotato di un dispositivo che tenga sotto controllo l'isolamento del quadro verso terra. Inoltre, sarà necessario installare un secondo dispositivo, di caratteristiche analoghe al precedente, che tenga sotto controllo continuo l'isolamento dei cavi positivi in partenza dalla SSE.

Il quadro e le relative apparecchiature dovranno essere progettati, costruiti e collaudati in conformità alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) e IEC (International Electrical Commission) in vigore, con particolare riferimento alle seguenti:

- CEI EN 50123 -1 (CEI 9-26/1);
- CEI EN 50123 -2 (CEI 9-26/2);
- CEI EN 50123 -3 (CEI 9-26/3);

- CEI EN 50123 -5 (CEI 9-26/5);
- CEI EN 50123 -6 (CEI 9-26/6);
- CEI EN 50328 (CEI 9-82);
- CEI EN 50328 (CEI 9-82);
- CEI EN 50329 (CEI 9-23)

6.4.1 Caratteristiche elettriche generali

Le principali caratteristiche elettriche della sezione in corrente continua dovranno essere le seguenti:

- tensione nominale 750 Vcc
- tensione massima 900 Vcc
- livello di isolamento:
 - tensione di tenuta a 50 Hz per 1 min. verso terra 5,5 kV
 - tensione di tenuta ad impulso 10kV
- corrente nominale sbarre del quadro:
 - sbarre omnibus positive e negative 3 kA
 - sbarre collegamento RZ - Sbarre omnibus 3 kA
- corrente di cto-cto di breve durata (200 ms) circuiti principali 70 kA
- corrente di cto-cto limite dinamica (valore di cresta) circuiti principali 110 kA
- corrente di cto-cto di breve durata (200 ms) circuiti di terra 30 kA
- corrente di cto-cto limite dinamica (valore di cresta) circuiti di terra 65 kA
- tensioni nominali di alimentazione dei circuiti ausiliari:
 - 110 Vcc
 - 24 Vcc (segnalazioni luminose)
 - 230 Vca
- grado di protezione del quadro IP30
 grado di protezione sul tetto IP31

6.4.2 Caratteristiche costruttive comuni agli scomparti

Gli scomparti dovranno essere di tipo prefabbricato con involucro metallico, per installazione all'interno.

Dovrà essere garantito un grado di protezione complessivo IP30.

A portelle aperte il grado di protezione necessario sarà IP20 per le apparecchiature che rimangono in tensione.

Precisamente, i gradi di protezione dei vari scomparti dovranno essere i seguenti:

- scomparto IP 30
- scomparto a portelle aperte IP 20

- pannelli del tetto IP 31
- otturatori IP 20
- celle attigue all'interno dello scomparto e base del quadro IP 20

Gli scomparti dovranno essere costituiti da una struttura portante il cui rivestimento esterno verrà realizzato con pannelli imbullonati e portelle sul fronte.

Le caratteristiche principali di ciascuno scomparto dovranno essere:

- sicurezza nell'effettuazione delle manovre, grazie a blocchi elettrici e meccanici che impediscono false manovre;
- parti in tensione completamente segregate;
- semplice manutenibilità, con ampia accessibilità a tutte le apparecchiature;
- facilità di installazione e collegamento;
- ciascuno scomparto al suo interno dovrà essere suddiviso in celle attraverso pannelli o diaframmi, in modo tale da consentire una separazione fra i circuiti di controllo e i circuiti di potenza;
- ciascuno scomparto dovrà essere costituito da una parte fissa e da una parte mobile, nel senso che le apparecchiature di potenza dovranno essere montate su carrello. Per consentire una rapida sostituzione in caso di guasto è previsto che oltre alle apparecchiature di potenza, anche le apparecchiature di protezione, logica e controllo dello scomparto alimentatore siano montate su carrello e quindi estraibili;
- ciascuno scomparto dovrà avere la cella di bassa tensione, in cui dovranno essere contenute le apparecchiature che consentono il comando, la misura, la protezione e la segnalazione. Sul pannello di tale cella dovrà essere previsto un commutatore che escluda la possibilità di comando a distanza delle apparecchiature (presente solo negli scomparti alimentatori) nel caso di prova dell'interruttore in posizione di sezionato.

La struttura del quadro dovrà essere atta a realizzare i collegamenti per i cavi di comando, segnalazione e controllo.

Tutte le superfici esterne metalliche degli scomparti dovranno essere opportunamente trattate e verniciate in modo da offrire una ottima resistenza all'usura.

Tutte le parti non verniciate, la bulloneria, i leveraggi e tutti gli accessori in materiale ferroso dovranno essere protette mediante zincatura elettrolitica.

Le targhette identificatrici esterne dovranno essere in materiale plastico autoadesivo, con fondo di colore bianco ed incisioni nere.

Dovrà essere inoltre installata una targa identificatrice del costruttore riportante il nome o il marchio del costruttore, l'anno di costruzione, la matricola dello scomparto ed il marchio CE.

Il cablaggio degli ausiliari sarà eseguito con cavi unipolari tipo N07G9-K non propaganti l'incendio, a bassa emissione di gas tossici e corrosivi, dalle sezioni di 1,5-2,5-4mm² secondo le necessità dei circuiti. Eventuali cavi schermati di segnale dovranno avere sezione minima di 0,75mm².

Anche le canalette utilizzate per il cablaggio dovranno essere in esecuzione non propagante l'incendio, a bassa emissione di gas tossici e corrosivi, esenti da alogenuri.

6.4.3 Unità raddrizzatore

L'unità raddrizzatore dovrà essere costituita da due scomparti raddrizzatori (denominati RZA e RZB) a ponte di Graetz a reazione esafase collegati in parallelo sul lato cc attraverso una bobina interfascia, in modo tale da realizzare una reazione dodecafase.

Lo scomparto dovrà essere diviso internamente, tramite pannelli o diaframmi, in celle che contengono le singole apparecchiature e gli altri componenti necessari per assicurare il corretto funzionamento dello stesso.

Il raddrizzatore dovrà essere in versione sezionabile e estraibile.

A carrello sezionato e/o estratto opportune serrande impediranno il contatto con le parti in tensione. Pertanto, lo scomparto sarà costituito da una parte fissa e da una parte mobile.

Lo scomparto raddrizzatore dovrà essere atto ad essere affiancato a scomparti simili contenenti tutte le altre apparecchiature necessarie per la realizzazione della "Sezione in corrente continua".

Lo scomparto in oggetto è caratterizzato dalle dimensioni indicative riportate nell'elaborato AR-SE-007 e AR-SE-008.

Le principali apparecchiature presenti in ogni scomparto RZA e RZB saranno le seguenti:

- n° 1 carrello raddrizzatore, per ogni scomparto;
- n° 1 bobina interfascia comune ai due scomparti;
- n° 1 shunt per l'inserzione del trasduttore di corrente (misura corrente gruppo) presente solo in uno scomparto;
- trasduttore di tensione in fibra ottica (misura la tensione continua in uscita) presente solo in uno scomparto;
- sul lato c.c. di ogni raddrizzatore deve essere previsto un filtro per ridurre le componenti armoniche della corrente raddrizzata. Le caratteristiche del filtro saranno definite dal costruttore del ponte;
- punti fissi di messa a terra sulle sbarre c.a. e c.c. nella parte posteriore del quadro;
- connettore volante femmina per il collegamento del carrello raddrizzatore;
- lampade di segnalazione;
- morsetti, fine corsa, relè ausiliari, targhette di identificazione e quanto altro necessario a realizzare lo schema tipico dell'unità;
- termoresistenza PT100 per il rilevamento della temperatura dei dissipatori;
- centralina di controllo temperatura da connettere alla termoresistenza sopraccitata, dotata di soglie di preallarme, allarme e scatto, completa di indicatore di temperatura.
- La parte fissa dovrà essere suddivisa nelle seguenti celle tra loro segregate:
 - cella ingresso c.a.;
 - cella raddrizzatore;

- cella sbarre di uscita c.c.;
- cella logiche di comando, protezione e misure;

6.4.3.1 Cella ingresso c.a.

Cella atta a contenere i terminali dei cavi di alimentazione c.a.

Dovranno essere presenti tre punti fissi per il collegamento dei fioretti di messa a terra. L'accessibilità dovrà essere dal retro dello scomparto tramite pannello asportabile imbullonato.

La cella dovrà essere chiusa sui fianchi da pannelli e/o diaframmi.

6.4.3.2 Cella raddrizzatore

Cella atta a contenere il carrello raddrizzatore estraibile, gli innesti fissi e tutti i dispositivi occorrenti a consentire l'estraibilità.

Gli innesti fissi ossia i dispositivi che consentono di collegare la parte fissa alla parte mobile sono:

- contatti di ingresso per sbarre c.a.;
- contatti in uscita per sbarre c.c.;
- connettore dei circuiti ausiliari;
- collegamento a massa.

La cella dovrà essere dotata di guide per il carrello raddrizzatore per la inserzione e disinserzione dello stesso.

Durante l'inserimento del carrello, mediante appositi riscontri, vengono azionate le leve del meccanismo che provvede al sollevamento della serranda; a serranda alzata risultano liberi i passaggi che consentono alle pinze di potenza di innestarsi sulle relative connessioni fisse solidali con la sbarra omnibus.

Durante l'operazione di estrazione del carrello, per caduta e senza l'impiego di dispositivi a molla, le serrande otturano i passaggi delle pinze in modo da garantire l'accesso alla parte fissa in condizioni di sicurezza e senza accessibilità alle parti attive.

Il sistema della serranda deve garantire la massima sicurezza, impedendo che l'operatore, in modo accidentale possa, con un unico movimento, aprire la serranda stessa.

Nella parte fissa sono ricavati i passaggi dei cavi, che consentono di raggiungere le morsettiere posizionate nella cella b.t. ubicata nella parte superiore anteriore dello scomparto.

Sul retro della cella dovranno essere posizionati gli innesti di potenza del raddrizzatore, che consentono il collegamento elettrico del raddrizzatore alla sbarra omnibus lato c.c. e la connessione ai cavi di entrata lato c.a.

Opportuni finecorsa dovranno segnalare le posizioni di inserito e sezionato del carrello raddrizzatore.

L'accessibilità dovrà essere dal fronte dello scomparto. La cella dovrà essere chiusa sui fianchi da pannelli e/o diaframmi, sul fronte dal pannello frontale solidale al carrello estraibile.

All'interno della cella raddrizzatore dovranno essere montati i seguenti principali componenti:

- serranda azionata meccanicamente dal carrello raddrizzatore;
- connettore per il collegamento dei circuiti ausiliari;
- interblocchi meccanici;
- meccanismo di avanzamento e guida del carrello raddrizzatore;
- fine corsa di segnalazione della posizione del carrello raddrizzatore;
- sistema di messa a terra del carrello raddrizzatore per tutta la sua corsa da inserito a sezionato;
- contatti di sezionamento fissi.

All'interno della cella il carrello raddrizzatore potrà assumere le seguenti posizioni:

- inserito carrello completamente dentro la cella, posizione di funzionamento normale con i circuiti principali ed ausiliari collegati
- sezionato carrello parzialmente estratto con circuiti di potenza disinseriti e circuiti ausiliari collegati
- estratto carrello completamente fuori dalla cella con circuiti di potenza ed ausiliari disinseriti. In caso di verifiche o prove i circuiti ausiliari devono poter rimanere inseriti anche a carrello estratto, sino a che la lunghezza del cordone di collegamento tra la parte fissa ed il carrello lo consente.

Ogni posizione del carrello raddrizzatore dovrà essere caratterizzata da un arresto meccanico, nel senso che si passerà dalla posizione di inserito alla posizione di sezionato e quindi di estratto attraverso opportuni arresti. Nella sua corsa tra inserito e sezionato il carrello dovrà essere collegato a terra. Dovrà essere prevista una segnalazione della posizione raggiunta dal carrello raddrizzatore.

L'insieme cella-carrello raddrizzatore dovrà essere provvisto di una serie di blocchi, di cui i principali dovranno essere:

- blocco che vincola il carrello del raddrizzatore nelle posizioni di sezionato ed inserito;
- blocco che impedisce l'apertura non intenzionale delle serrande a raddrizzatore estratto;
- blocco del raddrizzatore nella posizione di inserito (chiave);
- blocco del raddrizzatore nella posizione di sezionato (chiave).

6.4.3.3 Cella sbarre di uscita

Cella atta a contenere le sbarre positive e negative a 750Vcc di uscita del raddrizzatore, lo shunt, i trasduttori di tensione e corrente di gruppo, i collegamenti tra scomparti adiacenti per realizzare lo schema elettrico previsto nell'impianto in oggetto.

La cella dovrà essere chiusa verso l'esterno da pannelli e verso le altre celle da diaframmi. L'accessibilità dovrà essere dal retro dello scomparto tramite pannello asportabile imbullonato.

Dovranno essere presenti due punti fissi per il collegamento dei fioretti di messa a terra.

Nella cella dovrà essere posizionata anche la bobina interfascica che dovrà essere collocata in basso fra le celle dei due scomparti raddrizzatori.

Al fine di rendere più agevole le operazioni di montaggio la bobina interfascica deve essere montata su un telaio dotato di ruote di scorrimento, e la cella deve essere predisposta con opportune guide.

6.4.3.4 Cella logiche di comando protezione e misure

Cella atta al contenimento dei circuiti ausiliari bt, ossia apparati di comando, protezione e segnalazione.

La cella dovrà essere chiusa verso le altre celle da diaframmi, verso l'esterno da pannelli, e sul fronte, da cui è prevista l'accessibilità, da una portella.

In questa cella deve essere prevista l'installazione delle morsettiere di interfaccia tra lo scomparto ed il resto dell'impianto, per quanto riguarda i collegamenti ausiliari, di logica e controllo.

6.4.4 Scomparto sezionatore bipolare

Lo scomparto sezionatore bipolare contiene l'apparecchiatura di manovra che consente di collegare il gruppo raddrizzatore alle sbarre di alimentazione della linea di contatto.

La tipologia di scomparto deve essere tale da facilitare la totale manutenibilità delle apparecchiature mantenendo le sbarre in tensione.

A tale scopo, come tutte le altre apparecchiature degli scomparti del quadro in corrente continua, il sezionatore e tutti gli altri dispositivi di potenza, logiche e controllo dovranno essere montate su carrello estraibile e sarà necessario garantire che con l'estrazione del carrello tutte le parti di potenza vengano sezionate e messe in sicurezza.

Il sezionatore bipolare è di tipo motorizzato con comando a motore, allo scopo di poter sezionare automaticamente il gruppo in caso di guasto di un gruppo raddrizzatore.

6.4.4.1 Cella sezionatore

La cella dovrà contenere il sezionatore e tutte le apparecchiature necessarie al suo funzionamento.

La cella dovrà essere situata nella parte anteriore dello scomparto, e dovranno essere predisposti gli innesti e tutti gli altri dispositivi occorrenti a realizzare l'estraibilità del carrello.

La cella dovrà essere chiusa sui fianchi da pannelli e/o diaframmi, sul fronte da una portella o dal pannello frontale solidale al carrello estraibile.

All'interno della cella interruttore dovranno essere montati anche i seguenti principali componenti:

- serranda azionata meccanicamente dal carrello interruttore;

- interblocchi meccanici, allo scopo di impedire false manovre;
- meccanismo di avanzamento e guida del carrello;
- connettore per il collegamento dei circuiti ausiliari;
- fine corsa di segnalazione della posizione del carrello;
- sistema di messa a terra del carrello per tutta la sua corsa da inserito a sezionato;
- contatti di sezionamento;
- resistenza anticondensa.

Durante l'operazione di estrazione del carrello, per caduta e senza l'impiego di dispositivi a molla, le serrande otturano i passaggi delle pinze in modo da garantire l'accesso alla parte fissa in condizioni di sicurezza e senza accessibilità alle parti attive.

L'insieme cella-carrello dovrà essere provvisto di tutta una serie di blocchi aventi la funzione di impedire errate manovre e di assicurare che esse vengano compiute nella giusta sequenza.

6.4.4.2 Cella sbarre

La cella sbarre è posta nella parte posteriore dello scomparto ed è suddivisa in due zone segregate fra loro:

- la parte di cella che contiene la sbarra su cui si innesta il polo del sezionatore motorizzato lato raddrizzatore;
- la parte di cella che contiene la sbarra su cui si attesta il polo del sezionatore lato alimentatori.

L'accessibilità dovrà essere dal retro dello scomparto tramite portella dotata di opportuni interblocchi di tipo meccanico e/o elettrico che impediscono l'effettuazione di false manovre e consentono l'accesso in sicurezza ai vari scomparti.

7.4.4.3. Cella morsettiere

La cella morsettiere deve essere ricavata nella parte superiore anteriore dello scomparto, dotata di un proprio pannello asportabile per l'accesso alle morsettiere e segregata con diaframmi rispetto alle altre celle dello scomparto.

In questa cella deve essere prevista l'installazione delle morsettiere di interfaccia tra lo scomparto ed il resto dell'impianto, per quanto riguarda i collegamenti ausiliari, di logica e controllo.

6.4.5 Scomparto alimentatore

Lo scomparto alimentatore dovrà contenere l'apparecchiatura di collegamento delle sbarre c.c. al cavo di alimentazione che andrà ad attestarsi sulla linea aerea di contatto.

L'apparecchiatura sopra citata ha lo scopo di proteggere le sbarre c.c. da eventuali guasti sulla linea nel più breve tempo possibile, pertanto dovrà essere prevista l'installazione di un interruttore di tipo extrarapido.

Lo scomparto dovrà essere diviso internamente, tramite pannelli o diaframmi, in celle che contengono le singole apparecchiature e gli altri componenti necessari per assicurare il corretto funzionamento dello stesso.

L'apparecchiatura di potenza dovrà essere di tipo estraibile e pertanto lo scomparto alimentatore sarà suddiviso in due parti una mobile e una fissa.

Lo scomparto alimentatore dovrà essere atto ad essere affiancato a scomparti simili contenenti tutte le altre apparecchiature necessarie per la realizzazione della "Sezione in corrente continua".

Lo scomparto in oggetto è caratterizzato dalle dimensioni indicative riportate nell'elaborato AR-SE-007 e AR-SE-008.

Le principali apparecchiature presenti nello scomparto alimentatore e sezionatore di linea saranno le seguenti:

- un interruttore extrarapido con corrente nominale;
- uno shunt;
- un trasduttore di corrente composto da trasmettitore - ricevitore visualizzatore - fibra ottica di collegamento (corrente linea);
- un complesso test di linea (sistema di prova linea);
- un relè di protezione e diagnostica di tipo a microprocessore, per la protezione di linea;
- un dispositivi di presenza tensione sui cavi alimentatori in uscita dallo scomparto;
- punti fissi di messa a terra;
- un selettore a chiave per comando prova/distante;
- lampade di segnalazione;
- resistenza anticondensa e relative apparecchiature di protezione alim. 110Vcc;
- connettore volante femmina per il collegamento del carrello interruttore;
- morsetti, fine corsa, relè ausiliari, pulsanti, targhette di identificazione, targhe di sequenza manovre e quanto altro necessario a realizzare lo schema tipico dell'unità.

La parte fissa dovrà essere suddivisa a sua volta nelle seguenti celle tra loro segregate:

- cella interruttore;
- cella sbarra omnibus;
- cella uscita linea c.c.;
- cella morsettiere.

6.4.5.1 Cella interruttore

La cella dovrà contenere l'interruttore extrarapido e tutte le apparecchiature necessarie al suo funzionamento montate su carrello estraibile.

Inoltre, come già precisato in precedenza, oltre alle apparecchiature di potenza, sul carrello devono essere montate le apparecchiature di protezione, logica e controllo, in particolare:

- shunt;
- dispositivo di test di linea;
- trasduttori di misura;
- vano di controllo, segregato dalla parte di potenza, dotato di una propria portella la quale consente l'accesso delle apparecchiature di logica e controllo anche a scomparto in servizio; nel vano di controllo dovranno essere montati i relè di protezione e diagnostica, gli interruttori di protezione bt, i relè ausiliari, le segnalazioni, i comandi locali.

La cella dovrà essere situata nella parte anteriore dello scomparto, e dovranno essere predisposti gli innesti e tutti gli altri dispositivi occorrenti a realizzare l'estraibilità del carrello.

La cella dovrà essere chiusa sui fianchi da pannelli e/o diaframmi, sul fronte da una portella o dal pannello frontale solidale al carrello estraibile.

La cella dovrà assicurare il corretto funzionamento dell'interruttore, dovrà essere assicurata la giusta circolazione dei gas ionizzati. Il raffreddamento delle parti attive è previsto in aria e a convezione naturale.

All'interno della cella interruttore dovranno essere montati anche i seguenti principali componenti:

- serranda azionata meccanicamente dal carrello interruttore;
- interblocchi meccanici, allo scopo di impedire false manovre;
- meccanismo di avanzamento e guida del carrello interruttore;
- connettore per il collegamento dei circuiti ausiliari;
- fine corsa di segnalazione della posizione del carrello interruttore;
- sistema di messa a terra del carrello interruttore per tutta la sua corsa da inserito a sezionato;
- contatti di sezionamento;
- resistenza anticondensa.

All'interno della cella il carrello interruttore potrà assumere le seguenti posizioni:

- inserito carrello completamente dentro la cella, posizione di funzionamento normale con i circuiti principali ed ausiliari collegati;
- sezionato/prova carrello parzialmente estratto, con i circuiti di potenza disinseriti, ossia l'interruttore risulta essere scollegato dalla sbarra omnibus e dai cavi alimentatori, mentre la connessione ai circuiti ausiliari è attiva;
- estratto carrello completamente fuori dalla cella con circuiti di potenza ed ausiliari disinseriti.

La posizione di "sezionato in prova" e "sezionato fuori servizio" coincidono fisicamente, si dovrà poter passare dall'una all'altra staccando il connettore dei circuiti ausiliari.

Ogni posizione del carrello interruttore dovrà essere caratterizzata da un arresto meccanico, nel senso che si passerà dalla posizione di inserito alla posizione di sezionato attraverso opportuni arresti.

Nella sua corsa tra inserito e sezionato il carrello dovrà essere sempre collegato a terra.

Dovranno essere previste le segnalazioni di carrello inserito e di carrello sezionato.

Durante l'inserimento del carrello, mediante appositi riscontri, vengono azionate le leve del meccanismo che provvedono al sollevamento della serranda; a serranda alzata risultano liberi i passaggi che consentono alle pinze di potenza di innestarsi sulle relative connessioni fisse solidali con la sbarra omnibus.

Durante l'operazione di estrazione del carrello, per caduta e senza l'impiego di dispositivi a molla, le serrande otturano i passaggi delle pinze in modo da garantire l'accesso alla parte fissa in condizioni di sicurezza e senza accessibilità alle parti attive.

Il sistema della serranda deve garantire la massima sicurezza, impedendo che l'operatore, in modo accidentale possa, con unico movimento, aprire la serranda stessa.

Nella parte fissa sono ricavati i passaggi dei cavi, che consentono di raggiungere la cella morsettiere ubicata nella parte superiore anteriore dello scomparto.

L'insieme cella-carrello interruttore dovrà essere provvisto di tutta una serie di blocchi aventi la funzione di impedire errate manovre e di assicurare che esse vengano compiute nella giusta sequenza. I principali dovranno essere:

- blocco che impedisce l'estrazione del carrello interruttore ad interruttore chiuso;
- blocco che impedisce la chiusura dell'interruttore quando il carrello si trova in posizione intermedia tra sezionato ed inserito;
- blocco che impedisce l'apertura non intenzionale delle serrande ad interruttore estratto; - blocco dell'interruttore nella posizione di inserito (chiave);
- blocco dell'interruttore nella posizione di sezionato (chiave);
- blocco che impedisce la manovra dei 2 sezionatori di linea con l'interruttore extrarapido chiuso

6.4.5.2 Cella sbarre

Cella atta a contenere la sbarra omnibus positiva 750Vc.c. e la parte fissa del polo di ingresso dell'interruttore extrarapido.

La cella dovrà essere chiusa verso l'esterno da pannelli e verso le altre celle da diaframmi. L'accessibilità dovrà essere dal retro dello scomparto tramite pannelli asportabili imbullonati.

6.4.5.3 Cella uscita linea in cc

Cella atta a contenere la parte fissa su cui si attesta il polo di uscita dell'interruttore extrarapido, la sbarra a cui si attestano i cavi in uscita 750Vcc, gli ammari cavi, il segnalatore di presenza tensione, il punto fisso di messa a terra ed il trasduttore ad effetto Hall.

L'accessibilità dovrà essere dal retro dello scomparto tramite portella dotata di blocco a chiave.

La cella dovrà essere chiusa sul retro e sui fianchi da pannelli e/o diaframmi.

6.4.5.4 Cella morsettiere

La cella morsettiere deve essere ricavata nella parte superiore anteriore dello scomparto, dotata di un proprio pannello asportabile per l'accesso alle morsettiere e segregata con diaframmi rispetto alle altre celle dello scomparto.

In questa cella deve essere prevista l'installazione delle morsettiere di interfaccia tra lo scomparto ed il resto dell'impianto, per quanto riguarda i collegamenti ausiliari, di logica e controllo.

6.4.6 Scomparto negativi e messa a terra automatica

Lo scomparto ritorno negativi e messa a terra automatica contiene la sbarra negativa destinata al collegamento dei cavi negativi provenienti dalla linea aerea ed il dispositivo che mette a terra il negativo di corsa qualora questo venga interessato da valori di potenziale pericolosi.

Tale dispositivo e le relative protezioni che ne pilotano l'intervento devono essere alloggiati in un apposito scomparto

Il dispositivo deve intervenire quando tra la terra di SSE e il negativo si manifestano delle tensioni pericolose o si registra un passaggio cospicuo di corrente continua, secondo quanto stabilito dalle CEI EN 50122-1 e -2. Più in dettaglio, l'intervento del dispositivo si ha quando si verificano i seguenti eventi:

- la tensione tra il negativo e la terra di SSE supera i valori prefissati in corrente continua per una sovratensione dovuta ai veicoli circolanti; in questo caso un contattore di potenza si chiude e rimane chiuso per un tempo prefissato ed in seguito si riapre automaticamente;
- la tensione tra il negativo e la terra di SSE supera i valori prefissati in corrente alternata; in questo caso il contattore di potenza chiude e la sua riapertura è subordinata all'intervento di un operatore;
- la tensione tra il negativo di corsa e la terra di SSE supera i valori prefissati in corrente continua per un guasto sul circuito di trazione; in questo caso il contattore di potenza si chiude; se le correnti superano determinati valori rimane chiuso e la sua riapertura è subordinata all'intervento di un operatore.

Lo scomparto che contiene le apparecchiature costituenti il dispositivo di messa a terra dovrà essere suddiviso in due parti: la parte che contiene le apparecchiature di potenza e la parte, separata e diaframmata dalla prima, che contiene la logica di comando, protezione, diagnostica e misure, ossia i relè ausiliari, gli interruttori di protezione dei circuiti bt, le segnalazioni, il relè 45 (relè di massima tensione in corrente continua) ed il relè 59 (relè di massima tensione in corrente alternata).

All'interno dello scomparto, in serie al dispositivo di messa a terra del negativo, dovrà essere inserito il relè ad inserzione diretta 76 (relè di massima corrente in corrente continua) per l'attivazione delle logiche di blocco del dispositivo stesso e il punto fisso per la messa a terra temporanea durante la manutenzione al dispositivo di terra.

Per garantire i tempi di intervento indicati dalla norma CEI EN 50122-1 in parallelo al contattore è necessario mettere un dispositivo ultrarapido costituito da un sistema di semiconduttori collegati in circuito contrapposto e in numero di 2 per ogni ramo per la massima sicurezza. Il dispositivo avrà un "gate" separato, collegato direttamente al circuito principale, tarato ad una soglia di tensione definita dai limiti temporali stabiliti dalla norma, e solo a questa tensione chiuderà il circuito. Lo stesso si riaprirà automaticamente una volta che il dispositivo principale, chiudendosi, stabilirà il cortocircuito ai suoi capi;

Lo scomparto in oggetto è caratterizzato dalle dimensioni indicative riportate nell'elaborato AR-SE-007 e AR-SE-008.

Le principali apparecchiature all'interno di ciascuno scomparto sono:

- un dispositivo di messa a terra del negativo costituito da un contattore;
- un relè di massima tensione cc (45);
- un relè di massima tensione ca (59);

- un relè di corrente ad inserzione diretta (76);
- un dispositivo ultrarapido a semiconduttori;
- segnalazione luminose;
- un punto fisso per la messa a terra del chiuditore di terra;
- un relè di controllo dell'isolamento dell'intera sezione CC verso terra, costituito da sensore magnetico (relè con traduttore magnetico ad alta sensibilità);

6.4.7 Caratteristiche principali delle apparecchiature della sezione cc

6.4.7.1 Gruppo raddrizzatore

Il raddrizzatore dovrà essere costituito da due complessi di raddrizzamento uguali, alimentati ognuno da un secondario del trasformatore.

Questi due complessi di raddrizzamento sono montati su due carrelli (denominati RZA ed RZB identici tra di loro), ciascuno di essi costituente un ponte di Graetz trifase (a reazione esafase), collegati in parallelo tramite una bobina interfase (per ottenere una reazione dodecafase complessiva).

Il gruppo raddrizzatore nel suo complesso dovrà avere le seguenti caratteristiche elettriche principali:

- schema di connessione doppio ponte di Graetz trifase parallelo
- tensione nominale lato cc 750 Vcc
- frequenza di alimentazione 50 Hz
- potenza complessiva 1000 kW
- classi di esercizio normalizzate secondo la CEI EN 50328 e CEI EN 50329

6.4.7.2 Bobina interfascica

La bobina interfascica dovrà essere inserita all'interno degli scomparti raddrizzatori RZA ed RZB, allo scopo di collegare in parallelo i due ponti in modo tale da ottenere una reazione dodecafase complessiva.

Essa dovrà avere le seguenti principali caratteristiche:

- raffreddamento aria naturale
- tipo di esecuzione a secco
- classe F
- livello di rumore < 70 dBA

6.4.7.3 Sezionatore bipolare

Il sezionatore bipolare costruito per una tensione nominale di 750Vcc dovrà essere di tipo motorizzato.

Dovranno essere definite le principali caratteristiche elettriche indicate nel seguito:

- livelli di isolamento:
 - tensione di tenuta a 50 Hz per 1 min. fra i contatti principali
 - tensione di tenuta a 50 Hz per 1 min. fra i circuiti principali verso circuiti ausiliari e massa
- corrente nominale
- tensione nominale ausiliari

6.4.7.4 Interruttore extrarapido

L'interruttore extrarapido dovrà essere un interruttore per corrente continua, avente le seguenti caratteristiche:

- di tipo estraibile;
- unipolare;
- tensione nominale 750 Vcc
- in aria a soffio magnetico, con caminetto per lo spegnimento dell'arco;
- sgancio libero ed aggancio magnetico;
- dovrà essere adatto per essere installato in uno scomparto metallico prefabbricato di tipo blindato;
- la chiusura dovrà essere realizzata con elettromagnete;
- l'apertura automatica in caso di sovracorrenti dovrà essere realizzata attraverso uno sganciatore diretto di massima corrente;
- camera di estinzione a tensione d'arco controllata.

Per l'interruttore extrarapido dovranno essere definite le seguenti principali caratteristiche elettriche:

6.4.7.7 Test di linea

Il dispositivo definito come Test di Linea ha lo scopo di verificare l'integrità della linea prima di comandare la chiusura dell'extrarapido.

La verifica dello stato della linea dovrà essere fatta per evitare la chiusura dell'extrarapido su una linea guasta.

Tale verifica dovrà avvenire per mezzo di una iniezione di corrente in linea, con misura della tensione conseguente e consenso di chiusura dell'extrarapido se i valori rilevati sono superiori ai valori di soglia preimpostati.

A seconda dei valori misurati il dispositivo consente o inibisce la chiusura dell'extrarapido; se dopo tre tentativi consecutivi il risultato della verifica è ancora negativo, la linea viene dichiarata guasta e si impedisce la chiusura dell'extrarapido.

Il dispositivo di logica e controllo dovrà di tipo estraibile, posto in contenitore di materiale plastico adatto al montaggio su portella.

6.4.7.8 Relè di protezione e diagnostica

Il relè di protezione e diagnostica dovrà essere di tipo a microprocessore, dedicato come in seguito descritto, oltre che a funzioni di protezione per l'impianto, anche alla diagnostica degli interruttori extrarapidi.

Il relè trova applicazione principale nei sistemi di alimentazione per linee di trazione, realizzando varie protezioni, tra le quali quella per guasto "lontano"; inoltre fornisce una serie di informazioni sullo stato dell'interruttore che consentono, tra l'altro, di gestire un piano di manutenzione preventiva.

Dovrà essere installato un relè per ogni interruttore extrarapido.

Il relè dovrà essere dotato di una tastiera e di un visualizzatore grafico.

Il visualizzatore permette, attraverso un'apposita scansione comandata da tastiera, la lettura e la modifica delle impostazioni, la lettura delle misure e la consultazione della programmazione.

Il relè dovrà avere almeno le seguenti funzioni, integrabili in un solo modulo:

- diagnostica dell'interruttore;
- protezione di/dt;
- protezione massima corrente.

Tutte le regolazioni e le letture vengono gestite tramite tastiera a bordo del relè oppure tramite linea di comunicazione.

Le regolazioni impostate vengono acquisite solo con operazione volontaria di memorizzazione.

Il display dovrà fornire al minimo la lettura dei seguenti dati:

- valori di impostazione delle regolazioni;

- programmazione di indirizzamento dei relè di uscita;
- valore attuale dei principali parametri:
 - corrente;
 - numero di manovre dell'interruttore (meccaniche, elettriche, interruzione);
 - valore dei parametri significativi al momento di un qualsiasi intervento o comunque relativi all'ultimo intervento effettuato;
 - valore massimo misurato dei principali parametri;
 - numero di interventi avvenuti per ogni funzione.

Per ogni funzione dovrà essere previsto un led di segnalazione che mostri lo stato del dispositivo.

Tutte le regolazioni e le letture dovranno essere gestite tramite tastiera a bordo del relè oppure tramite linea di comunicazione.

Le regolazioni impostate devono essere acquisite solo con operazione volontaria di memorizzazione.

Funzione diagnostica

La funzione diagnostica dovrà fornire informazioni sullo stato generale dell'interruttore e dovrà segnalare la necessità di dover effettuare la manutenzione, attraverso tre contatori:

- contatore del numero di manovre elettriche convenzionali;
- contatore del numero di manovre di interruzione convenzionale;
- contatore del numero di manovre meccaniche convenzionali.

Ogni manovra verrà rilevata dal modulo, elaborata (calcolato il numero di manovre convenzionali equivalenti) e quindi sommata nel relativo contatore. Il valore di ogni contatore, a sua volta, viene rapportato al valore limite impostato.

Al raggiungimento dei limiti massimi impostati per i contatori indicati, dovrà essere inviato un segnale a distanza per l'effettuazione della manutenzione dell'interruttore.

Potranno essere stabilite più soglie di allarme, con diverso livello di priorità a seconda della percentuale di raggiungimento dei valori massimi impostati.

Funzione gradiente di corrente per guasto lontano (di/dt)

Questa funzione analizza le variazioni della corrente erogata dal feeder, attraverso gli interruttori, per questo il sistema dovrà rilevare la corrente in ogni istante e calcolarne il gradiente.

Lo scopo di tale funzione è quello di individuare se esse sono dovute a normali partenze di motori o a guasti in linea lontano dalla sottostazione.

Tale funzione viene richiesta anche se i carichi della SSE valutati per la linea in questione e le correnti di corto circuito valutate nei punti più lontani dalla SSE stessa, assumono valori facilmente discriminabili tra loro.

6.4.7.9 Relè di massima tensione cc (45), di massima tensione ca (59) e relè a inserzione diretta (76)

Tali relè dovranno essere installati all'interno dello scomparto di ritorno dei negativi.

La funzione di tali relè è quella di comandare la chiusura del contattore di messa a terra della sbarra negativa se le tensioni in cc e in ca del negativo rispetto a terra assumono valori pericolosi.

Dovranno essere presenti le seguenti segnalazioni:

- segnalazione presenza alimentazione ausiliaria e funzionamento regolare;
- segnalazione intervento;
- memoria intervento.

I relè di uscita dovranno essere normalmente eccitati (diseccitati all'intervento).

6.4.7.10 Relè cc con trasduttore magnetico ad alta sensibilità

Il relè con trasduttore magnetico ad alta sensibilità alimentato tramite l'apposito rilevatore magnetico dovrà poter permettere la rilevazione della corrente di guasto verso terra di lieve entità in c.c. La sensibilità dovrà essere del tipo bidirezionale.

Dovranno essere previste le seguenti segnalazioni locali:

- segnalazione presenza alimentazione ausiliaria e funzionamento regolare;
- segnalazione intervento;
- segnalazione di memoria intervento.

6.4.7.11 Messa a terra del negativo

La messa a terra del negativo dovrà essere realizzata attraverso un contattore in esecuzione fissa.

Tale apparecchiatura in condizioni normali dovrà essere aperta, la chiusura e quindi la messa a terra del negativo dovrà avvenire solo se il potenziale del negativo assume valori pericolosi, o se si registra un cospicuo passaggio di corrente continua.

Il sistema dovrà essere realizzato in condizioni di sicurezza, ossia la bobina che comanda la chiusura del contattore dovrà essere normalmente eccitata e quindi per provocare l'intervento del dispositivo dovrà essere diseccitata.

L'intervento del contattore dovrà essere subordinato al verificarsi dei seguenti eventi:

In caso di intervento del relè di massima tensione c.a. (59), per effetto di un potenziale che supera valori prefissati in c.a., il contattore, se in posizione di aperto, verrà chiuso automaticamente e resterà permanentemente chiuso.

In caso di intervento del relè di massima tensione c.c. (45), per effetto di una sovratensione dovuta ai veicoli circolanti, il contattore, se in posizione di aperto, verrà chiuso automaticamente e resterà in

questa posizione per un tempo regolabile, dopodiché automaticamente si riaprirà, richiudendosi se nuovamente i relè che pilotano la sua chiusura rilevano tensioni pericolose.

In caso di intervento del relè di corrente a inserzione diretta (76), per effetto di un notevole aumento delle correnti circolanti in seguito ad un guasto al circuito di trazione, il contattore dovrà rimanere chiuso bloccato in modo che la funzione “prova linea” identifichi il guasto.

6.4.8 Prove

Le prove si suddividono in due categorie:

- prove di tipo;
- collaudi in fabbrica
- prove di accettazione.

Le prove di tipo possono essere sostituite dai certificati di prova eseguite presso il CESI o altro laboratorio legalmente riconosciuto per apparecchiature che abbiano le stesse caratteristiche essenziali di quelle richiamate nella presente specifica.

Le prove di accettazione o collaudi in fabbrica devono essere eseguite su tutti i componenti della fornitura.

Le opere devono essere eseguite secondo le migliori regole dell'arte, conformemente alle prescrizioni del presente capitolato ed alle norme vigenti CEI, UNEL, UNI, IEC, CENELEC, in modo che le stesse siano perfettamente rispondenti a tutte le caratteristiche indispensabili per un corretto funzionamento, affidabilità e durabilità.

6.4.8.1 Prove di tipo

Prove di tipo richieste per lo scomparto alimentatore

- Verifica del potere di chiusura ed interruzione dell'interruttore inserito nel quadro (cella interruttore extrarapido);
- Verifica della tenuta alla corrente di breve durata (cella interruttore extrarapido); - Verifica della durata meccanica dell'interruttore extrarapido;
- Verifica della tenuta alla corrente di breve durata per il sezionatore di terra; - Verifica della tenuta all'arco interno.

Prove di tipo sui diodi / carrello raddrizzatore

- Misura della tensione diretta e/o della caratteristica diretta (misura della tensione di conduzione);
- Misura della caratteristica inversa;
- Misura della resistenza termica;

- Prova della tensione inversa;
- Prova di cicli termici;
- Prova di vibrazione;
- Prova di ermeticità (sailing test);
- Prova di riscaldamento del carrello entro la cella raddrizzatore.

6.4.8.2 Collaudi in fabbrica – prove di accettazione

Tutte le apparecchiature devono essere sottoposte alle relative prove di accettazione per verificare le caratteristiche prescritte dalle norme vigenti e dal presente capitolato.

Prove sui componenti

In particolare verranno provati i materiali e le apparecchiature qui di seguito elencati:

- Interruttori extrarapidi
- Sezionatore di terra

- Protezioni
- Trasduttori

- Diodi di potenza

Prove sul quadro

Saranno eseguite preliminarmente verifiche sulle strutture meccaniche e sui vari cicli di verniciatura.

Sul quadro saranno eseguite tutte le prove previste dalle Norme di cui in parte sono qui di seguito elencate:

- controllo a vista e dimensionale del complesso e delle singole parti;
- prove di funzionamento meccanico, con particolare riguardo alla verifica degli interblocchi ed arresti meccanici relativi all'introduzione in cella ed all'estrazione degli interruttori, raddrizzatori, contattori, ecc;
- controllo dell'intercambiabilità di tutte le apparecchiature in versione estraibile di eguale portata;
- prove di sequenza di manovra;
- prove dei dispositivi elettrici di manovra;
- prove di tensione a frequenza industriale del circuito principale e sui circuiti ausiliari e di comando;
- prima e dopo l'applicazione della tensione verrà misurato l'isolamento fra ciascuna fase o polarità e le altre che saranno collegate a massa, tra le singole fasi o polarità, dei cavi di distribuzione dei circuiti ausiliari in c.c. e in c.a.;
- controllo elettrico e di funzionamento dei circuiti ausiliari, esteso a tutti i circuiti del quadro verificando:
 - la corretta inserzione delle protezioni;
 - il corretto funzionamento delle protezioni;
 - il corretto funzionamento delle logiche di comando, segnalazioni e i tempi di ritardo

dei relè;

- prove di funzionamento meccanico;
- prove dei dispositivi ausiliari.

6.5 Sezione servizi ausiliari

6.5.1 Generalità

Il presente capitolo riguarda la fornitura in opera di apparecchiature e strutture in genere atte a realizzare il complesso degli impianti elettrici ausiliari di comando, controllo, segnalazione, servizi vari a 400/230V– 50Hz/110Vcc, necessari al funzionamento delle SSE di conversione.

Nel dettaglio è prevista l'installazione dei seguenti quadri:

- quadro distribuzione 400/230V-50Hz
- quadro carica batterie e distribuzione 110Vcc e 110/24Vcc, con i seguenti scomparti:
 - scomparto batterie 110Vcc;
 - scomparto conversione e distribuzione 110Vcc;
 - scomparto conversione e distribuzione 24Vcc; – sistema di comando e controllo;
- quadro interfaccia telecomando e telecontrollo.

Tutti i quadri che costituiscono la sezione servizi ausiliari, in funzione degli spazi disponibili all'interno delle SSE, sono realizzati per essere affiancati tra loro.

Al fine di garantire un'elevata disponibilità dei servizi ausiliari, sarà prevista, oltre alla normale alimentazione attraverso il trasformatore MT/bt, una alimentazione ausiliaria direttamente in bt consegnata dalla società distributrice; tale alimentazione è previsto sia inserita attraverso un commutatore automatico che dovrà inserire l'alimentazione bt di riserva escludendo, nel contempo, il ramo del trasformatore SA.

La linea di alimentazione bt di riserva dovrà prevedere una protezione generale costituita da un interruttore quadripolare opportunamente dimensionato e coordinato con le protezioni della sezione bt dei SA.

Tale protezione sarà di caratteristiche analoghe a quelle dell'apparecchiatura lato bt del trasformatore SA.

6.5.2 Trasformatore servizi ausiliari

Il trasformatore servizi ausiliari è un trasformatore trifase a due avvolgimenti, a secco, inglobato in resina, a raffreddamento naturale in aria, su ruote orientabili, montato in un box metallico per installazione all'interno e grado di protezione IP31.

Detto trasformatore dovrà essere progettato, costruito e collaudato in conformità alle norme CEI

(Comitato Elettrotecnico Italiano) e IEC (International Electrical Commission) in vigore, con particolare riferimento alle seguenti:

- CEI EN 60076 (CEI 14-4);
- CEI 14-12;
- CEI EN 60270 (CEI 42-3);

Il trasformatore deve essere installato all'interno di una struttura metallica di contenimento con grado di protezione a porte chiuse IP30.

La resina impiegata per l'isolamento deve avere ottime caratteristiche di infiammabilità, deve essere di tipo autoestinguente e se esposta a forti intensità di calore non deve sviluppare gas tossici.

La macchina deve avere un'ottima tenuta alle sollecitazioni di impulso e di cortocircuito e deve garantire il massimo contenimento delle scariche parziali.

Il nucleo magnetico dovrà essere realizzato con lamierini di ferro al silicio a cristalli orientati del tipo a basse perdite.

Gli avvolgimenti MT e bt sono realizzati in alluminio e devono presentare una classe di isolamento di tipo F.

I collegamenti in MT vengono realizzati su un lato del trasformatore, ad un'altezza da terra non inferiore a 600mm dove sono installati gli isolatori portanti, che consentono detto collegamento. I cavi MT provengono dal basso.

I collegamenti in bt devono essere realizzati sul lato opposto di quelli MT. Anche in questo caso i cavi provengono dal basso.

Il tipo di raffreddamento dovrà essere a circolazione naturale d'aria (AN).

Le caratteristiche elettriche devono essere le seguenti.

- potenza nominale in servizio continuo: 160 kVA
- frequenza nominale: 50 Hz
- simbolo e gruppo di collegamento CEI Dyn11
- tensione di cortocircuito (75°C) 6% ($\pm 10\%$)

Le massime sovratemperature, con temperatura ambiente di 40°C, dovranno essere rispettivamente:

- avvolgimenti bt 100 K
- avvolgimenti MT 100 K
- nucleo magnetico 100 K

Le classi ambientali, climatiche e di comportamento al fuoco dovranno essere le seguenti:

- classe climatica C1
- classe ambientale E1
- classe di comportamento al fuoco F1
- livello di rumore (pressione acustica), misurato ad una distanza di 1 m dovrà essere ≤ 54 dB(A) (con tolleranza +3 dB(A)).

6.5.2.1 Accessori elettrici

Il trasformatore dovrà essere corredato dai seguenti accessori elettrici che ne garantiranno la protezione ed il corretto funzionamento:

- isolatori portanti per il collegamento in MT;
- piastre di attacco per il collegamento bt;
- piastra di attacco per il collegamento del neutro;
- morsetteria per il cambio delle prese di regolazione della tensione (manovrabili a macchina disinserita);
- un sensore termometrico (del tipo PT 100) in ogni avvolgimento di bassa tensione;
- un sensore termometrico posto nella parte superiore del nucleo;
- centralina termocolloro ad alimentazione universale (24 230 V a.c./d.c.), installata sul fronte del box di contenimento e relativo cavo di collegamento tra le sonde e la centralina;
- cassetta di raccolta ausiliari in PVC con grado di protezione IP55;
- morsetti di terra;
- schermo elettrostatico tra avvolgimento primario e secondario;

6.5.2.2 Accessori meccanici

Il trasformatore dovrà essere previsto dei seguenti principali accessori meccanici:

- golfari per il sollevamento del trasformatore posizionati sulla parte superiore della macchina;
- calotte isolanti di protezione al contatto diretto per le morsettiere della regolazione del rapporto di trasformazione;
- attacchi per il traino del trasformatore;
- carrello con ruote orientabili nei due sensi;
- box di protezione da interno con grado di protezione IP31;
- targa caratteristiche secondo CEI 14-8 montata sul trasformatore in posizione visibile a porte aperte;
- targa caratteristiche secondo CEI 14-8 montata esternamente sul fronte del box.

6.5.2.3 Box di contenimento del trasformatore

Il box dovrà essere realizzato in lamiera autoportante spessore minimo 1,5 mm, fornito di portelle di accesso, e predisposto per il montaggio sul fronte della centralina di temperatura.

L'armadio potrà anche non essere provvisto di lamiere di base mentre le pareti dovranno essere

asportabili e sbullonabili con viti a brugola antinfortunistiche (in quanto per l'asportazione degli stessi pannelli si dovrà richiedere l'impiego di un attrezzo speciale).

Le pareti più lunghe dovranno essere divise in due pannelli.

L'armadio dovrà essere provvisto di una porta incernierata di accesso con montato il visualizzatore di temperatura.

La porta dovrà avere la serratura con n. 1 chiave. Il fissaggio dovrà essere su apposito telaio necessario per la presenza di pavimento flottante in SSE.

Inoltre dovrà essere previsto un opportuno attacco per la messa a terra dell'armadio.

La cella di contenimento trasformatore dovrà essere costituita da profilati di acciaio e lamiera verniciate, dopo trattamento antiruggine, nella tinta indicata di seguito.

La cella sarà strutturata in modo tale da permettere l'estrazione del trasformatore.

Feritoie opportunamente dimensionate, poste sui fianchi in alto e in basso, dovranno permettere al trasformatore interno la necessaria ventilazione naturale. All'interno la cella dovrà essere predisposta per il collegamento dei cavi di messa a terra.

Il grado di protezione complessivo della cella dovrà essere IP31; L'accesso al trasformatore dovrà essere possibile solo quando questi si trova in condizione di sicurezza (interblocco a chiave).

Sul fronte cella dovrà essere installata la centralina di controllo della temperatura.

6.5.2.4 Prove

Le prove si suddividono in due categorie:

- prove di tipo;
- collaudi in fabbrica
- prove di accettazione.

Le prove di tipo possono essere sostituite dai certificati di prova eseguite presso il CESI o altro laboratorio legalmente riconosciuto per apparecchiature con caratteristiche analoghe a quelle richiamate nella presente specifica.

Le prove di accettazione o collaudi in fabbrica devono essere eseguite su tutti i componenti della fornitura.

Le opere devono essere eseguite secondo le migliori regole dell'arte, conformemente alle prescrizioni del presente capitolato ed alle norme vigenti CEI, UNEL, UNI, IEC, CENELEC, in modo che le stesse siano perfettamente rispondenti a tutte le caratteristiche indispensabili per un corretto funzionamento, affidabilità e durabilità.

Prove di tipo

- Prove di riscaldamento al carico nominale ed ai sovraccarichi previsti con rilievi di temperatura;

- prova di isolamento con tensione ad impulsi;
- misura del rumore.

Collaudi in fabbrica – prove di accettazione

Tutte le apparecchiature devono essere sottoposte alle relative prove di accettazione per verificare le caratteristiche prescritte dalle norme vigenti e dal presente capitolato.

- Controllo visivo e dimensionale del trasformatore;
- prova di isolamento con tensione indotta;
- misura della resistenza ohmica degli avvolgimenti MT e bt;
- misura dei rapporti di trasformazione e controllo dello schema di collegamento; - misura della tensione di corto circuito e delle perdite a carico;
- misura delle perdite e della corrente a vuoto; - prova di sovratensione indotta;
- prova ad impulso con onda 1,2/50 μ s; - misura delle scariche parziali;
- prova con tensione applicata MT;
- prova con tensione applicata bt;
- prove funzionali dei circuiti ausiliari del pannello comandi e segnalazioni e prova di tensione applicata.

6.5.3 Quadro distribuzione 400/230V

Il quadro di distribuzione 400/230V ha la funzione di alimentare tutti i servizi ausiliari necessari al buon funzionamento della SSE e di alimentare i quadri elettrici di fermata.

Al fine di garantire un'elevata disponibilità dei servizi ausiliari, sarà prevista, oltre alla normale alimentazione attraverso il trasformatore MT/bt, una alimentazione ausiliaria direttamente in bt consegnata dalla società distributrice; tale alimentazione è previsto sia inserita attraverso un commutatore automatico che dovrà inserire l'alimentazione bt di riserva escludendo, nel contempo, il ramo del trasformatore SA.

La linea di alimentazione bt di Riserva dovrà prevedere una protezione generale costituita da un interruttore quadripolare di tipo estraibile opportunamente dimensionato e coordinato con le protezioni della sezione bt dei SA.

Tale protezione sarà di caratteristiche analoghe a quelle dell'apparecchiatura lato bt del trasformatore SA.

Il quadro e le singole apparecchiature che ne fanno parte saranno realizzati in conformità con quanto prescritto dalle edizioni in vigore delle norme CEI applicabili. Le caratteristiche elettriche del quadro sono le seguenti:

- tensione di esercizio 400/230 Vca
- sistema trifase con neutro a terra TN-S
- frequenza di alimentazione 50 Hz

I gradi di protezione del quadro dovranno essere i seguenti:

- quadro nella sua totalità IP30
- pannelli verticali IP30
- pannelli del tetto IP30
- portelle e diaframmi interni IP30
- griglie di aerazione I P30
- a portella aperta il grado di protezione deve essere IP20.

Sul tetto dovranno essere previsti opportuni dispositivi di sollevamento.

Dovrà essere previsto un opportuno telaio per il fissaggio del quadro sul pavimento flottante.

L'accesso potrà avvenire solo dal fronte, essendo il quadro predisposto per essere addossato a parete, tramite portelle incernierate fornite di serratura.

All'interno dovrà essere prevista l'illuminazione azionata da un microcontatto che opera quando si apre la portella.

Le principali apparecchiature con cui è equipaggiato il quadro sono le seguenti:

- un interruttore generale quadripolare scatolato estraibile magnetotermico con bobina di apertura e contatti ausiliari in arrivo dal trasformatore SA e un interruttore avente le stesse caratteristiche in arrivo dalla sorgente di riserva costituita dall'ente di distribuzione. Tra i due interruttori è necessario un dispositivo di commutazione automatica, che realizza la commutazione fra la sorgente che normalmente alimenta il quadro e la sorgente di riserva. Gli interruttori sono interbloccati meccanicamente ed elettricamente. Gli interruttori sono montati su una piastra di supporto che è equipaggiata con interblocco di tipo meccanico. L'interblocco elettrico è fissato in prossimità o a lato della piastra.
- trasformatori di corrente;
- trasformatori di tensione;
- relè di presenza tensione;
- sbarre di distribuzione;
- morsettiere, collegamenti ausiliari targhette di identificazione e quant'altro necessario per realizzare lo schema funzionale tipico dell'unità.

Le partenze ai vari servizi di SSE sono realizzate attraverso interruttori magnetotermici e magnetotermici differenziali di tipo modulare

6.5.4 Quadro convertitore carica batterie

Il quadro convertitore carica batterie ha lo scopo di alimentare le utenze (comandi e segnalazioni) in corrente continua senza soluzione di continuità, anche quando l'alimentazione di rete viene a mancare.

Nel quadro carica batterie sono contenute le seguenti apparecchiature:

- Un doppio convertitore ac/cc e alimentatore carica batterie 110 Vcc costituito da un gruppo convertitore per la carica automatica della batteria e per l'alimentazione dei circuiti in corrente continua tramite un convertitore statico cc/cc;
- un doppio convertitore statico (chopper) per stabilizzare la tensione sui carichi a 110 Vcc $\pm 2\%$;
- un doppio convertitore statico (chopper) in grado di convertire la tensione da 110 Vcc a 24Vcc e di stabilizzarla a 24Vcc ± 2 ;
- un interruttore bipolare per la disinserzione automatica della batteria;
- un interruttore bipolare per il chopper stabilizzatore del 110 Vcc;
- un interruttore bipolare per il chopper stabilizzatore del 24 Vcc; - scomparto distribuzione utenze 110Vcc;
- scomparto distribuzione utenze 24Vcc.

In condizioni normali le utenze in corrente continua sono alimentate dalla rete tramite il gruppo convertitore, che sarà in grado di fornire contemporaneamente l'energia ai carichi e la corrente di ricarica per la conservazione della batteria di accumulatori.

Nel caso in cui la sorgente di alimentazione di rete venga a mancare il carico continuerà ad essere alimentato dalla batteria che passerà dal regime di carica al regime di scarica senza interruzioni di alimentazione al carico, fino all'esaurimento della batteria stessa.

Al ripristinarsi delle condizioni normali il raddrizzatore continuerà ad alimentare il carico e contemporaneamente effettuerà la ricarica della batteria.

6.5.4.1 Convertitore ac/cc e alimentatore carica batterie

Il convertitore ac/cc e alimentatore carica batterie, come precedentemente detto, provvede all'alimentazione alla carica di mantenimento ed alla eventuale ricarica rapida manuale della batteria.

Caratteristiche elettriche principali:

- tensione ingresso 400 Vca
- frequenza 50 Hz
- corrente max. raddrizzatore (carico + batteria) 50 A (regolabile)
- corrente max. batteria (ricarica) 25 A (regolabile)
- batteria Piombo-gel
- capacità 180 Ah/10 h

- tempo di ricarica batteria (a batteria scarica e a max. corrente nominale sui carichi) 12h a 20°C
- raffreddamento: ventilazione naturale in aria o forzata con ridondanza delle ventole e ciascuna

dotata di protezione autonoma;

6.5.4.2 Convertitore statico cc/cc (110 Vcc)

Il convertitore statico cc/cc (110/110Vcc) ha lo scopo di stabilizzare la tensione sul carico. Il convertitore riceve in ingresso una tensione continua, la elabora per ottenere una tensione in uscita continua con valori di stabilizzazione dell'ordine $\pm 2\%$

I convertitori dovranno avere le seguenti caratteristiche elettriche principali:

- raffreddamento in aria naturale
- tensione in ingresso 99÷120 Vcc
- tensione in uscita 110 Vcc $\pm 2\%$
- corrente max. in servizio continuo 25 A

6.5.4.3 Convertitore statico cc/cc (110/24Vcc)

Il convertitore statico cc/cc (110/24Vcc) ha lo scopo di convertire e stabilizzare la tensione sul carico. Il convertitore riceve in ingresso una tensione continua, la elabora e la converte per ottenere una tensione in uscita continua del valore voluto e stabilizzato del $\pm 2\%$.

I convertitori dovranno avere le seguenti caratteristiche elettriche principali:

- raffreddamento in aria naturale
- tensione in ingresso 99÷120 Vcc
- tensione in uscita 24 Vcc $\pm 2\%$
- corrente max. in servizio continuo 25 A

6.5.4.4 Scomparto distribuzione 110Vcc

Lo scomparto distribuzione utenze 110 Vcc è costituito da:

- un sezionatore bipolare generale sbarre 110Vcc;
- distribuzione utenze 110Vcc, realizzata attraverso interruttori magnetotermici bipolari per l'alimentazione dei comandi e delle protezioni delle apparecchiature di SSE;
- un relè per il controllo dell'isolamento dei circuiti ausiliari a 24Vcc;
- n. 1 amperometro e relativo shunt;
- n. 1 voltmetro e relativi fusibili di protezione;
- sbarre di distribuzione;

- apparecchiature varie di completamento.

6.5.4.5 Scomparto distribuzione 24Vcc

Lo scomparto distribuzione utenze 24Vcc è costituito da:

- un sezionatore bipolare generale sbarre 24Vcc;
- distribuzione utenze 24Vcc, realizzata attraverso interruttori magnetotermici bipolari per l'alimentazione delle segnalazioni protezioni e allarmi;
- un relè per il controllo dell'isolamento dei circuiti ausiliari a 24Vcc;
- n. 1 amperometro e relativo shunt;
- n. 1 voltmetro e relativi fusibili di protezione;
- sbarre di distribuzione;
- apparecchiature varie di completamento.

6.5.5 Batterie

Le batterie previste sono di tipo stazionario al piombo ermetico, esenti da manutenzione e quindi non necessitano di rabbocchi per tutta la durata della loro vita, sono sigillate e adatte ad essere sistemate in maniera compatta in armadio.

L'armadio contenente le batterie dovrà essere diviso in due sezioni una contenente le apparecchiature ausiliarie ed una costituita da più ripiani, contenente i monoblocchi al piombo gel.

Lo scomparto batterie è costituito da una struttura metallica e dovrà essere fornito di feritoie per la ventilazione al suo interno in modo da garantire il buon funzionamento delle batterie.

Lo scomparto al suo interno dovrà avere una segregazione tra la parte "batterie" e la parte contenente le strumentazioni elettriche.

L'interruttore "di batteria" dovrà garantire oltre che l'esclusione delle batterie anche la parzializzazione della tensione della batteria onde evitare contatti accidentali pericolosi.

L'interruttore dovrà essere fornito di bobina di sgancio alimentata a 110Vcc.

Le batterie devono garantire l'alimentazione al carico per tutto il periodo di tempo in cui viene a mancare la rete e l'energia fornita normalmente dal raddrizzatore.

Le batterie devono garantire l'ottimizzazione fra durata, robustezza meccanica e affidabilità e inoltre, devono garantire un'emissione e uno sviluppo di gas praticamente nulli.

La durata/vita attesa, nelle normali condizioni di esercizio, deve essere intorno ai 10/12 anni.

Deve essere inoltre garantita la facile reperibilità sul mercato italiano dei monoblocchi al piombo gel.

Le batterie dovranno avere le seguenti principali caratteristiche elettriche:

- tipo piombo-gel

- tensione nominale della batteria (indicativa) 110 Vcc
- capacità nominale alla scarica in 10 ore 200 Ah
- numero elementi n° 55

6.5.6 Sistema di comando e controllo

Il sistema di comando e controllo sarà costituito da apparecchiature che hanno la funzione di effettuare comandi a distanza sui dispositivi di SSE, di controllo e diagnosi del sistema di alimentazione.

Il sistema di comando e controllo sarà composto da:

- Sistema di automazione e controllo.
- Sistema di supervisione.
- Sistema di comunicazione: sia tra PC-PLC, sia tra PLC e moduli I/O remoti.

I primi due sistemi (automazione/controllo e supervisione) sono fra loro in relazione attraverso il terzo sistema (reti di comunicazione).

Dal punto di vista funzionale, il sistema dovrà essere suddiviso in due livelli:

- Primo livello: Sistema di supervisione (SCADA).
 - Secondo livello: Sistema di controllo e comando automazione a PLC e relativi gruppi I/O remoti.
- L'architettura del sistema dovrà essere di tipo "orizzontale", ossia ogni partecipante alla rete, PLC e/o Sistema di supervisione, deve disporre di identiche modalità di connessione ed identiche capacità di accesso alla comunicazione.

6.5.6.1 Sistema di automazione e controllo

Per sistema di automazione e controllo si intende l'insieme degli apparati di automazione che si occupano:

- del comando degli enti e dei sistemi presenti in SSE;
- del controllo enti e dei sistemi presenti in SSE.

Si occupa inoltre di produrre informazioni di stato e/o di allarme a tutti gli altri sistemi che necessitano di questi dati, primi fra questi le stazioni grafiche di visualizzazione/diagnostica localizzate nei locali della SSE stessa.

Il sistema di automazione sarà costituito essenzialmente da un PLC con capacità di elaborazione locale autonoma ed adeguata all'ente da controllare e comandare. Si dovrà connettere ai sensori ed agli attuatori

di impianto attraverso opportune schede che, effettuano la conversione delle informazioni provenienti dal campo in informazioni gestibili dall'unità centrale (PLC).

Il sistema di automazione che gestisce la singola SSE dovrà essere configurato per avere

un'elevato grado di disponibilità, utilizzando una soluzione denominata "Hot Stand-by" o Ridondanza calda, relativamente alle CPU ed alle comunicazioni verso la Supervisione e verso i moduli di I/O (tramite due reti Ethernet con anelli separati ed in fibra ottica).

Questa architettura consente di continuare a gestire la SSE anche in presenza di un guasto su una CPU. Infatti, normalmente un processore detto "PRIMARY" ha il controllo e la gestione degli I/O, mentre un secondo processore detto "STAND-BY" è pronto a subentrare in caso di fault del Primary, essendo aggiornato costantemente ed in tempo reale ad ogni scansione sullo stato dell'impianto, attraverso un link dedicato ad alta velocità (Ethernet a 100Megabit/sec) che rende allineate le due CPU HSBY allo stato degli I/O. Questo consente un tempo di commutazione tra i processori nel controllo della SSE, tale da non creare alcun disservizio o perdita dei dati.

Il sistema dovrà essere costituito da:

- Unità di controllo a PLC completamente ridondata e separata su due rack distinti.
- Gruppi di schede per ingressi ed uscite (controlli e comandi) gestite dall'interfaccia di comunicazione in configurazione singola.
- Comunicazione fra unità centrale e gruppi di I/O tramite rete Ethernet in configurazione ad anello e su supporto ottico (fibra multimodale).
- Sistema di comunicazione con il PC di Supervisore tramite rete Ethernet, con protocollo Modbus TCP/IP e su supporto ottico (fibra multimodale).

6.5.6.2 Sistema di supervisione

Il sistema di supervisione è un'appendice del sistema di automazione, che ha la funzionalità di interfaccia Uomo-Macchina (HMI). Questo sistema di supervisione (SCADA) comunica con il sistema di automazione e controllo (PLC Hot Stand-by) mediante una rete Ethernet TCP/IP ad anello, in fibra ottica, mediante il protocollo di comunicazione MODBUS TCP/IP.

La stazione SCADA dovrà essere costituita da un Personal Computer, sul quale viene installato un software applicativo di tipo grafico, che ha lo scopo di tradurre le informazioni raccolte in campo dal PLC e le visualizza su un display grafico a colori LCD. Tali informazioni devono essere chiare, in modo tale che l'operatore possa facilmente interpretarle ai fini della diagnostica e della gestione della SSE

Sull'Hard-Disk del PC dovranno esser archiviati tutti i dati storici significativi, sottoforma di eventi, allarmi o andamento delle variabili nel tempo, con la possibilità di produrre un'hard-copy su formato cartaceo utilizzando una stampante, oppure analizzarli in un momento successivo all'evento per un'analisi a posteriori.

Il sistema di supervisione ricopre inoltre la funzionalità di tempestivo avviso nelle situazioni di allarme e/o anomalie, con la possibilità di intervento dell'operatore tramite opportuni comandi implementati sulle pagine grafiche dello SCADA stesso, opportunamente protetto da Password a vari livelli. E' altresì utile prevedere delle pagine di "help in linea", che aiutano e facilitano la comprensione nell'utilizzo della stazione grafica all'operatore, guidandolo nelle operazioni di ricerca guasti.

Deve essere previsto un Personal Computer installato in un idoneo quadro (ad esempio a leggio) alloggiato nei locali quadri della SSE, sul quale installare il software SCADA debitamente configurato per la specifica funzionalità, conduzione d'impianto e diagnostica da parte dell'operatore.

Il P.C. sarà modulare, industriale e si comporrà di una base (control box con unità centrale) da alloggiare all'interno quadro e di un Monitor grafico separato, da 19 pollici, da alloggiare a fronte quadro e con un grado di protezione IP 65, con disponibilità di una tastiera a membrana su cassetto estraibile.

6.5.6.3 Sistema di comunicazione

Il sistema di comunicazione si divide su due livelli:

- tra PC di supervisione (SCADA) e sistema a PLC;
- tra PLC e moduli remotati di Input/Output.

In entrambi i casi dovrà essere utilizzata una rete universalmente accettata, cioè una rete Ethernet alla velocità di 10/100 Megabit/s e che utilizza il protocollo standard di comunicazione MODBUS TCP/IP.

In entrambi i casi si ricorre ad un'architettura ad anello in Fibra Ottica, che garantisce una corretta comunicazione tollerando l'eventuale guasto di un'interfaccia o di una tratta di cavo ad essa collegata.

Il profilo, ovvero la struttura dei dati deve essere Modbus.

L'algoritmo di gestione di questa rete di tipo industriale deve permettere una ri-configurazione, nel caso di guasto ad un apparato o perdita di un tratto di fibra, con tempi inferiori ai 1.500 millisecondi.

Quindi gli anelli di comunicazione devono essere due e devono essere separati tra loro, uno dedicato alla supervisione dei dati (tra PC e PLC) ed un altro per l'acquisizione degli I/O (tra PLC e moduli di Input/Output).

Le protezioni elettroniche presenti su alcune apparecchiature dovranno essere integrate nella rete ad anello in fibra ottica attraverso gli switch. E' importante che ogni protezione abbia il suo switch dedicato. Pertanto le protezioni dovranno disporre di una connessione Ethernet TCP/IP con protocollo MODBUS, eventualmente con Gateway, ma senza l'interposizione di dispositivi intelligenti.

6.5.7 Quadro di telecomando e telecontrollo

Il quadro di telecomando e telecontrollo rappresenta l'interfaccia con l'impianto di telecomando e telecontrollo.

All'interno di detto quadro deve essere installata la morsettiera necessaria ad interfacciare la SSE al sistema di telecomando.

6.5.8 Prove

Le prove si suddividono in due categorie:

- prove di tipo;

- collaudi in fabbrica – prove di accettazione.

Le prove di tipo possono essere sostituite dai certificati di prova eseguite presso il CESI o altro laboratorio legalmente riconosciuto per apparecchiature con caratteristiche analoghe a quelle richiamate nella presente specifica.

Le prove di accettazione o collaudi in fabbrica devono essere eseguite su tutti i componenti della fornitura.

Le opere devono essere eseguite secondo le migliori regole dell'arte, conformemente alle prescrizioni del presente capitolato ed alle norme vigenti CEI, UNEL, UNI, IEC, CENELEC, in modo che le stesse siano perfettamente rispondenti a tutte le caratteristiche indispensabili per un corretto funzionamento, affidabilità e durabilità.

6.5.8.1 Prove di tipo

Trasformatore servizi ausiliari

- Prove di riscaldamento al carico nominale ed ai sovraccarichi previsti con rilievi di temperatura;
- prova di isolamento con tensione ad impulsi;
- misura del rumore.

Quadri distribuzione bassa tensione

- Verifica dei limiti di sovratemperatura;
- verifica del livello di isolamento; prova di idoneità dei circuiti principali e di terra a sopportare correnti di picco e di breve durata;
- prova per la verifica del livello di isolamento;
- verifica della tenuta al corto circuito.

6.5.8.2 Collaudi in fabbrica – prove di accettazione

Trasformatore servizi ausiliari

- Controllo visivo e dimensionale del trasformatore;
- prova di isolamento con tensione indotta;
- misura della resistenza ohmica degli avvolgimenti MT e bt;
- misura dei rapporti di trasformazione e controllo dello schema di collegamento;
 - misura della tensione di corto circuito e delle perdite a carico;
- misura delle perdite e della corrente a vuoto;
- prova di sovratensione indotta;
- prova ad impulso con onda 1,2/50 μ s;
- misura delle scariche parziali;

- prova con tensione applicata MT;
- prova con tensione applicata bt;
- prove funzionali dei circuiti ausiliari del pannello comandi e segnalazioni e prova di tensione applicata.

Quadri distribuzione bassa tensione

Prima del montaggio devono essere eseguite tutte le prove di accettazione sui singoli componenti, quali:

- interruttori -cavi;
- apparecchi di comando e segnalazione;
- relè di protezione;
- strumenti;
- trasformatori di corrente e shunt;
- manipolatori.

Sul quadro nel suo complesso dovranno essere previste le seguenti prove:

- controllo a vista e dimensionale del complesso e delle singole parti;
- prove di funzionamento meccanico, con particolare riguardo alla verifica degli interblocchi ed arresti meccanici;
- prove di sequenza di manovra;
- prove dei dispositivi elettrici di manovra, con tensione di comando pari all'85% del valore nominale;
- prove di tensione a frequenza industriale;
- prima e dopo l'applicazione della tensione verrà misurato l'isolamento fra ciascuna fase o polarità e le altre che saranno collegate a massa, tra le singole fasi o polarità dei cavi di distribuzione dei circuiti ausiliari in cc e ca;
- controllo elettrico e funzionamento dei circuiti ausiliari esteso a tutti i circuiti del quadro verificando:
 - il corretto funzionamento delle logiche di comando, segnalazioni e tempi di ritardo delle logiche;
 - verifica giro fili;
 - prove di funzionamento meccanico;
 - prove dei dispositivi ausiliari.

Carica batterie

- Controllo visivo e dimensionale;
- controllo cablaggio;
- verifica del circuito di terra;
- verifica della sicurezza delle connessioni elettriche e meccaniche;
- verifica della stabilità statica;
- misura della componente alternata della continua e misura del residuo;
- verifica limitazione di corrente;

- verifica dell'intervento delle segnalazioni e delle protezioni;
- verifica delle segnalazioni a distanza
- verifica delle interfaccia.

6.6 Sezione impianti ausiliari

6.6.1 Impianto di illuminazione

I circuiti che costituiscono l'impianto di illuminazione dei locali saranno centralizzati in un quadretto a parete.

Tale quadretto avrà la funzione di quadro di distribuzione delle utenze di SSE e sarà alimentato dal quadro di distribuzione S.A. attraverso un interruttore differenziale bipolare.

Nei locali di SSE è necessario prevedere un'illuminazione normale e un'illuminazione di emergenza.

Per l'illuminazione normale saranno previsti corpi illuminanti a tubo fluorescente da 2x58W, 1x18W, realizzati in resina poliestere rinforzata in fibra di vetro con grado di protezione IP55. Per l'illuminazione di emergenza dovranno essere installati dei corpi illuminanti (tubo fluorescente) completi di gruppo batterie inverter incorporato nella lampada per l'accensione di un solo tubo in condizioni di emergenza.

E' previsto un corpo illuminante del tipo autosoccorso con scritta "USCITA" verde che sarà montato sopra la porta di uscita di sicurezza del locale SSE.

La distribuzione dovrà prevedere la posa di un apposito cavo dal quadro generale bt al corpo illuminante di emergenza avente la funzione di carica batteria e presenza tensione.

I conduttori di distribuzione ed alimentazione devono essere in rame di sezione adeguata e comunque non inferiore a 1,5mm².

I conduttori di terra non inclusi nel cavo di alimentazione devono avere sezione minima 2,5mm².

L'impianto deve essere realizzato a vista con tubazioni e canaline aggraffati a parete e di diametro idoneo ai cavi contenuti e dovranno essere realizzati in materiale isolante autoestinguento rigido (con i necessari raccordi) aventi classe di reazione al fuoco non superiore a due.

6.6.2 Impianto fm

L'impianto di distribuzione della forza motrice deve essere realizzato utilizzando delle batterie di prese di tipo industriale.

Il quadretto prese di Forza Motrice sarà alimentato dal quadro di distribuzione delle utenze di SSE tramite interruttore quadripolare magnetotermico differenziale.

Ciascuna presa sarà conforme alle CEI EN 60309-1 e -2.

Il quadro prese sarà formato dalle seguenti prese di tipo industriale:

- 1 presa trifase + terra (4P+T) 400V + T (32A)
- 1 presa monofase + terra (2P+T) 230V + T (32A)
- 1 presa monofase + terra (2P+T) 230V + T (16A)

Tutte le prese saranno del tipo con interruttore interbloccato e fusibili di protezione locale.

Il grado di protezione dell'insieme deve essere non inferiore a IP55.

Il complesso prese deve essere cablato in apposito quadretto realizzato in materiale termoplastico, infrangibile, di elevata resistenza meccanica e di tipo autoestinguente secondo la norma CEI 50-11.

6.6.3 Impianto di rilevazione fumi

L'impianto di rivelazione fumi dovrà essere costituito da una linea di rivelatori distribuiti all'interno del locale SSE. Il numero dei rivelatori sarà determinato sia dall'ampiezza del locale sia dalle caratteristiche della struttura.

La SSE presenta un pavimento flottante per la distribuzione cavi e pertanto anche al di sotto del suddetto pavimento risulta necessario installare dei rilevatori di fumo.

L'alimentazione e il comando dei rivelatori saranno forniti da una centralina.

La suddetta centralina sarà composta da un alimentatore stabilizzato, da una batteria per l'alimentazione di emergenza e da schede modulari per l'alimentazione ed il controllo delle linee di rivelatori. La centralina deve effettuare il controllo continuo del funzionamento del singolo rivelatore e la segnalazione della necessaria manutenzione. Inoltre, dovrà essere dotata di pannello operativo che consenta la visualizzazione degli allarmi.

Le schede saranno complete di:

- lampada di segnalazione verde;
- lampada allarme incendio rossa;
- lampada di guasto linea gialla;
- pulsante di prova all'allarme linea;
- pulsante di reset;
- selettore esclusione linea;
- relè finale con contatti di commutazione.

Ogni interruzione della linea di collegamento ai rivelatori provocherà una indicazione di allarme.

L'alimentazione è prevista alla tensione di 230V $\pm 5\%$ ca; potrà essere vagliata la possibilità di alimentazione a 110Vcc direttamente dalla batteria di SSE eliminando in tal caso la batteria di soccorso.

I rilevatori saranno del tipo ottico (sono esclusi quelli del tipo a doppia camera di ionizzazione) e dovranno essere sensibili ai prodotti gassosi della combustione e saranno completi di zoccolo per l'innesto del rilevatore.

Lo zoccolo sarà completo di lampada spia rossa che si accenderà all'entrata in funzione del rilevatore.

Il sistema deve poter realizzare inoltre le seguenti funzioni:

- segnalazione ottica sulla centralina di allarme per ciascuna linea;
- segnale riassuntivo di allarme al telecomando;
- tutte le segnalazioni devono essere riportate in telecomando,
- compensazione automatica del livello pulizia interna per i rivelatori di fumo;
- emissione di un segnale di manutenzione per procedere a pulizia interna dei rivelatori. In questa situazione il rilevatore sarà comunque funzionante;
- possibilità di inserimento di rivelatori di temperatura e di discriminare il segnale di fumo in funzione del livello della temperatura;

Il complesso schede, alimentatori, ecc. potrà trovare posto in un quadretto da appendere a parete.

6.6.4 Impianto antintrusione

L'impianto antintrusione deve essere costituito da una centralina di comando e alimentazione prevista per più linee, comunque ampliabile, dal numero di rilevatori (contatti e/o sensori) necessari, e della tastiera di comando.

La centralina di comando deve essere composta da un alimentatore stabilizzato, da una batteria per l'alimentazione di emergenza con autonomia 24 ore, e da schede modulari per l'alimentazione ed il controllo delle singole linee.

Deve essere previsto lo spazio per l'ampliamento.

Ogni disservizio sull'alimentazione deve provocare una indicazione di allarme. L'alimentazione è prevista alla tensione di 230 V - 50 Hz.

Il sistema deve poter realizzare inoltre le seguenti funzioni:

- segnalazione di allarme per ciascuna linea,
- segnale riassuntivo di allarme al telecomando.

Il complesso schede, alimentatori, ecc. deve essere installato in un quadretto da appendere a parete nel locale SSE.

La linea di connessione dei rilevatori alla centralina deve essere realizzata con cavo dedicato posato entro tubi rigidi in plastica pesante autoestinguente.

6.6.5 Impianto di terra

6.6.5.1 Generalità

L'impianto di terra deve essere realizzato nel rispetto di quanto richiesto dalla normativa, in particolare la norma CEI EN 50122-1/2 e CEI 11-1.

Le connessioni dell'impianto di terra devono essere ben visibili, verniciate secondo le norme UNI e realizzate in modo da evitare contatti incerti ed incontrollati tra le apparecchiature e la maglia di terra. Nell'esecuzione dei vari collegamenti si devono evitare, per quanto possibile, percorsi tortuosi e curve di piccolo raggio.

Tutte le terminazioni di messa a terra delle apparecchiature con corda di rame nuda, devono essere nastrate con nastratura giallo/verde.

Ad impianto ultimato dovrà essere rilevato, nel rispetto delle norme, sia il valore totale della resistenza di terra sia le tensioni di passo e di contatto che possono verificarsi per la sopravvenienza di una corrente di guasto.

I rilievi, oltre che all'interno della cabina, dovranno estendersi a tutte le zone limitrofe che possono essere interessate dal fenomeno.

Se i valori non saranno conformi a quanto previsto dalle normative vigenti in materia si dovrà provvedere ad opportuni adattamenti sulla rete di terra.

Prima della messa in servizio della cabina dovrà essere rilasciata una relazione tecnica da parte di professionista iscritto agli Albi professionali comprovante la validità dell'impianto e completa di tutti gli elaborati riguardanti le misure effettuate.

6.6.5.2 Dispersore e impianto di terra esterno

L'impianto di terra deve essere realizzato interrando ad una profondità di circa 80cm, rispetto al piano stradale un anello di corda di rame nudo 95mm^2 e da una rete equipotenziale magliata, interrata rispetto al piano di calpestio della SSE, in intimo contatto con il terreno, costituita da corda rigida in rame nuda da 95mm^2 .

In ausilio a detta magliatura devono essere realizzati una serie di dispersori verticali costituiti da tondini "componibili" in acciaio zincato a fuoco. Un adeguato numero di tali dispersori deve essere posto in pozzetti di cemento di tipo ispezionabile.

La maglia di terra deve estendersi, per quanto possibile, anche oltre il perimetro di ingombro del fabbricato.

Anche l'armatura delle opere di fondazione in conglomerato cementizio armato deve essere collegata alla rete di terra e sarà considerata come "dispersore di fatto".

Devono essere previste adeguate derivazioni con corde di rame di sezione 95mm^2 per il collegamento tra il dispersore interrato ed i collettori principali di terra posti all'interno del fabbricato.

6.6.5.3 Impianto di terra interno

All'interno dell'edificio si trovano i collettori principali di terra a cui si attestano i cavi che realizzano i collegamenti equipotenziali principali e di protezione delle strutture in metallo delle apparecchiature e delle strutture metalliche in genere che potrebbero, per una ragione qualsiasi, assumere un potenziale verso terra.

Il collegamento a terra delle apparecchiature 750 Vcc e delle relative parti metalliche, deve essere realizzato attraverso il relè di massa.

Il circuito di messa a terra sotteso al relè di massa deve essere isolato verso massa al fine di consentire un corretto funzionamento del relè di massa stesso. In tal senso, al termine dei montaggi, dovrà essere effettuata la misura della resistenza di isolamento, utilizzando criteri analoghi a quelli descritti nella Norma CEI 64-8.

Qualora da detta misura dovessero emergere punti non correttamente isolati, devono essere adottate idonee misure aggiuntive quali rosette o canotti in teflon per gli staffaggi, ecc.

6.7 Telecomandi – telesegnalazioni – telemisure

Di seguito vengono definiti i principali telecomandi, telesegnalazioni e telemisure.

I segnali di stato dovranno essere costituiti da contatti liberi da tensione, i telecomandi dovranno essere eseguiti attraverso contatti temporanei, mentre le grandezze analogiche dovranno essere rese tramite opportuni convertitori di misura.

In SSE dovrà essere realizzata l'interfaccia verso il sistema di Telecomando secondo le specifiche contenute sia nel presente capitolo sia nei capitoli relativi ai vari quadri e apparecchiature.

Si intende onere dell'Appaltatore anche il collaudo finale della SSE in regime di Telecomando da effettuarsi – in assenza del telecomando stesso – utilizzando un sistema di prova per l'invio dei comandi e per la visualizzazione dei telecontrolli, degli allarmi e delle telemisure.

6.7.1 Telecomandi

- Quadro MT: interruttore arrivo linea Ente Fornitore – Apertura;
- Quadro MT: interruttore arrivo linea Ente Fornitore – Chiusura;
- Quadro MT: interruttore partenza trafo gruppo 1 – Apertura;
- Quadro MT: interruttore partenza trafo gruppo 1 – Chiusura;

- Quadro MT: interruttore partenza trafo gruppo 2 – Apertura;
- Quadro MT: interruttore partenza trafo gruppo 2 – Chiusura;
- Quadro MT: interruttore arrivo/partenza dorsale – Apertura;

- Quadro MT: interruttore arrivo/partenza dorsale – Chiusura
- Quadro cc: interruttore extrarapido alimentatore 1 – Apertura;
- Quadro cc: interruttore extrarapido alimentatore 1 – Chiusura;
- Quadro cc: interruttore extrarapido alimentatore 2 – Apertura;
- Quadro cc: interruttore extrarapido alimentatore 2 – Chiusura;
- Quadro cc: interruttore extrarapido alimentatore 3 – Apertura;
- Quadro cc: interruttore extrarapido alimentatore 3 – Chiusura;
- Quadro cc: interruttore extrarapido alimentatore 4 – Apertura;
- Quadro cc: interruttore extrarapido alimentatore 4 - Chiusura;
- Sezionatore di bypass – Apertura;
- Sezionatore di bypass– Chiusura;

6.7.2 Telesegnalazioni

- Quadro distribuzione 400/230V: apertura interruttori alimentazioni bt;
- Quadro MT: apertura e blocco interruttore di manovra-sezionatore per alimentazione trasformatore SA per superamento soglia temperatura trasformatore;
- Quadro MT: apertura e blocco interruttore di manovra-sezionatore per alimentazione trasformatore SA per scatto fusibili SA;
- Quadro distribuzione 400/230V: commutazione alimentazione da trasformatore SA a Riserva A2A avvenuta;
- Quadro distribuzione 110Vcc e 24Vcc: polarità a terra del 110 Vcc o 24Vcc;
- Quadro distribuzione 110Vcc e 24Vcc: minima tensione 110 Vcc e 24Vcc;
- Telecomando escluso / incluso;
- Quadro cc: scatto temporaneo interruttore extrarapido 1;
- Quadro cc: scatto temporaneo interruttore extrarapido 2;
- Trasformatore SA: allarme temperatura;
- Gruppo 1: allarme per intervento protezione termica trasformatore 1;
- Gruppo 2: allarme per intervento protezione termica trasformatore 2;
- Gruppo 1: allarme per intervento protezione termica raddrizzatore 1;
- Gruppo 2: allarme per intervento protezione termica raddrizzatore 2;
- Quadro cc: blocco temporaneo prova linea interruttore extrarapido 1;
- Quadro cc: blocco temporaneo prova linea interruttore extrarapido 2;
- Quadro MT: blocco interruttore ingresso Ente fornitore per intervento protezione 50/51/51N;
- Quadro MT: blocco interruttore arrivo/partenza dorsale per intervento protezione 50/51/51N;
- Quadro MT: blocco interruttore alimentazione trasformatore di gruppo 1 per intervento protezione

50/51/51N;

- Quadro MT: blocco interruttore alimentazione trasformatore di gruppo 2 per intervento protezione 50/51/51N;
- Quadro MT: blocco interruttore alimentazione trasformatore di gruppo per intervento protezione termica trasformatore gruppo 1;
- Quadro MT: blocco interruttore alimentazione trasformatore di gruppo per intervento protezione termica trasformatore gruppo 2;
- Quadro MT: blocco interruttore alimentazione trasformatore di gruppo 1 per intervento della protezione guasto a terra sezione in cc;
- Quadro MT: blocco interruttore alimentazione trasformatore di gruppo 2 per intervento della protezione guasto a terra sezione in cc;
- Quadro MT: blocco interruttore alimentazione trasformatore di gruppo 1 per intervento fusibili RC;
- Quadro MT: blocco interruttore alimentazione trasformatore di gruppo 2 per intervento fusibili RC;
- Quadro MT: interruttore ingresso Ente fornitore aperto / chiuso;
- Quadro MT: interruttore arrivo/partenza dorsale aperto / chiuso;
- Quadro MT interruttore alimentazione trasformatore di gruppo 1 aperto / chiuso;
- Quadro MT interruttore alimentazione trasformatore di gruppo 2 aperto / chiuso;
- Quadro MT: sezionatore di terra interruttore alimentazione trasformatore di gruppo 1 aperto / chiuso;
- Quadro MT: sezionatore di terra interruttore alimentazione trasformatore di gruppo 2 aperto / chiuso;
- Quadro MT: sezionatore di terra interruttore arrivo A2A aperto / chiuso;
- Quadro MT: interruttore di manovra-sezionatore alimentazione trasformatore servizi ausiliari aperto / chiuso;
- Quadro MT: sezionatore di terra scomparto alimentatore aperto / chiuso;
- Quadro cc: interruttore extrarapido 1 aperto / chiuso;
- Quadro cc: interruttore extrarapido 2 aperto / chiuso
- Quadro cc: interruttore extrarapido 3 aperto / chiuso;
- Quadro cc: interruttore extrarapido 4 aperto / chiuso;
- Quadro cc: sezionatore 1 aperto / chiuso;
- Quadro cc: sezionatore 2 aperto / chiuso;
- Quadro cc: interruttore extrarapido 1 in locale;
- Quadro cc: interruttore extrarapido 2 in locale;
- Quadro cc: interruttore extrarapido 3 in locale; Quadro cc: interruttore extrarapido 4 in locale;
- Quadro cc: guasto a terra sezione cc;
- Quadro distribuzione 400/230V: interruttore bt generale aperto / chiuso;

- Apertura interruttore alimentazione centralina allarme;
- Quadro cc: contattore di messa a terra della sbarra negativa aperto / chiuso;
- Intervento Pulsante Apertura Generale;
- Allarme incendio (da impianto rivelazione fumi);
- Pre-allarme incendio (da impianto rivelazione fumi);
 - Guasto (da impianto rilevazione fumi);
 - Allarme da impianto antintrusione;
 - Sezionatori di linea (aperto/chiuso);

6.7.3 Telemisure

- Tensione sbarra quadro MT;
 - corrente interruttore extrarapido 1;
 - corrente interruttore extrarapido 2;
 - corrente interruttore extrarapido 3;
 - corrente interruttore extrarapido 4;
- corrente raddrizzatore 1;
- corrente raddrizzatore 2;
- tensione sbarra quadro cc.

6.8 Prove da eseguire a SSE completamente montata

Le prove da eseguire a SSE completamente montata hanno lo scopo di verificare la condizione di funzionamento dell'impianto di sottostazione e, in particolare, la rispondenza alle caratteristiche tecniche prescritte in ordine alla sicurezza di esercizio.

Tali prove sono considerate prove di accettazione e si svolgeranno con il seguente programma di massima.

A) Verifiche preliminari

- verifica dei componenti costituenti l'impianto;
- controllo della rispondenza dei circuiti e delle interconnessioni agli schemi elettrici;
- controllo di correttezza, completezza e aggiornamento della documentazione.

B) Prove a vuoto e con b.t.

- prove di funzionalità dei circuiti costituenti l'impianto;
- prove di isolamento,
- controllo delle distanze spinterometriche;
- controllo degli impianti di protezione e di terra;
- controllo delle apparecchiature di comando e di sicurezza.

C) Prove a vuoto a tensione nominale

- verifica dei valori di tensione c.a. lato M.T. e lato b.t.;
- verifica dei valori di tensione lato c.c.

D) Prove a carico

- verifica delle funzionalità degli impianti di potenza;
- verifica intervento dei dispositivi di sicurezza e di interblocco;
- verifica delle apparecchiature di misura.

E) Prove di corto circuito franco in linea

Le prove di corto circuito in linea hanno lo scopo di verificare la corretta apertura dell'interruttore extrarapido per effetto di un cortocircuito. Durante la prova dovrà essere registrato il transitorio di apertura su corto circuito.

Pertanto l'Appaltatore o l'Ente incaricato di eseguire le suddette prove dovranno mettere a disposizione le apparecchiature di prova necessarie, quali:

- registratore di eventi;
- trasduttori;
- shunt per la misura della corrente;
- dispositivi per l'induzione del corto circuito in linea.

Resta inteso che la messa a disposizione delle suddette apparecchiature è onere dell'Appaltatore.

Una volta realizzate le prove, l'Appaltatore dovrà redigere un "Rapporto di prova" in cui dovranno essere descritte:

- le apparecchiature di prova;
- il circuito di misura;
- i risultati ottenuti, attraverso dei rilievi oscillografici di chiara interpretazione, in cui dovrà essere indicata la:
 - la tensione di gruppo;
 - la tensione contatti extrarapido;
 - la tensione di linea;
 - la corrente di linea.

Le prove di corto circuito dovranno essere eseguite in numero di una per ogni alimentatore.

Gli alimentatori di linea saranno provati effettuando i cortocircuiti il più lontano possibile dalla SSE, compatibilmente alla disponibilità di cantiere. Oltre alla prova di cortocircuito lontano deve essere eseguita anche quella di corto circuito vicino.

Tutta la documentazione di prova dovrà essere controfirmata da una società o da un professionista abilitato in base alla normativa e alla legislazione vigente.

F) Inoltre, andrà verificata la possibilità di funzionamento in telecomando.

7 IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE DI LINEA

L'impianto di alimentazione di linea è costituito dai cavi alimentatori positivi e negativi che attraverso i sezionatori di linea portano l'energia alla linea aerea di contatto.

I sezionatori si suddividono in due categorie:

- i sezionatori su cui si attestano i cavi di alimentazione
- i sezionatori cosiddetti di bypass che consentono di portare energia a due diverse zone da uno

stesso alimentatore in caso di eventuali condizioni di fuori servizio. Il sezionatore di bypass, pertanto si trova a cavallo dell'isolatore di sezione che ha lo scopo di separare elettricamente due diverse zone di alimentazione.

7.1 Sezionatori

I sezionatori montanti di alimentazione devono essere di tipo manuale e telecontrollato, mentre i sezionatori di bypass devono essere di tipo motorizzato e telecomandato da posto centrale.

Le caratteristiche dei sezionatori manuali (montanti di alimentazione) e dei sezionatori di bypass devono rispettare quanto descritto nelle norme CEI EN 50123-1/3/6.

Entrambe le tipologie di sezionatore sono montati all'esterno, su pali di sostegno TE prospicienti alla linea.

Le apparecchiature di sezionamento dovranno essere contenute in una cassetta in policarbonato, che deve garantire un grado di protezione IP54, oppure potrebbero avere delle caratteristiche tali da poter essere installate senza involucro di protezione. Comunque qualsiasi sia la tipologia di apparecchiatura adottata deve essere tale per cui sia garantita la possibilità di installarne più di una su un solo palo.

All'esterno della cassetta deve essere prevista una protezione contro le sovratensioni prodotte dalle scariche atmosferiche tramite un limitatore di tensione posto all'ingresso dei collegamenti ai cavi aerei.

L'Appaltatore deve realizzare la fornitura di tutti i materiali e la posa in opera delle apparecchiature sopraddette.

7.1.1 Sezionatori manuali

I complessi di sezionamento manuali sono composti da:

- un sezionatore unipolare a vuoto ;
- deve essere garantita la visibilità dello stato del sezionatore;
- tiranteria di comando, per le manovre di chiusura e apertura del sezionatore da uomo a terra.;
- isolatore in vetroresina;
- durata meccanica ed elettrica indicata dalla norma CEI EN 50123-3 paragrafo 6.5;
- deve seguire le prescrizioni date dalla normativa per quanto riguarda l'installazione all'esterno;
- lo stato (aperto/chiuso) del sezionatore viene riportato in remoto in SSE e al Posto Centrale attraverso microinterruttori posti sull'apparecchiatura e cavi multipolari flessibili posati dall'apparecchiatura fino alla morsettiera di interfaccia con l'impianto di teleoperazioni posta in SSE; in particolare è richiesto un doppio microinterruttore: uno per lo stato di aperto (vero/falso) e uno per lo stato di chiuso (vero/falso). Di conseguenza il cavo deve essere ad almeno due coppie per il corretto rispetto delle suddette segnalazioni. Alternativamente potrebbe essere utilizzato un sistema di comunicazione via GSM o GPRS;
- l'ingresso e l'uscita cavi sia di alimentazione della linea di contatto (uno o più cavi 1x500mm²)

sia di telecontrollo devono essere previste dal basso;

- lo stato del sezionatore deve essere riportato all'esterno della cassetta.

L'Appaltatore deve realizzare la fornitura di tutti i materiali e la posa in opera dei complessi sopradetti ed in particolare deve provvedere a:

- fissare il sezionatore completo al palo, mediante la posa di adeguata carpenteria di supporto;
- collegare i cavi di alimentazione della linea di contatto e i cavi di telecontrollo all'apparecchiatura;
- quant'altro si rendesse necessario per il corretto funzionamento dell'insieme.

I sezionatori manuali sono previsti per operazioni manutentive di carattere straordinario o comunque occasionale, e quindi non sono intesi come strumenti di riconfigurazione durante l'esercizio. La loro manovra, pertanto, deve essere effettuata tramite procedure operative prefissate che garantiscano la manovra in assenza di corrente.

7.1.2 Sezionatori telecomandati

I sezionatori di bypass devono poter essere telecomandati da postazioni remote (Posto Centrale), in quanto la loro manovra consente di effettuare le riconfigurazioni di linea in caso di fuori servizio di un alimentatore o dell'intera SSE.

La possibilità di telecomando consente di velocizzare la procedura di ripristino dell'esercizio in condizione di guasto.

I complessi di sezionamento di bypass telecomandati sono costituiti da:

- un interruttore di manovra sezionatore che garantisca la possibilità di manovra di apertura e di chiusura sotto carico, ossia deve essere in grado di stabilire o di interrompere le correnti nominali di carico. Inoltre, deve mantenere le caratteristiche proprie di un sezionatore, in posizione di aperto deve assicurare per ragioni di sicurezza la corretta distanza di sezionamento. L'interruttore di manovra sezionatore di tipo unipolare,
- un servocomando a motore per le operazioni di apertura e di chiusura da una postazione remota in telecomando. L'alimentazione dei circuiti ausiliari e di comando sarà 110Vcc, valore ammesso dalla tabella 3 della norma CEI EN 50123-1. La scelta della tensione è dovuta all'esigenza di alimentare "in continuità" il motore dalla sezione servizi ausiliari di segnalazione e comando della SSE, che sono posti sotto batteria. Alternativamente, l'energia per il comando del sezionatore e per le apparecchiature del telecomando potrebbe essere derivata direttamente dalla linea di contatto attraverso un convertitore 750/24Vcc, associato ad un sistema in grado di accumulare energia in maniera tale per cui, in caso di linea aerea disalimentata, il comando dell'apparecchiatura possa ancora essere effettuato;
- il circuito di comando e circuiti ausiliari, separati fra loro da setti isolanti, devono essere montati e opportunamente cablati all'interno di un involucro con grado di protezione IP54, in quanto dalla cassetta fuoriescono alberi, tiranti e cavi di alimentazione, inoltre dovranno essere previste bocchette di aerazione anticondensa;
- il complesso dovrà essere equipaggiato con un dispositivo che consenta la manovra manuale sul posto. Il suddetto dispositivo sarà costituito da una tiranteria di comando, per le manovre di chiusura e apertura del sezionatore da uomo a terra. Per ragioni di sicurezza l'apparecchiatura dovrà essere dotata di un altro dispositivo, sempre azionabile da uomo a terra, che consenta di escludere la possibilità di manovra dal telecomando quando sono

necessarie delle manovre sul posto e viceversa. Anche tale dispositivo potrebbe essere costituito da una coppia di astine, una per escludere il telecomando e l'altra per riabilitarlo;

- isolatore in resina epossidica;
- durata meccanica ed elettrica indicata dalla norma CEI EN 50123-3 paragrafo 6.5, che prescrive n° 100 manovre meccaniche e n° 50 manovre elettriche;
- deve seguire le prescrizioni date dalla normativa per quanto riguarda l'installazione della cassetta di contenimento all'esterno.
- lo stato (aperto/chiuso) del sezionatore e il comando di apertura e chiusura vengono riportati in remoto in SSE e al Posto Centrale, attraverso microinterruttori posti sull'apparecchiatura e cavi multipolari flessibili, posati dall'apparecchiatura fino alla morsettiera di interfaccia con l'impianto di teleoperazioni posta in SSE; in particolare è richiesto un doppio microinterruttore: uno per lo stato di aperto (vero/falso) e uno per lo stato di chiuso (vero/falso). Di conseguenza il cavo deve essere ad almeno due coppie per il corretto rispetto delle suddette segnalazioni. Anche l'indicazione dello stato del telecomando incluso(vero/falso)/escluso(vero/falso) deve essere riportata al posto centrale. Alternativamente potrebbe essere utilizzato un sistema di comunicazione via GSM o GPRS;
- l'ingresso e l'uscita cavi sia di alimentazione della linea di contatto (uno o più cavi $1 \times 500 \text{mm}^2$) sia di telecontrollo, telecomando e alimentazione del motore devono essere previste dal basso;
- lo stato del sezionatore deve essere riportato all'esterno della cassetta;
- lo stato del telecomando deve essere riportato all'esterno della cassetta;

L'Appaltatore deve realizzare la fornitura di tutti i materiali e la posa in opera dei complessi sopradetti ed in particolare deve provvedere a:

- fissare il complesso al palo, mediante la posa di adeguata carpenteria di supporto;
- collegare i cavi di alimentazione della linea di contatto e i cavi di telecontrollo, telecomando e alimentazione del motore all'apparecchiatura;
- quant'altro si rendesse necessario per il corretto funzionamento dell'insieme.

Dal punto di vista funzionale le manovre del sezionatore devono essere effettuate secondo la seguente procedura:

1. a telecomando "incluso" deve essere meccanicamente inibita la manovra manuale; sono naturalmente abilitate le manovre in telecomando, e sono disponibili i relativi telecontrolli;
2. a telecomando escluso, si disabilitano i telecomandi e si abilita la manovra manuale; i telecontrolli dello stato rimangono disponibili.

7.1.3 Prove

Le prove si suddividono in due categorie:

- prove di tipo;
- collaudi in fabbrica – prove di accettazione.

Le prove di tipo possono essere sostituite dai certificati di prova eseguite presso il CESI o altro laboratorio legalmente riconosciuto per apparecchiature con caratteristiche analoghe a quelle richiamate nella presente specifica.

Le prove di accettazione o collaudi in fabbrica devono essere eseguite su tutti i componenti della fornitura.

Le opere devono essere eseguite secondo le migliori regole dell'arte, conformemente alle prescrizioni del presente capitolato ed alle norme vigenti CEI, UNEL, UNI, IEC, CENELEC, in modo che le stesse siano perfettamente rispondenti a tutte le caratteristiche indispensabili per un corretto funzionamento, affidabilità e durabilità.

7.1.3.1 Prove di tipo

- prova di sovratemperatura;
- prova di durata elettrica,
- prova di durata meccanica;
- funzionamento in presenza di ghiaccio,
- verifica del grado di protezione dell'involucro dell'unità;
- prove dielettriche:
 - prova di tensione di tenuta ad impulso;
 - prova di tensione a frequenza industriale (sotto pioggia);
 - verifica dei poteri di chiusura e interruzione;
- verifica del comportamento sotto corrente ammissibile di breve durata;
- verifica della robustezza del dispositivo di comando e dell'affidabilità dell'indicatore di posizione.

7.1.3.2 Collaudi in fabbrica – prove di accettazione

- Verifica della conformità ai disegni costruttivi;
- misura della resistenza;
- prova di funzionamento meccanico;
- prove dielettriche: prova di tensione a frequenza industriale (a secco).

7.2 Cavi di alimentazione

I cavi di alimentazione sono costituiti dai cavi alimentatori positivi che collegano la SSE alla linea aerea di contatto, dai cavi alimentatori negativi, che costituiscono il ritorno della trazione e che collegano il binario alla SSE e dal cavo alimentatore di rinforzo, posato lungo tutta la linea.

7.2.1 Cavi di alimentazione positivi

Per i collegamenti tra gli extrarapidi di SSE e i sezionatori di linea (di prima fila e di tipo manuale) dovranno essere impiegati cavi unipolari rispondenti alla norma CEI 20-13, con isolamento 1,8/3kV.

I suddetti cavi devono essere formati da corda rotonda compatta di rame rispondente alla CEI EN 60228 (CEI 20-29), classe 2a, con isolamento in gomma sintetica rispondente alla CEI EN 50363

(CEI 20-11), qualità G7, e con armatura di tipo a nastro.

La sezione del conduttore deve essere come da schema di riferimento BBDPA010.

La tipologia del cavo deve essere RG7NM1.

I cavi dovranno essere completi di trecce in rame per la messa a terra dell'armatura, al fine di poter effettuare un costante controllo dell'isolamento in sottostazione.

7.2.1.1 Cavo alimentatore di rinforzo

L'alimentatore di rinforzo della linea aerea di contatto percorre tutta la linea. Il feeder di rinforzo però deve essere interrotto in corrispondenza del separatore di zona.

Data la configurazione del tracciato è necessario prevedere un feeder di rinforzo per ogni binario.

I suddetti cavi devono essere formati da corda rotonda compatta di rame rispondente alla CEI EN 60228 (CEI 20-29), classe 2a, con isolamento in gomma sintetica rispondente alla CEI EN 50363 (CEI 20-11), qualità G7, e con armatura a treccia o calza metallica.

La sezione del conduttore deve essere come da schema di riferimento BBDPA010.

La tipologia del cavo deve essere FG7R.

7.2.2 Cavi di alimentazione negativi

Gli alimentatori negativi collegano i binari di corsa alla sbarra negativa di SSE (scomparto negativi quadro in corrente continua); il punto di inserimento di questi sui binari di corsa è quello più prossimo alla SSE.

I cavi in oggetto sono di tipo unipolare e rispondenti alla norma CEI 20-13 e con isolamento 1,8/3kV.

I suddetti cavi devono essere formati da corda rotonda compatta di rame rispondente alla CEI EN 60228 (CEI 20-29), classe 2^a, con isolamento in gomma sintetica rispondente alla CEI EN 50363 (CEI 20-11), qualità G7, e con schermatura a fili di rame rosso.

La sezione del conduttore deve essere come da schema di riferimento BBDPA010.

La tipologia del cavo dovrà essere RG7H1R.

7.2.3 Collegamenti fra linea aerea e cavo di rinforzo

Ogni collegamento o risalita di alimentazione è realizzato con cavo FG7R 0,6/1kV di sezione 120mm², con schermo metallico. Tale risalita viene realizzata a partire dal cavidotto in cui è posto il cavo di rinforzo fino a raggiungere la linea aerea di contatto attraverso il plinto e il palo opportunamente predisposti per realizzare il suddetto collegamento. Il passo fra una risalita e al successiva dovrà essere circa 200m.

7.2.4 Prove sui cavi

7.2.4.1 Prove di tipo

- Prova di non propagazione dell'incendio;
- determinazione dell'indice di ossigeno;
- certificazione della prova di determinazione delle quantità di fumi, gas tossici e corrosivi emessi durante la combustione;
- certificazione della prova di determinazione dell'indice di tossicità dei gas emessi durante la prova;
- certificazione della prova di misura dell'opacità dei fumi emessi dai cavi sottoposti al fuoco.

7.2.4.2 Collaudi in fabbrica - prove di accettazione

- Misura dello spessore dell'isolante;
- misura dello spessore della guaina;
- misura del diametro esterno;
- prova di tensione;
- misura dell'angolo di perdita in funzione della tensione;
- misura della resistenza elettrica dei conduttori e schermi;
 - misura della resistenza di isolamento a 20°C;
- misura delle scariche parziali;
- caratteristiche meccaniche degli isolanti e delle guaine;
- allungamento a caldo dell'isolante;
- prova del colpo di calore della guaina;
- prova di resistenza all'umidità.

Tutte le prove sopra indicate devono essere eseguite su un campione della fornitura.

SEZIONE II: LINEA DI CONTATTO

Sommario

1. SCOPO E APPLICABILITÀ	5
2. SIGLE.....	6
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
3.1. Leggi e norme di validità generale	7
3.2. Leggi e norme particolari	9
4. CONTENUTI DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA	12
4.1. Premessa	12
4.2. Elenco della documentazione specifica da sviluppare.....	12
PRIMA PARTE:.....	14
IMPIANTI LINEA DI CONTATTO	14
5. GENERALITÀ	15
6. MODALITÀ ESECUTIVE.....	16
SECONDA PARTE:.....	17
REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E MODALITÀ ESECUTIVE DELLE OPERE – IMPIANTI LINEA DI CONTATTO STANDARD	17
7. LINEA DI CONTATTO STANDARD	18
7.1. Standard prestazionali	18
7.2. Andamento altimetrico della linea di contatto.....	19
7.3. Poligonazione	19
7.3.1. Poligonazione in rettilineo.....	19
7.3.2. Poligonazione in curva.....	19
7.4. Caratteristiche costruttive della linea di contatto	19
7.4.1. Filo di contatto e sezione di linea	19
7.4.2. Sospensioni.....	20
7.4.3. Sospensioni su mensola.....	22
7.4.4. Sospensioni su tiranteria trasversale.....	22
7.4.5. Linea di contatto in regolazione fissa	24
7.4.6. Sostegni e blocchi di fondazione	26
7.4.7. Attacchi alle facciate.....	26
7.5. Linea di contatto in corrispondenza degli scambi.....	27
7.6. Prescrizioni particolari.....	27
TERZA PARTE:	29

REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E MODALITÀ ESECUTIVE DELLE OPERE – IMPIANTI LINEA DI CONTATTO CON CATENARIA RIGIDA.....	29
8. PARTE I	30
8.1. Scopo.....	30
8.2. Campo di applicazione	30
8.3. Documentazione correlata.....	30
8.4. Definizioni e abbreviazioni	30
9. PARTE II	32
9.1. Requisiti di qualità.....	32
9.2. Prescrizioni generali e caratteristiche degli impianti	32
9.2.1. Generalità	32
9.2.2. Caratteristiche tecniche.....	32
9.2.2.1. <i>Elementi costruttivi della catenaria rigida fissa</i>	32
9.2.2.2. <i>Giunti di dilatazione</i>	34
9.2.2.3. <i>Transizione catenaria tradizionale-catenaria rigida</i>	35
9.2.2.4. <i>Sospensioni</i>	36
9.2.2.5. <i>Campate e poligonazioni</i>	36
9.2.2.6. <i>Elettificazione scambi</i>	39
9.3. Componenti catenaria rigida fissa	39
9.3.1. Profilato in lega di alluminio	39
9.3.2. Barra di transizione.....	40
9.3.3. Barra di ancoraggio.....	40
9.3.4. Giunto di dilatazione	41
9.3.5. Piastre di giunzione	42
9.3.6. Protezione profilato in materiale plastico	42
9.3.7. Punto fisso	43
9.3.8. Filo di contatto.....	43
9.3.9. Collegamento elettrico fisso	44
9.3.10. Messa a terra fissa	45
9.3.11. Mensola tipo.....	45
9.3.12. Attacco sospensioni profilato	46
9.3.13. Documentazione progettuale.....	47
10. MATERIALI	47
10.1. Trasversali in fune isolante	47
10.2. Pali.....	47

10.2.1.	Verniciatura dei pali	51
10.2.1.1.	<i>Pulizia dei materiali</i>	51
10.2.1.2.	<i>Primer</i>	51
10.2.1.3.	<i>Finitura</i>	51
10.2.1.4.	<i>Avvertenze</i>	51
10.3.	Materiali ferrosi	52
10.4.	Viterie	53
10.5.	Morsetteria	53
11.	PROVE E COLLAUDI.....	55
11.1.	Riferimenti.....	55
11.2.	Prove sui materiali	55
11.2.1.	Prove sulle funi isolanti di materiale sintetico	55
11.2.1.1.	<i>Prove di tipo</i>	55
11.2.1.2.	<i>Prove di accettazione</i>	55
11.2.2.	Prove sulle mensole in materiale isolante di sostegno della linea aerea di contatto	56
11.2.2.1.	<i>Prove di tipo sul materiale</i>	56
11.2.2.2.	<i>Prove di accettazione</i>	56
11.2.2.3.	<i>Prove di selezione</i>	56
11.2.3.	Prove sul filo sagomato	56
11.2.3.1.	<i>Prove di accettazione</i>	56
11.2.4.	Prove sui materiali ferrosi	57
11.2.5.	Prove sugli isolatori di sezione	57
11.2.5.1.	<i>Prove di tipo sui materiali</i>	57
11.2.5.2.	<i>Prova di accettazione</i>	57
11.2.5.3.	<i>Prove di selezione</i>	57
11.2.6.	Prove sui morsetti.....	57
11.2.6.1.	<i>Morsetto per la sospensione di rettilineo su trasversale</i>	57
11.2.6.2.	<i>Morsetto bifilare</i>	58
11.2.6.3.	<i>Morsetto di poligonazione</i>	58
11.2.6.4.	<i>Giunto di piena trazione filo-filo</i>	58
11.2.6.5.	<i>Morsa d'amarro a stringimento conico</i>	58

1. SCOPO E APPLICABILITÀ

La presente Sezione del Capitolato Prestazionale definisce le opere, relative al sistema di Linea di Contatto, necessarie per la realizzazione della linea tranviaria tratta extraurbana di FdC che da Cosenza Due Fiumi si allunga verso Cosenza – Casali, Pedace e Rogliano.

Nella tratta esterna, è stata predisposta una elettrificazione classica sul tipo di quella già adottata per la Cosenza-Rende-Unical. Uniche eccezioni sono brevi tratti tra gallerie adiacenti per i quali si adotta l'elettrificazione con il sistema a catenaria rigida, costituito da un filo di contatto mantenuto in posizione da apposito profilato rigido di forma opportuna a sua volta sostenuto da sospensioni ancorate sulle mensole dei pali.

Nelle zone in cui è possibile un eccessivo avvicinamento ai conduttori nudi, si provvederà a eseguire idonee protezioni da contatti con le parti in tensione, mediante l'interposizione di ostacoli o la segregazione delle parti stesse, secondo le vigenti normative (CEI 64 8 ed integrazioni).

Di seguito si riportano l'elaborato BBDPA030 *"Schema piano elettrificazione"* e l'elaborato BBDPA090 *"Tipologie pali e sospensioni"* in cui si evidenziano le principali caratteristiche della linea aerea lungo linea.

Nello specifico in quest'ultimo elaborato sono rappresentati il passaggio tra catenaria tradizionale e catenaria rigida in corrispondenza degli ingressi in galleria e la sospensione tipica lungo la linea.

Il documento è articolato:

- in una prima parte, che fornisce gli elementi necessari per una compiuta definizione tecnica ed economica dell'oggetto dell'appalto, anche a integrazione degli aspetti non pienamente deducibili dagli elaborati grafici, e stabilisce gli obblighi dell'Appaltatore;
- in una seconda parte, che contiene le "Norme generali" che devono essere osservate nell'assolvimento dell'appalto.

2. SIGLE

AISI	American Iron and Steel Institute
bt	bassa tensione
ca	corrente alternata
cc	corrente continua
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
CEN	European Committee for Standardisation
CSA	Capitolato speciale d'appalto
DL	Direzione Lavori
EN	European Standard
ISO	International Organization for Standardization
MT	media tensione
RA	regolazione automatica
RFI	Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.
SSE	sottostazione elettrica
TE	trazione elettrica
UE	Unione europea
UNEL	Unificazione Elettrotecnica Italiana
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le opere contemplate dal presente progetto devono essere conformi alla legislazione e alle normative vigenti. In particolare devono essere rispettati i dettami di:

- direttive della UE, se direttamente applicabili,
- leggi, decreti e circolari dello Stato Italiano,
- disposizioni normative a carattere regionale,
- istruzioni e norme di enti normatori (UNI, CEI, CEN, ISO, ecc.),

fermo restando il concetto generalmente applicabile dell'esecuzione "a perfetta regola d'arte".

Di seguito vengono elencate, a titolo non limitativo, leggi e norme esplicitamente richiamate nella presente Sezione del Capitolato speciale d'appalto. Il reperimento della normativa è a carico dell'Appaltatore.

3.1. Leggi e norme di validità generale

D. lgs. 9 aprile 2008, n. 81	"Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" e successive integrazioni
Decreto 22 gennaio 2008, n. 37	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".
D.M. 11 gennaio 1988	"Norme di prevenzione degli incendi nelle metropolitane"
Legge 1° marzo 1968 n. 186	"Disposizione concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici".
DPR n° 447 del 6 dicembre 1991	"Regolamento di attuazione della Legge 05/03/90 n° 46"
Decreto del Presidente della Repubblica n° 459 del 24 luglio 1996	"Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relativi alle macchine"
Decreto Ministeriale n° 48 del 26 giugno 1984	"Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi"

Legge n. 791 del 18 ottobre 1977	“Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità Europee (n° 72/73 CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”
Decreto legislativo n° 626 del 25 novembre 1996	“Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”
Decreto Legislativo n° 476 del 4 dicembre 1992	“Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992”
CEI 20-36	“Prove di resistenza al fuoco dei cavi elettrici”
CEI 20-37	“Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici e dei materiali dei cavi”
CEI EN 60071-2 (CEI 28-4)	“Coordinamento isolamento - Parte 2: Guida di applicazione”
CEI EN 60071-1 (CEI 28-5)	“Coordinamento dell’isolamento - parti 1: definizioni, principi e regole”

3.2. Leggi e norme particolari

Per la costruzione ed installazione delle opere di cui trattasi, oltre alle specifiche contenute nel presente Capitolato Tecnico, dovranno essere rispettate le norme vigenti ed in particolare quelle di seguito indicate, che devono essere considerate in senso non esaustivo.

CEI 7-6	Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee ed impianti elettrici
CEI EN 50119-1(9-2)	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica.
CEI EN 50122-1(9-6)	Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse – Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra.
CEI EN 50122-2(9-6)	Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse – Parte 2: Provvedimenti di protezione contro gli effetti di correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua
CEI EN 50163(9-31)	Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione
CEI EN 50345	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Trazione elettrica – Strutture a fune sintetica isolata per sostegno delle linee aeree di contatto
CEI 20-11	Caratteristiche tecniche e specifiche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine dei cavi per energia e segnalamento
CEI 20-20	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale < a 450/750 V
CEI EN 50266(20-22)	Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio – Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio
CEI EN 60228(20-29)	Conduttori per cavi isolati
CEI EN 60811(20-34)	Metodi di prova per materiali isolanti e di guaina dei cavi elettrici. Parte 3: metodi di prova per mescole di PVC - Sezione 1: prova di pressione ad alta temperatura; prova di resistenza alla fessurazione
CEI 20-38	Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumo e gas tossici e corrosivi. Parte 1 - Tensione nominale U_0/U non superiore a 0,6/1 kV
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 kV in c.a. e a 1,5 kV in c.c.

CEI EN 60529(70-1)	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
CEI UNEL 06132	Attacchi piatti di apparecchiature elettriche per collegamento a una, due e quattro viti
CEI UNEL 35375	Cavi per energia isolati in gomma etolenpropilenica alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con e senza schermo (treccia o nastro). Tensione nominale U _o /U: 0,6/1 kV
UNI 3141	Rotaie per linee ferroviarie Tipi, dimensioni e tolleranze
UNI 4533:	Filettatura ISO a profilo triangolare Profilo e procedimento di calcolo degli elementi geometrici
UNI 6328	Rotaie per linee ferroviarie Qualità, prescrizioni e prove
UNI 7156	Tranvie e tranvie veloci - Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e interbinario - Altezza della linea aerea di contatto
UNI EN 1982	Rame e leghe di rame – Lingotti e getti
UNI EN 1978	Rame e leghe di rame – Catodi di rame
UNI EN ISO 3506/1÷3	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio inossidabile resistente alla corrosione
UNI EN ISO 7040	Dadi esagonali autofrenanti (con inserto non metallico), tipo 1 – Classi di resistenza 5, 8 e 10
UNI EN ISO 4014	Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato Categorie A e B
UNI EN ISO 4017	Viti a testa esagonale con gambo interamente filettato Categorie A e B
UNI EN 10025	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura
UNI EN 10088/1:	Acciai inossidabili. Parte 1:Lista degli acciai
UNI EN 10088/2:	Acciai inossidabili.

Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri resistenti alla corrosione per impieghi generali

UNI EN 10088/3	Acciai inossidabili. Parte 3. Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali
UNI EN 1179	Zinco e leghe di zinco – Zinco primario
CEI 9-24/1÷10	Materiale per linee aeree di contatto di ferrovie, metropolitane e tranvie a tensione nominale fino a 3kV
CEI 20-13	Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30kV
CEI EN 50149(9-64)	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Trazione elettrica – Fili sagomati di contatto in rame e lega di rame
CEI UNEL 35011	Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione
CEI UNEL 73625	Materiale per montaggio di linee aeree di contatto di ferrovie, filovie e tranvie – Morsetti per collegamento del filo di contatto da 65 a 120 UNEL 76011 della corda portante
CEI UNEL 73626	Materiale per il montaggio di linee aeree di contatto di ferrovie, filovie e tranvie – Morsetti per il collegamento di due corde
CEI UNEL 79825	Materiale per linee aeree di contatto di ferrovie, filovie e tranvie – Funi isolanti di materiale sintetico per sospensione ed ormeggio – Tipo e dimensioni – Materiale – Prove e verifiche – Campionamento – Condizioni di fornitura (sostituita parzialmente dalla CEI EN 50119(9-2) Fasc. 6346)
CEI UNEL 79826	Materiale per linee aeree di contatto di ferrovie, filovie e tranvie a tensione nominale fino a 1500V – Isolatori di sezione – Dimensioni, requisiti e prove. (sostituita parzialmente dalla CEI EN 50119(9-2) Fasc. 6346)
CEI EN 50123-4(9-26)	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Apparecchiature a cc. Parte 4: Sezionatori, interruttori di manovra - sezionatori e sezionatori di terra a corrente continua per esterno
CEI EN 61140	Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature

4. CONTENUTI DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA

4.1. Premessa

Obiettivo del seguente paragrafo è fornire gli indirizzi generali da seguire per la progettazione esecutiva per la specifica tipologia dell'impianto a cui il presente documento è riferito.

Il progetto esecutivo rappresenta la ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e quindi deve definire in ogni particolare, e compiutamente, gli interventi di realizzazione.

Detto progetto, in conformità al progetto definitivo consiste nella produzione di tutti i documenti che precisano i requisiti tecnici cui devono rispondere le opere da realizzare nel loro complesso ed in ogni loro parte, con i relativi oneri, nonché degli ulteriori documenti in cui sono definite le modalità di posa, di verifica, di attivazione e di messa in servizio degli impianti in oggetto. Fanno parte della documentazione del progetto esecutivo anche i documenti relativi alla gestione, uso e manutenzione degli impianti quali: manuali operatore, manuali d'uso, manuali di manutenzione, programmi di manutenzione, schede d'intervento, ecc....

Nello sviluppo di tutta la documentazione descritta nel presente capitolo, e comunque oggetto del presente documento, l'Appaltatore è unico responsabile di completezza/correttezza di quanto prodotto. Tale principio è applicato anche qualora venissero recepite in toto le indicazioni del presente capitolato e degli elaborati relativi agli impianti di Linea di Contatto.

Vengono di seguito indicate le principali tipologie degli elaborati da produrre, che comunque sono da ritenersi minimali e non esaustive, i cui contenuti sono necessari, in compatibilità a quanto previsto nelle relazioni e nei capitolati specifici di ogni impianto, per lo sviluppo della progettazione esecutiva.

4.2. Elenco della documentazione specifica da sviluppare

- Relazione tecnica descrittiva e funzionale della linea di contatto, comprensiva delle schede tecniche delle apparecchiature impiegate con indicazione esplicita di marca, modello e descrizione tecnica e funzionale delle stesse.
 - Relazione di calcolo statico per il dimensionamento e verifica dei vari componenti costituenti l'impianto di linea di contatto;
 - Relazione di calcolo statico per la determinazione degli sforzi trasmessi alle strutture sulla base di tiri applicati, con particolare riferimento a pali, blocchi di fondazione, ganci murari;
-
- Piano di elettrificazione di dettaglio contenente:
 - ✓ Livelletta;
 - ✓ Posizione, numero, tipologia e piombatura/poligonazione delle sospensioni della linea; deve essere anche evidenziata l'installazione su mensola o tirante;
-

- ✓ Posizione, numero, tipologia e strapiombi dei sostegni (pali e ganci);
 - ✓ Distanza tra le sospensioni;
 - ✓ Identificazione dei tratti omogenei di linea, con indicazioni relative a lunghezze (ormeggio/punto fisso, ormeggio/ormeggio), tipologia di linea (R.A. o fissa), numerazione;
 - ✓ Collegamenti elettrici per l'alimentazione della linea di contatto;
 - ✓ Identificazione di tutte le apparecchiature installate sulla linea: isolatori di sezione, comando scambi ecc.
- Elaborati relativi a caratteristiche e particolari/assiemi costruttivi di tutti i componenti meccanici ed elettrici della linea di contatto:
 - Piano di manutenzione

In particolare si intende onere dell'Appaltatore la completa revisione del piano di elettrificazione, così come elaborato nel presente progetto definitivo, in relazione a:

- soluzione finale della viabilità e delle sistemazioni superficiali;
- effettiva conformazione dei sottoservizi;
- opportunità, come meglio specificato nel seguito, di adottare ove possibile ganci agli edifici in luogo dei pali di sostegno della linea aerea;
- eventuali altri condizionamenti, sulla tipologia e sulla posizione di sostegni e sospensioni, che dovessero emergere in sede di progetto esecutivo.

PRIMA PARTE:

IMPIANTI LINEA DI CONTATTO

5. GENERALITÀ

Per i requisiti di accettazione dei materiali e le modalità esecutive delle opere si faccia riferimento alla seconda parte di questo stesso documento.

Il piano di elettrificazione è rappresentato negli schemi BBDPA030 e BBDPA080

6. MODALITÀ ESECUTIVE

I piani di elettrificazione che rappresentano le nuove opere devono necessariamente essere valutati ed eventualmente modificati/aggiornati in sede di realizzazione degli interventi, conseguentemente ai vincoli operativi e alle situazioni locali specifiche.

In aggiunta, si intendono compresi e compensati nell'importo forfetario contrattuale:

- sopralluoghi, rilievi e misure;
- elaborazione/aggiornamento disegni relativi all'intervento, comprese le eventuali fasi intermedie e compreso l'as-built;
- elaborazione di calcoli e relazioni di calcolo per la verifica, anche in relazione alle normative applicabili, della statica dei pali (anche esistenti, ove scaricati/caricati per le opere del presente Capitolato), dei tiranti e dei fili di contatto;
- attività di collaudo, anche in più fasi, con la Direzione Lavori, con l'Esercente e con gli Enti di Controllo (Gruppi di Lavoro incaricati dalla Commissione di Agibilità).

SECONDA PARTE:

REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E MODALITÀ ESECUTIVE DELLE OPERE – IMPIANTI LINEA DI CONTATTO STANDARD

7. LINEA DI CONTATTO STANDARD

7.1. *Standard prestazionali*

La linea deve poter essere percorsa dai rotabili alla velocità massima di 70 km/h, ovviamente quando il tracciato plano-altimetrico e il codice della strada lo consentono.

I rotabili devono poter circolare con i pantografi in presa alla massima velocità sopra indicata, con pressioni statiche del pantografo comprese tra 7 e 10 daN.

Gli isolatori di sezione, montati sulla linea per realizzare la separazione elettrica tra le diverse zone di alimentazione, devono permettere il passaggio del pantografo alla massima velocità consentita dalla via.

I suddetti isolatori, o “separatori di zona”, sono in genere di due tipologie:

1. con un tratto di materiale isolante di adeguate dimensioni e senza le cosiddette “sciabole” che garantiscano la continuità di alimentazione.

Da percorrere in “coasting”, scongiurano il pericolo che un pantografo, fermandosi esattamente sotto il separatore di zona, colleghi due zone di alimentazione attigue.

Tali isolatori di sezione vengono utilizzati, ad esempio, quando sono previsti interventi di manutenzione su zone disalimentate attigue a zone alimentate, senza “tratte tampone”.

2. con materiale isolante e “sciabole”

Di derivazione ferroviaria, possono essere percorsi in trazione.

Con l’impiego di tali apparecchiature, devono essere previste le necessarie misure di sicurezza per le operazioni di manutenzione in linea, in quanto il separatore di zona non può essere considerato, esso stesso, una “tratta tampone”.

L’analisi di costi/benefici, dei comportamenti in esercizio e salvo particolari esigenze anche legate alle riconfigurazioni delle alimentazioni legate alla messa fuori servizio di una sottostazione elettrica, consigliano l’utilizzo dei separatori di zona di cui al precedente punto 2.

L’installazione della linea aerea di contatto e di tutte le relative apparecchiature deve essere realizzata nell’assoluto rispetto dei franchi prescritti dalle normative vigenti rispetto alle opere fisse. Riguardo alle parti mobili del materiale rotabile circolante sulla linea, i franchi devono essere rispettati tenendo conto anche dei massimi spostamenti possibili, considerando in particolare, l’iscrizione in curva del pantografo dovuta al disassamento longitudinale dello stesso rispetto all’asse dei carrelli.

7.2. Andamento altimetrico della linea di contatto

L'altezza normale del piano di contatto sul piano del ferro (P.F.) è di 5,60 m.

Per particolari situazioni richieste dal tracciato, sono ammesse altezze minori, comunque, non inferiori a 4,80 m.

Nei raccordi altimetrici, la pendenza relativa dei fili di contatto, rispetto al P.F., non deve superare il 5‰.

7.3. Poligonazione

7.3.1. Poligonazione in rettilineo

In rettilineo la poligonazione del filo di contatto è di ± 200 mm rispetto all'asse del binario.

Di norma, fra le sospensioni poligonate a +200 mm e a -200 mm è inserita una sospensione intermedia con poligonazione zero, ove per "poligonazione zero" si intende la semplice sospensione del filo di contatto.

Per quanto sopra, qualora la sospensione poligonata a zero fosse in rettilineo, e le campate a valle e a monte fossero di uguale lunghezza, il filo di contatto si troverà, sotto sospensione, pressoché in corrispondenza dell'asse binario.

7.3.2. Poligonazione in curva

Le campate massime geometricamente ammesse, per vari raggi di curva, devono essere stabilite in funzione delle caratteristiche geometriche di tutti i rotabili ammessi alla circolazione (posizioni dei pantografi rispetto ai carrelli, ecc.).

Tenendo conto dell'iscrizione in curva del pantografo, dovuta al disassamento longitudinale dello stesso rispetto all'asse dei carrelli, le poligonazioni devono garantire la corretta captazione sia sotto sospensione che a centro campata.

All'atto della stesura delle tabelle campate/poligonazioni, è necessario fornire valori inequivocabili per i montaggi. Pertanto è opportuno riportare anche i valori di "piombatura", intesa come la distanza tra lo scartamento della rotaia interno-curva e la verticale passante per il punto di sospensione del filo di contatto, riportata al piano del ferro

7.4. Caratteristiche costruttive della linea di contatto

7.4.1. Filo di contatto e sezione di linea

Per ogni senso di marcia, in regolazione sia automatica che fissa, la linea è costituita da:

- 1 filo sagomato, in rame ad alta resistenza CuETP UNI 5649, di sezione nominale 120 mm², configurazione AC-120 CEI EN 50149, con posa aerea in contatto col pantografo (un filo per binario),

- 1 feeder costituito da 1 cavo 1 x 240 mm² tipo FG7R 1,8/3 kV (CEI 20-13) con armatura a treccia (calza) metallica, con posa nell'apposito cavidotto

per una sezione complessiva di 360 mm².

7.4.2. Sospensioni

Per la linea tranviaria in esame, devono essere impiegate sospensioni di due tipologie essenziali:

- sospensioni per linea in regolazione automatica (R.A.);
- sospensioni per linea in regolazione fissa (R.F.).

Le diverse caratteristiche delle due tipologie citate sono descritte nei paragrafi seguenti.

Le caratteristiche del tracciato, inoltre, rendono necessaria una ulteriore differenziazione tra sospensioni installate su mensole o su tiranteria trasversale.

Si evidenzia, inoltre, l'importanza di utilizzare componenti/accessori compatibili con il montaggio su mensole in vetroresina, pena rotture/incrinature delle mensole stesse.

Le diverse tipologie di sospensione, a prescindere dal tipo di sostegno, risultano quindi:

a) sospensione per rettilineo

che in R.A. dovrà garantire gli scorrimenti del filo di contatto da e verso i dispositivi di regolazione costante, mentre in R.F. sarà opportuno che non avvengano scorrimenti di nessun tipo; il loro "passo" è 40 m circa in R.A. e 21 m circa in R.F.

b) sospensione passante per curva con linea in R.F.

con compiti di poligonazione/sostegno del filo di contatto; il loro "passo" è mediato tra il rispetto delle campate massime in curva e il rispetto della distanza massima di 21 m, sopra citata e riferita o a una precedente "passante" o a una precedente "per rettilineo". Per ulteriore chiarezza, se, ad esempio, un raggio di curvatura fosse tale da consentire una campata massima di 13 m, dovrebbero essere installate esclusivamente sospensioni del tipo in esame

c) sospensione portante per curva con R.A.

con compiti di semplice sostegno della linea; il loro "passo" è 40 m circa, di cui al punto a) e riferita o a una precedente "portante" o a una precedente "per rettilineo". Non assolvendo funzioni di poligonazione, sono identiche a quelle di rettilineo in quanto i tiri trasversali risultano modesti.

In sede di progettazione esecutiva, possono essere valutati standard per cui, in regolazione automatica, vengono accoppiate astine di poligonazione con sospensioni scorrevoli di rettilineo; si ottiene, in tal caso, una sorta di sospensione passante per regolazione automatica, analogamente a quanto riportato al punto b). La

differenziazione evidenzia che esistono due diverse filosofie di installazione delle linee in R.A., una con semplici sostegni e sospensioni di ritenuta, l'altra con sospensioni di ritenuta/sostegno e sospensioni di ritenuta rispettando, in ogni caso, i 40 m massimi di distanza tra le sospensioni con funzioni di sostegno della linea.

d) sospensione di ritenuta per curva

Utilizzate per garantire le opportune poligonazioni, sia in R.A. che in R.F., affinché il pantografo percorra correttamente il tratto in curva, compatibilmente alle iscrizioni in curva dei rotabili e alle posizioni del pantografo stesso rispetto ai carrelli.

7.4.3. Sospensioni su mensola

L'utilizzo delle mensole in vetroresina facilita il rispetto di quanto recitato dalla normativa vigente in materia di isolamenti; conseguentemente rende possibile evitare particolari provvedimenti, come la messa a terra dei sostegni.

Il complesso che sostiene la sospensione su mensola, sia in rettilineo che in curva, è di norma, costituito da:

1. una mensola tubolare in vetroresina, \emptyset esterno 76 mm, come da norma CEI UNEL 73664;
2. un'aletta antitraccia termorestringente, da montare sulla mensola;
3. un collare e un canotto in acciaio inox, per l'attacco della mensola al palo;
4. un collare in acciaio inox, per l'attacco del tirante alla mensola;
5. uno o due tiranti, realizzati con fune isolante in materiale sintetico e relativi terminali in acciaio inox;
6. due collari in acciaio inox, per l'attacco dei tiranti al palo;
7. la tipologia di sostegno del filo di contatto, compatibile con il tratto di linea interessato (elab. AR-LC001/002 in compatibilità a quanto descritto al paragrafo successivo).

L'Appaltatore deve provvedere a:

- montare le mensole alla quota corretta, fissandole negli appositi collari;
- fissare i collari e le morse sulla mensola, avendo cura di eseguire un corretto serraggio, in modo da non produrre rotture o incrinature sulla mensola stessa;
- realizzare i tiranti in fune sintetica, eseguendo il taglio a misura, l'intestazione dei terminali ed il fissaggio degli stessi ai rispettivi collari sul palo e sulla mensola;
- provvedere al montaggio ed al serraggio della morsetteria;
- quant'altro si rendesse necessario per il corretto funzionamento dell'insieme.

7.4.4. Sospensioni su tiranteria trasversale

Le sospensioni, sia in rettilineo che in curva, sono montate su un tirante trasversale realizzato in fune isolante in materiale sintetico di cui al § 8.1.

Con riferimento alle descrizioni di cui al § 7.4.2, occorre innanzitutto premettere che i tiranti trasversali sono ormeggiati a pali/ganci posti su entrambi i lati del binario nei casi delle sospensioni di cui ai punti "a", "b" e "c".

Solo la sospensione di ritenuta, tipo "d", ha la tiranteria ormeggiata a pali/ganci posti solo sul lato esterno-curva del binario.

Facendo riferimento agli elaborati AR-LC001/002, si fornisce breve descrizione dei principali componenti, relativi a una linea a singolo binario.

a) sospensione per rettilineo

- fune isolante in materiale sintetico tipo 3t, in un unico spezzone di esatta lunghezza completo dei relativi terminali in acciaio inox;
- un morsetto in vetroresina, o similari, con due viti in acciaio inox, per l'attacco del supporto della sospensione al tirante;
- un cavallotto a delta, realizzato con un supporto in cupralluminio, uno spezzone di filo di contatto sez. 120 mm² opportunamente piegato e due morsetti bifilari completi in cupralluminio. Tale cavallotto, in caso di linea in R.A. deve essere sostituito da apposito cavetto appoggiato a una piccola puleggia di scorrimento in materiale sintetico.

b) sospensione passante per curva con linea in R.F.

- fune isolante in materiale sintetico tipo 3t, in spezzoni di diverse lunghezze, completi dei relativi terminali in acciaio inox;
- una colonnina e una piastra di accoppiamento, in acciaio inox;
- una sospensione completa, in anticorodal;
- due tirantini di poligonazione in acciaio inox, completi di 1 morsetto di attacco al filo sagomato;
- un anello, in acciaio inox.

c) sospensione portante per curva con R.A.

È identica alla sospensione per rettilineo salvo l'utilizzo, come accessorio, dell'accoppiamento con due tirantini di poligonazione. In tal caso deve essere dotata di tirante, ormeggiato esterno curva, per il corretto posizionamento dei tirantini di poligonazione.

d) sospensione di ritenuta per curva

- fune isolante in materiale sintetico tipo 3t, in spezzoni di diverse lunghezze, completi dei relativi terminali in acciaio inox;
- una colonnina e due piastre di accoppiamento, in acciaio inox;
- una sospensione completa, in anticorodal;
- due tirantini di poligonazione in acciaio inox, completi di 1 morsetto di attacco al filo sagomato;
- un anello, in acciaio.

In tutti i casi le funi isolanti, con i loro terminali, sono agganciate a collari in acciaio inox montate sui pali oppure a ganci fissati alle facciate degli edifici.

L'Appaltatore deve realizzare la fornitura di tutti i materiali e la posa in opera dei complessi e in particolare deve provvedere a:

- montare alla quota corretta e serrare adeguatamente sui pali i collari che fanno da supporto alle sospensioni;
- realizzare i tiranti in fune sintetica, eseguendo il taglio a misura, l'intestazione dei terminali ed il fissaggio degli stessi ai collari montati sui pali;
- posare la sospensione, preventivamente montata, fissandola ai tiranti;
- quant'altro si rendesse necessario per il corretto funzionamento dell'insieme.

7.4.5. Linea di contatto in regolazione fissa

Per tratti di linea ove le caratteristiche del tracciato non consentono l'impiego di linee in regolazione automatica (ad esempio, e come descritto in precedenza, in corrispondenza di tratti particolarmente tortuosi e con curve molto strette), viene installata una linea di contatto in regolazione fissa.

Il filo di contatto viene ormeggiato e pre-tesato secondo valori che garantiscano sia le corrette frecce a centro campata, con le temperature più alte di esercizio previste, sia le massime tensioni meccaniche, ammesse sul conduttore, con le temperature più basse.

A titolo puramente esemplificativo, i grafici in fig. 1/2 rappresentano tesature e frecce al centro di una campata di circa 23 m, in zona ove è prevista una temperatura di esercizio compresa tra -15 e 40 °C.

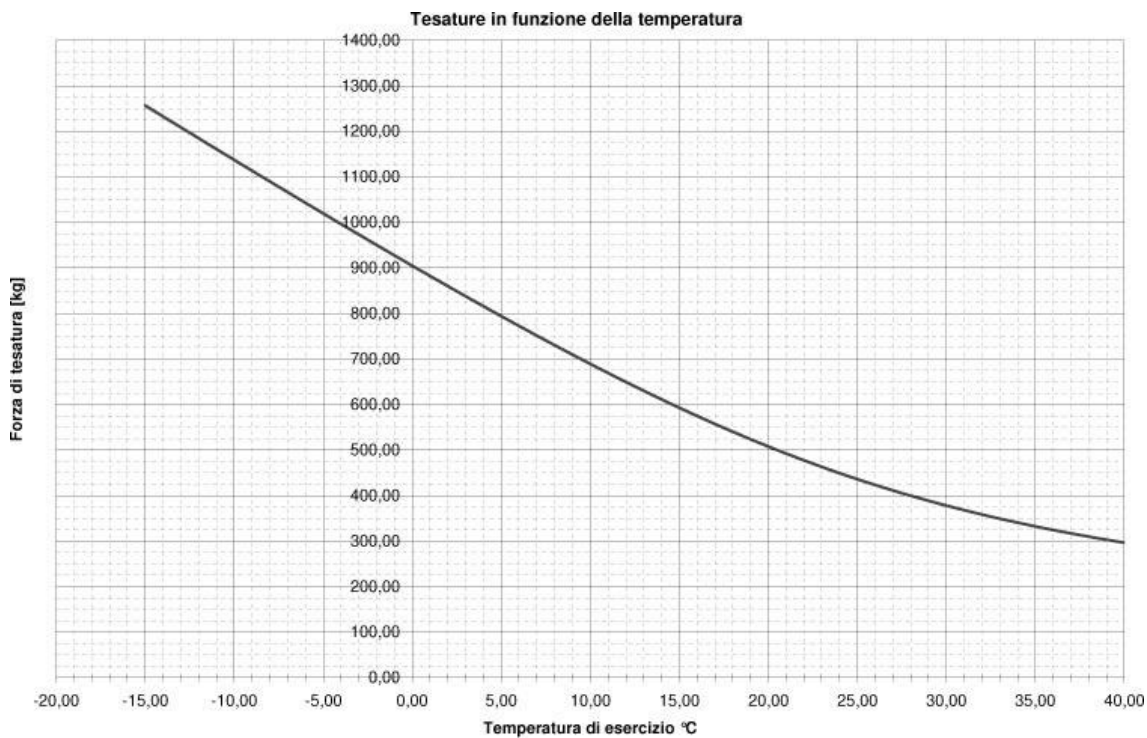


Fig. 1

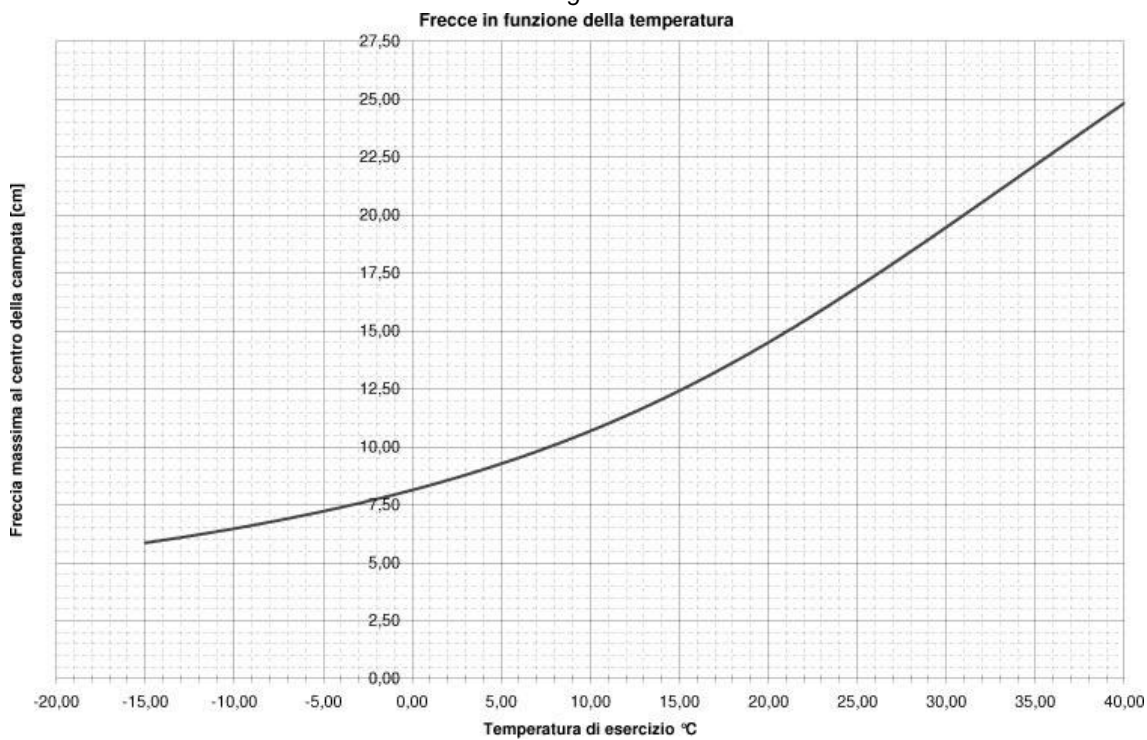


Fig. 2

Le sospensioni in rettilineo sono costituite da “cavallotti a delta”, distanziati con campate di circa 20 m, che realizzano sia la poligonazione che il sostegno dei fili; detti cavallotti sono montati sui tiranti trasversali.

Le sospensioni in curva sono costituite da due astine di poligonazione, poste sempre sull'esterno curva, morsettate ai fili di contatto, ormeggiate su tiranti trasversali e in grado di sopportare i carichi orizzontali ortogonali alla linea che si creano sulle curve.

Tali sospensioni, per curva, sono di due tipi:

1. passanti, con tiranteria trasversale ormeggiata ai due lati della linea;
2. di ritenuta, con tiranteria ormeggiata solo sul lato esterno curva.

Le campate in curva saranno, per i vari raggi di curva, conformi alle caratteristiche geometriche dei rotabili.

Tutte le sospensioni citate nel presente paragrafo possono essere installate su mensola, quando risultasse inapplicabile una configurazione con l'attacco di tiranteria sui due lati della linea.

7.4.6. Sostegni e blocchi di fondazione

I sostegni della linea di contatto all'esterno sono pali tubolari in acciaio tipo M, rastremati, zincati secondo le specifiche RFI, verniciati secondo accordi con le Autorità Competenti e montati con opportuni strapiombi, in modo da presentarsi verticali, una volta caricati.

I blocchi di fondazione dei pali sono realizzati in calcestruzzo di cemento con classe di resistenza C20/25.

7.4.7. Attacchi alle facciate

Il piano di elettrificazione facente parte del presente progetto definitivo prevede, come ipotesi di base, l'utilizzo di pali, come sostegni e ormeggi, per tutta l'estensione della linea.

Tuttavia, in relazione all'esigenza di ottimizzare l'impatto estetico dell'introduzione della tranvia nel contesto urbano, è opportuno verificare, in sede di progetto esecutivo, la possibilità – sia tecnica sia amministrativa – di utilizzare attacchi alle facciate degli edifici esistenti, in luogo dei pali.

La verifica tecnica deve comprendere:

- posizione, rispetto ai binari, e all'altezza degli edifici;
- valutazione strutturale degli edifici in relazione ai tiri applicati;
- valutazione dei possibili punti di realizzazione degli attacchi rispetto alle strutture portanti degli edifici, tenendo conto dei vincoli (es: balconi, facciate di pregio, facciate particolari – es: vetro -)

La verifica amministrativa deve comprendere:

- pratiche amministrative per le autorizzazioni comunali all'installazione;
- rapporti con le proprietà interessate, per l'ottenimento dei necessari benestare (qualora richiesti dalle autorizzazioni comunali).

Tutte le verifiche tecnico-amministrative, citate nel presente paragrafo, devono intendersi comprese e compensate nell'importo forfetario contrattuale.

Ciò premesso, l'eventuale utilizzo di attacchi alle facciate deve essere effettuato tenendo conto delle seguenti prescrizioni.

Il fissaggio di sospensioni, sostegni, grappe, ecc. su strutture in cemento armato deve essere eseguito utilizzando di norma tasselli chimici.

Sulla base delle indicazioni fornite dal piano di elettrificazione, è necessario individuare per ciascun attacco l'esatta posizione dell'ormeggio e il sistema più adatto di ancoraggio, in relazione al tiro scaricato dalle sospensioni e alle caratteristiche strutturali dell'edificio.

L'esecuzione delle forature sulle facciate deve essere realizzata in modo che, in nessun caso, vengano tagliati i ferri di armatura, pertanto devono essere utilizzati strumenti idonei per l'individuazione preventiva dei ferri ed eseguire assaggi sulle murature prima della foratura .

7.5. Linea di contatto in corrispondenza degli scambi

Particolare cura deve essere prestata nella realizzazione della linea aerea sugli scambi dove, come per la piena linea, i fili di contatto, delle linee in regolazione automatica, debbono poter scorrere liberamente senza incontrare ostacoli: è questa una delle condizioni essenziali per il buon funzionamento dell'impianto.

La formazione degli scambi è realizzata in modo da rispettare questa regola fondamentale; nello stesso tempo devono essere osservate altre speciali disposizioni per eliminare il pericolo che i corni dell'archetto del pantografo si impiglino nei fili di contatto.

Sullo scambio si accostano i fili di contatto che servono i due binari interessati; la sospensione speciale di scambio deve mantenere i fili di entrambi i binari alla corretta quota altimetrica.

Dopo tale sospensione, il filo inattivo proveniente deve risalire all'ormeggio il più rapidamente possibile.

Per assicurare che i fili di contatto si sollevino contemporaneamente al passaggio del pantografo e per evitare impigliamenti, vengono montati entrambi sulla sospensione speciale che tiene uniti i fili all'accostamento.

In ogni caso si deve evitare che nel punto dove il pantografo entra in presa con il filo in deviata si trovino morsetti di alcun genere.

In corrispondenza dei punti di incrocio devono essere montati cavallotti flessibili in corda nuda, sezione 120 mm², sui fili di contatto delle due linee per garantire il collegamento elettrico senza impedire il libero scorrimento dei fili stessi sotto l'azione della regolazione automatica.

7.6. Prescrizioni particolari

A titolo non esaustivo, si richiama l'attenzione dell'Appaltatore/progettista, sulla necessità di ottemperare a tutta la normativa vigente (CEI EN 50122) in termini di protezione contro i contatti diretti/indiretti, con

particolare riferimento a recinzioni, parapetti e mancorrenti metallici di protezione che fossero installati in prossimità della linea.

TERZA PARTE:

REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E MODALITÀ ESECUTIVE DELLE OPERE –

IMPIANTI LINEA DI CONTATTO CON CATENARIA RIGIDA

8. PARTE I

8.1. Scopo

Il presente Capitolato Tecnico deve essere di riferimento nella realizzazione e nella fornitura dei materiali nel caso di elettrificazione di galleria realizzata con la catenaria rigida.

Esso illustra i principi generali per la posa in opera di detta catenaria e da i riferimenti per la fornitura dei relativi materiali ed attrezzature particolari da prevedere.

8.2. Campo di applicazione

Il Capitolato Tecnico troverà applicazione nel caso di elettrificazione con la catenaria rigida nel caso di :

- gallerie esistenti da elettrificare o da rieletrificare;
- cavalcaferrovia larghi;
- ponti;
- impianti assimilabili a quelli suindicati.

Il sistema di elettrificazione con la catenaria rigida potrà essere impiegato sia su impianti di tipo tradizionale che su impianti facenti parte del sistema ad alta capacità alimentati a 3kV c.c. e/o a 25 kV c.a.

Si deve utilizzare la catenaria rigida negli impianti sopra indicati quando esistono difficoltà legate a problemi di sagoma che non permettono, con l'impiego della catenaria tradizionale, il rispetto dei vincoli di sicurezza e/o funzionali o il raggiungimento delle prestazioni richieste.

In particolare, si deve prevedere l'utilizzo della catenaria rigida quando non è altrimenti possibile rispettare, con altre soluzioni tradizionali, il valore minimo assoluto di 4,51 m sul P.F. dell'altezza del piano di contatto ed il valore del franco elettrico di 15 cm tra parti in tensione e parti a terra.

8.3. Documentazione correlata

Gli impianti realizzati con la catenaria rigida, devono essere conformi, oltre a quanto prescritto dal presente Capitolato Tecnico, anche alle leggi e alle norme nazionali ed internazionali citate e non citate, per quanto applicabili, nella loro edizione più aggiornata alla data dell'offerta da parte del fornitore:

8.4. Definizioni e abbreviazioni

Tra le abbreviazioni più ricorrenti, si rammentano:

FS = Ferrovie dello Stato

RFI = Rete Ferroviaria Italiana

TC = Direzione Tecnica
SO = Struttura Operativa
TE = Energia e Trazione Elettrica
STF = Specifica Tecnica di Fornitura
CR = Catenaria Rigida
PF = Piano del Ferro
CT = Capitolato Tecnico

9. PARTE II

9.1. *Requisiti di qualità*

La ditta che esegue la posa in opera e/o fornitrice dei materiali necessari oggetto del presente Capitolato Tecnico, deve, oltre ad avere le necessarie capacità tecnico organizzative, operare con un Sistema Qualità conforme alle norme UNI EN ISO 9001 certificato da Organismo di Certificazione accreditato in Italia dalla Sincert oppure da Organismo di Certificazione riconosciuto o accreditato dalle competenti autorità del Paese di appartenenza dell'organismo stesso del fornitore.

9.2. *Prescrizioni generali e caratteristiche degli impianti*

9.2.1. Generalità

Il filo di contatto per la trazione elettrica è di norma sostenuto dalla fune portante per mezzo di pendini; tale sistema viene denominato "catenaria tradizionale".

Lo stesso filo di contatto in rame sagomato, può essere sostenuto da un profilato in alluminio mediante inserimento del conduttore nella parte inferiore del profilato che presenta una foggia appositamente sagomata; questo sistema innovativo viene denominato "catenaria rigida fissa".

La catenaria rigida può essere impiegata per l'elettificazione di binari ubicati in spazi limitati (es. vecchie gallerie) e in tutti quei casi in cui si intende garantire il massimo grado di sicurezza per l'incolumità delle persone (es. stazioni metropolitane, binari interni a rimesse e depositi locomotive, presenza di scambi in uno spazio ridotto); con la catenaria rigida infatti i conduttori non sono sollecitati a trazione e quindi a rottura.

9.2.2. Caratteristiche tecniche

9.2.2.1.

Elementi costruttivi della catenaria rigida fissa

Come accennato nelle generalità la linea di contatto con catenaria rigida fissa è costituita da un profilato di alluminio al di sotto del quale viene inserito il filo di rame sagomato.

Il filo di contatto non è sollecitato da alcun tiro e viene inserito impiegando una pasta speciale a base di grasso e polvere di zinco allo scopo di evitare qualsiasi corrosione dovuta al contatto rame/alluminio.

I segmenti di profilato della lunghezza massima di 12 metri, sono uniti tra loro per mezzo di piastre di giunzione in alluminio fissate tramite bulloni, alla parte interna dei profilati stessi.

Per consentire l'allungamento senza deformazioni, i tratti continui di catenaria rigida hanno una lunghezza massima di 400 m.

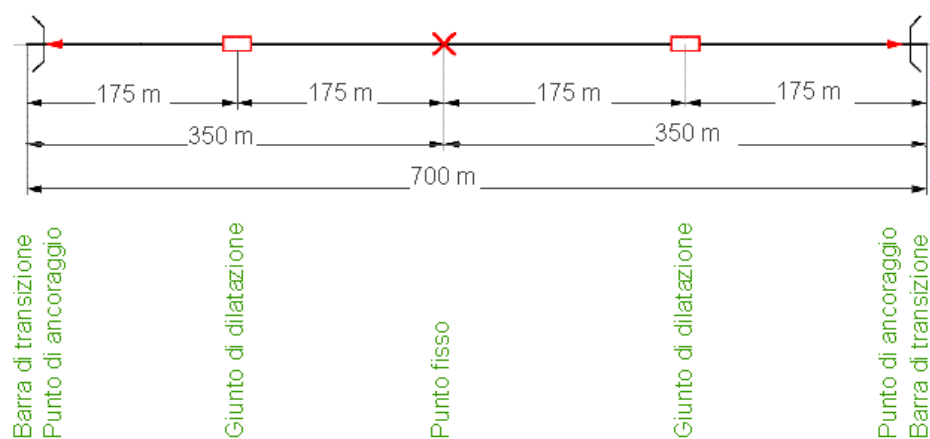
Punti fissi, installati in posizione mediana del tratto compreso tra due giunti di dilatazione, permettono di ripartire equamente le variazioni di lunghezza dovute ai salti di temperatura ambiente.

All'imbocco delle gallerie o manufatti, le condutture tradizionali vengono ormeggiate al frontale e viene garantita la continuità elettrica mediante opportuni cavallotti.

Nella zona di passaggio tra linea tradizionale e catenaria rigida, vengono impiegate barre di catenaria rigida opportunamente lavorate per garantire la transizione tra diversi gradi di elasticità e l'ancoraggio del filo di contatto

La disposizione degli elementi costruttivi della catenaria rigida sono illustrati dalla figura 1 che riporta uno schema tipo di installazione di catenaria rigida fissa della lunghezza di 700 m.

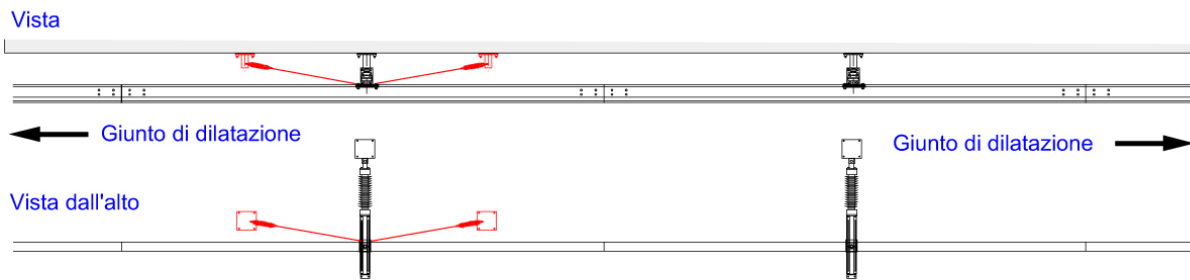
Figura 1



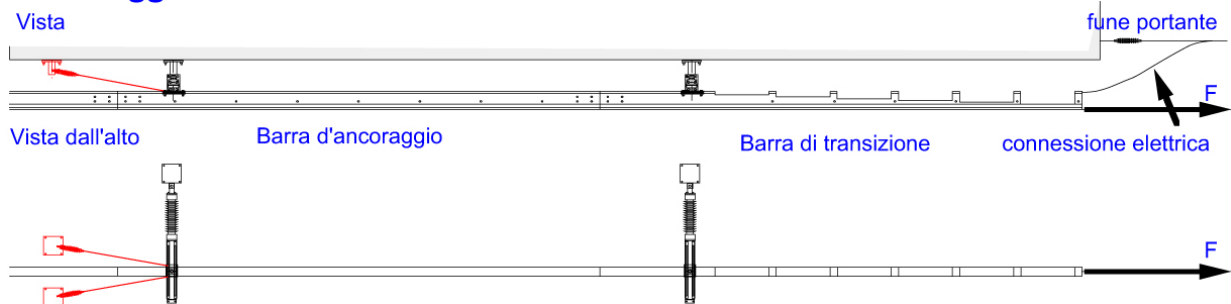
La figura 2 illustra un esempio particolare di montaggio del punto fisso, ancoraggio della linea di contatto e barra di transizione con relativa continuità elettrica.

Figura 2

Punto fisso



Ancoraggio della linea di contatto



9.2.2.2.

Giunti di dilatazione

Il giunto di dilatazione ha la funzione di permettere la dilatazione longitudinale del profilato di alluminio causata dalle variazioni della temperatura.

In corrispondenza del giunto di dilatazione deve essere assicurata la continuità elettrica della conduttura nonché un piano che consenta il libero transito del pantografo.

Il giunto di dilatazione può essere realizzato mediante l'affiancamento di due profilati oppure mediante l'impiego di un dispositivo speciale come indicato nel successivo punto II.3.4.

La scelta del dispositivo da impiegare per consentire la dilatazione della catenaria è in funzione delle esigenze connesse con l'esercizio e le operazioni di manutenzione.

Nel caso di elettrificazione di binari di piena linea è opportuno utilizzare il primo sistema che permette, tra l'altro, di suddividere la catenaria rigida in più tratte elementari riducendo così le operazioni di ripristino in caso di dissesto.

Il numero dei giunti di dilatazione in funzione della lunghezza del tratto di catenaria rigida, misurata tra due punti di ancoraggio o punti fissi, è quello che risulta dalla tabella 1.

Tabella 1

Lunghezza della CR (m)	Giunti (n°)
≤ 350	1
≤ 700	2

≤ 1120	3
≤ 1540	4
≤ 1960	5
≤ 2380	6
≤ 2800	7
2800 ÷ 5100	+ 1 Giunto ogni 460 m
oltre 5100	+ 1 Giunto ogni 520 m

9.2.2.3.

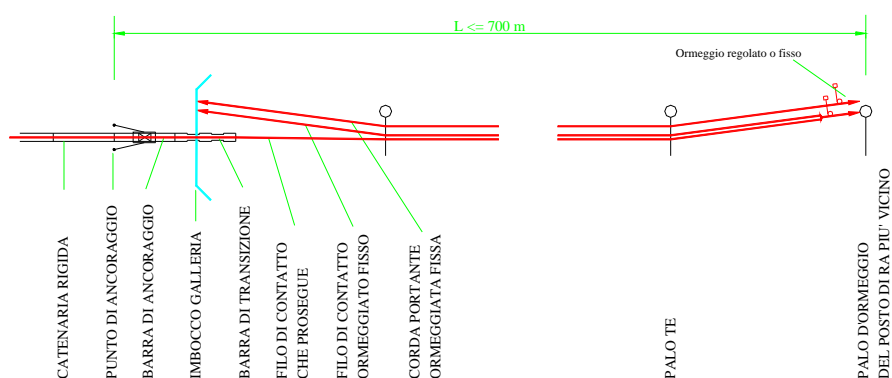
Transizione catenaria tradizionale-catenaria rigida

Nelle zone di transizione dalla linea di contatto tradizionale a quella con catenaria rigida avente un diverso grado di cedevolezza, viene impiegata una barra di transizione con lo scopo di evitare i distacchi del pantografo.

Nella zona di transizione, uno dei due fili di contatto e la corda portante della catenaria tradizionale vengono ormeggiati sul frontale dell'opera d'arte e viene assicurata la continuità elettrica corda portante-estremità della barra di transizione mediante una connessione elettrica in rame come indicato in figura 2. Il secondo filo di contatto prosegue e viene inserito nella catenaria rigida dove è ormeggiato, per mezzo di una barra di ancoraggio fissata con appositi stralli, ad un punto di ancoraggio sulla volta dell'opera d'arte (vedi figura 2).

Questa soluzione è possibile se la lunghezza del filo di contatto tra il punto di ancoraggio interno alla galleria ed il suo ormeggio regolato non è superiore a 700 m (vedi figura 3).

Figura 3

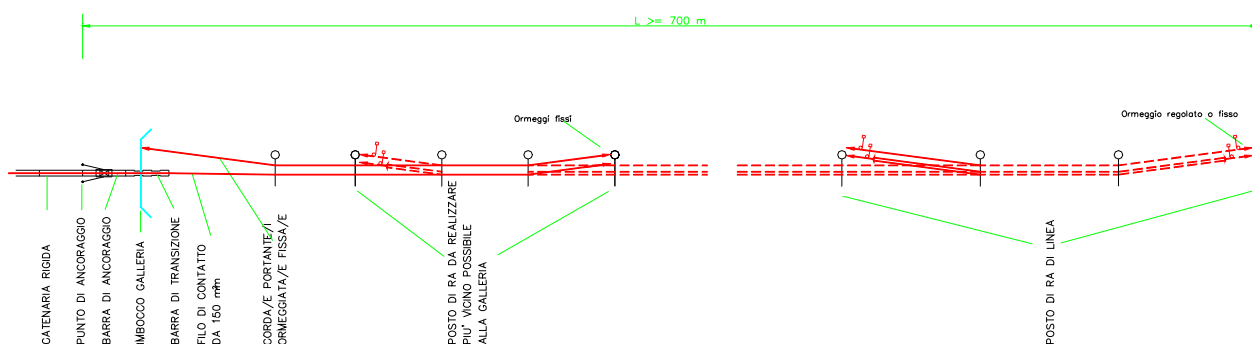


Nel caso in cui tale lunghezza sia superiore a tale valore, sarà opportuno realizzare un posto di regolazione automatica per la catenaria tradizionale quanto più possibile in prossimità della galleria e quindi far ripartire

verso la catenaria rigida un solo filo di contatto da 150 mm² con una o due corde portanti la cui sezione dipende dalla sezione totale della linea di contatto prevista.

In questo caso, mentre il semplice filo prosegue inserito nella catenaria rigida, la corda o le corde portanti vengono ormeggiate fisse al frontale dell'opera d'arte e viene assicurata la continuità elettrica come sopra indicato (vedi figura 4).

Figura 4



In ambedue le soluzioni è comunque indispensabile, per diminuire la variazione di elasticità, fare in modo che all'approssimarsi della catenaria rigida le campate della catenaria tradizionale diventino più corte possibile.

9.2.2.4.

Sospensioni

Le sospensioni della catenaria rigida sono di diversi tipi e forme ed in dipendenza dello spazio disponibile tra la catenaria rigida stessa ed il volto della galleria o del manufatto.

L'assenza della fune portante e la rigidità del sistema consentono di ridurre la distanza tra le parti in tensione e quelle a terra al valore minimo imposto dal franco elettrico che è pari a 15 cm per l'esercizio alla tensione di 3 kV cc e pari a 27 cm per l'esercizio alla tensione di 25 kV ca.

9.2.2.5.

Campate e poligonazioni

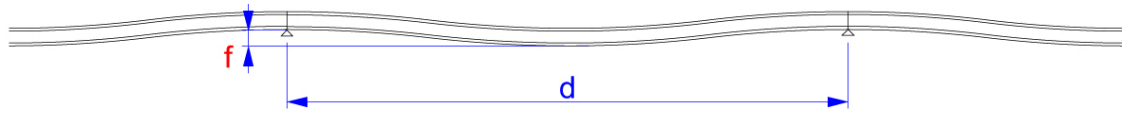
La campata massima assoluta fra due sospensioni è pari a m 12, essa varia in dipendenza della velocità massima ammessa dalla linea. La velocità massima consentita dai mezzi elettrici di trazione con il sistema di elettrificazione con catenaria rigida è di 160 km/h.

Come indicato in figura 5 la distanza tra le sospensioni diminuisce con l'aumentare della velocità massima consentita dalla linea; per la velocità minima la lunghezza delle campate è di 12 metri, per la velocità massima di 160 km/h la lunghezza delle campate è di 8 metri.

La figura 5 illustra la velocità massima consentita dalla linea in funzione della distanza tra le sospensioni della linea di contatto e la relativa freccia del profilato nel piano verticale

Figura 5

Freccia in funzione della campata



d (m)	8	10	12
f (mm)	3.1	7.5	15.5
V Max km/h	160	120	80

La poligonazione della linea di contatto viene realizzata secondo gli schemi di poligonazione di cui alla figura 5a ed alle tabelle 2 e 3 nelle quali sono riportati tutti i parametri in funzione della velocità massima ammessa dalla linea.

Figura 5a

Schema poligonazioni

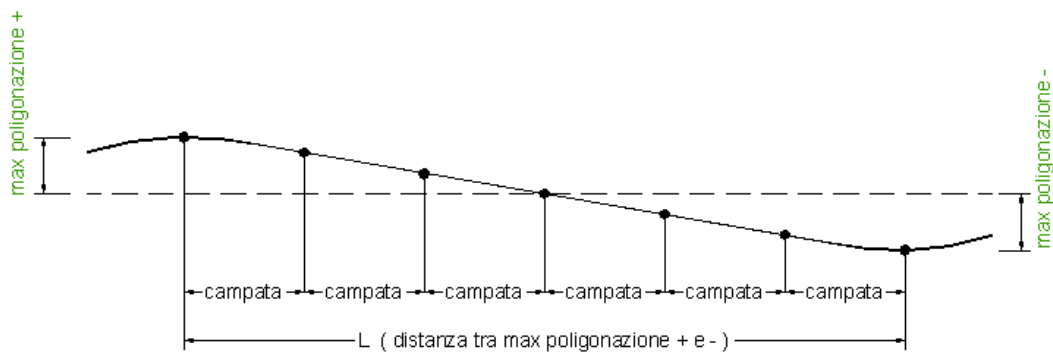


Tabella 2

Velocità e distanze

Velocità (km/h)	Campata (m)	Poligonazione (cm)	L (m)
≥ 80	12	20	120
≥ 120	10	20	200
≥ 160	8	15	240

Tabella 3

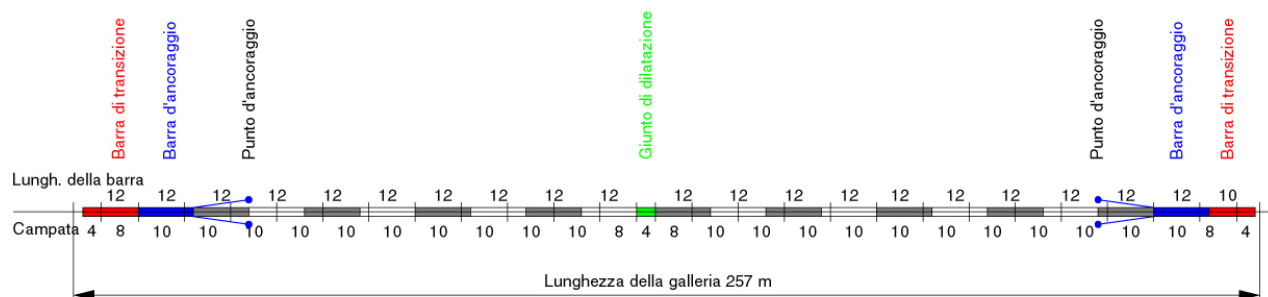
Valori poligonazione

Campate n°	Valore poligonazione (cm)
10	+20, +19, +16, +12, +6, 0, -6, -12, -16, -19, -20
20	+20, +20, +19, +18, +16, +14, +12, +9, +6, +3, 0, -3, -6, -9, -12, -14, -16, -18, -19, -20, -20
30	+15, +15, +14, +14, +13, +12, +11, +10, +9, +8, +7, +6, +4, +3, +2, 0, -2, -3, -4, -6, -7, -8, -9, -10, -11, -12, -13, -14, -14, -15, -15

In figura 6 è riportato un esempio di un piano di elettrificazione di galleria elettrificata con catenaria rigida. In esso è particolarmente evidenziata la disposizione di:

- barra di transizione,
- barra di ancoraggio,
- punto di ancoraggio,
- giunto di dilatazione,
- lunghezza delle campate,
- lunghezza delle barre di profilato.

Figura 6

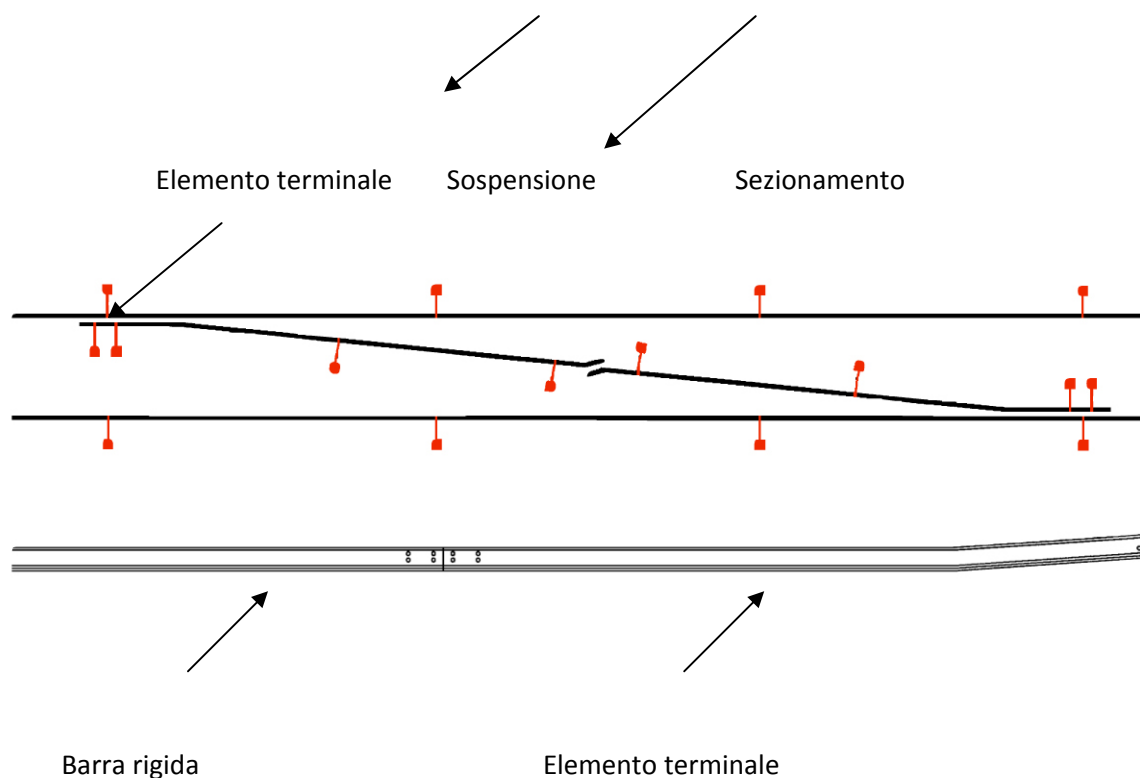


9.2.2.6.

Elektrificazione scambi

La catenaria rigida può essere impiegata per l'elektrificazione dei deviatori e delle comunicazioni pari-dispari con realizzazione dello spazio d'aria come illustrato nella figura 7 sotto riportata.

Figura 7



9.3. Componenti catenaria rigida fissa

9.3.1. Profilato in lega di alluminio

Le barre di profilato in lega di alluminio sono munite, su ciascuna delle due estremità, di otto fori filettati necessari per l'applicazione delle piastre di giunzione.

Sulla parte inferiore del profilato viene inserito il filo sagomato in rame della sezione di 100 o 150 mm² sul quale si realizza il contatto per la captazione della corrente di trazione.

Un apposito attacco, applicato sulla parte superiore del profilato, consente il collegamento del profilato stesso alla sospensione, che può essere di forma e tipo diverso in relazione alla sezione dell'opera civile.

La barra è sostenuta tramite isolatori a 3 kV o 25 kV e mensole poste alla distanza massima di 12 m; ha funzioni sia meccaniche (sostegno del filo di contatto sagomato) che elettriche in quanto conduttore attivo per la corrente di trazione.

La poligonazione della linea di contatto si può realizzare mediante lo spostamento dell'attacco sospensione-profilato

Per consentire la fuoriuscita dell'acqua che si accumula a seguito di condensa all'interno dello scatolare, sulla parte inferiore del profilato e ad intervalli di 4 m vengono praticati due fori laterali.

9.3.2. Barra di transizione

I sistemi di elettrificazione "catenaria tradizionale" e "catenaria rigida" hanno un valore diverso di elasticità.

Per consentire un passaggio dolce del pantografo tra le due zone con valore diverso di elasticità, ed evitare quindi distacchi del pantografo, tra i due sistemi viene installata la barra di transizione.

Tale apparecchiatura è costituita da un segmento di profilato della lunghezza variabile da 4B8 metri sul quale è stata realizzata una serie di fresature di diversa e graduale profondità.

Nel tratto di confine la fune portante viene ormeggiata mentre il filo di contatto viene inserito nella barra di transizione per continuare poi nel profilato di alluminio costituente l'attigua catenaria rigida come meglio illustrato nella precedente figura 6.

La continuità elettrica, fune portante catenaria rigida, viene assicurata mediante apposito morsetto applicato all'estremità della barra di transizione e cavallotto di continuità fune catenaria rigida.

A protezione della parte superiore della barra di transizione, aperta per la realizzazione delle fresature, viene applicata la protezione in materiale plastico di cui al successivo punto II.3.7.

Per consentire la fuoriuscita dell'acqua che si accumula a seguito di infiltrazione di umidità o per condensa all'interno dello scatolare, sulla parte inferiore della barra di transizione ed in mezziera della lunghezza della barra, vengono praticati due fori laterali.

9.3.3. Barra di ancoraggio

Come illustrato dalle figure 5 e 6, nelle zone di passaggio dalla catenaria tradizionale alla catenaria rigida, il filo sagomato pendinato sulla fune portante, viene fissato ed ancorato sulla barra di ancoraggio che è costituita da profilato di alluminio della lunghezza di m 12.

Sulla parte verticale delle alette costituenti il profilato, a distanze ugualmente ripartite sulla lunghezza della barra, sono praticati otto fori sui quali sono inseriti e stretti, con filo sagomato inserito, quattro bulloni.

Lo stringimento dei bulloni impedisce lo scorrimento del filo sagomato sollecitato dal tiro del sistema di contrappesatura relativo alla catenaria tradizionale.

Per l'ancoraggio della barra, sollecitata dal tiro del filo di contatto, alle strutture portanti dell'opera civile, sulla parte superiore della barra di ancoraggio stessa, viene applicato un dispositivo di attacco. Su tale dispositivo vengono montati due stralli in acciaio, sezionati elettricamente ormeggiati al punto di attacco dell'opera civile, che si trova rispetto al punto di ancoraggio, sul lato opposto a quello del tiro del filo sagomato.

Per consentire la fuoriuscita dell'acqua che si accumula a seguito di condensa all'interno dello scatolare, sulla parte inferiore del profilato e ad intervalli di 4 metri vengono praticati due fori laterali.

9.3.4. Giunto di dilatazione

Il giunto di dilatazione ha la funzione di permettere la dilatazione longitudinale del profilato di alluminio causata dalle variazioni della temperatura.

In corrispondenza del giunto di dilatazione deve essere assicurata la continuità elettrica della conduttura nonché un piano che consenta il libero transito del pantografo.

Il giunto di dilatazione di cui alla Specifica Tecnica.....permette una variazione di lunghezza del profilato di ± 250 mm e, tenuto conto del coefficiente di dilatazione lineare dell'alluminio, la lunghezza massima di un tratto continuo di catenaria è di 300-400 m in funzione della escursione termica ambientale.

In dipendenza delle caratteristiche costruttive dell'opera civile, il giunto di dilatazione può essere realizzato mediante l'affiancamento di due profilati oppure mediante l'impiego di un dispositivo speciale.

La scelta del dispositivo da impiegare per consentire la dilatazione della catenaria è in funzione delle esigenze connesse con le operazioni di manutenzione dei rotabili tenuto conto della necessità di spazio orizzontale libero da ostacoli.

Le figure 8 e 9 illustrano i dispositivi di dilatazione mediante giunto e mediante l'impiego di profilati in alluminio.

Giunto di dilatazione

Principio:

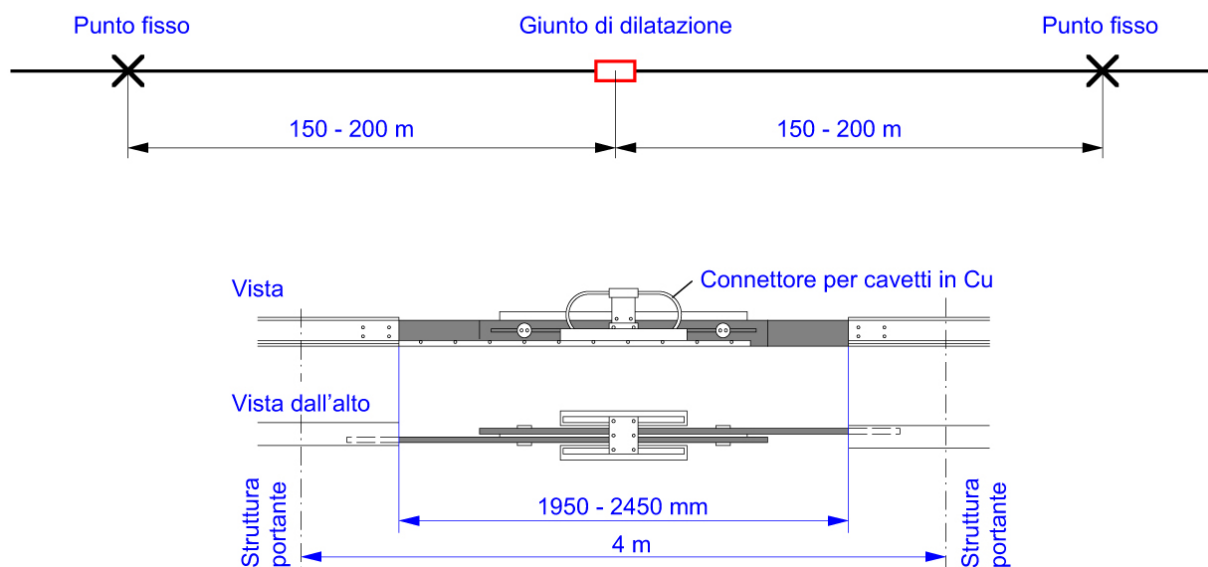


Figura 8

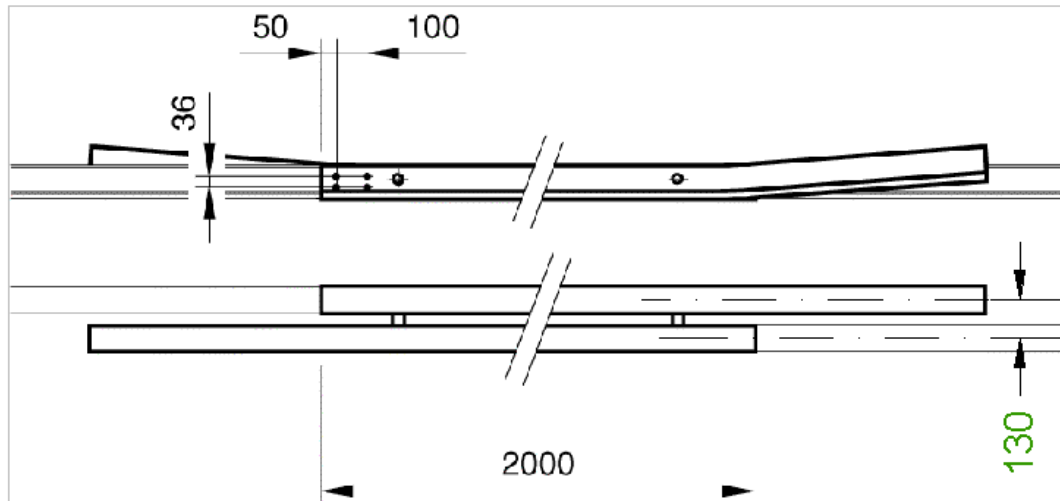


Figura 9

9.3.5. Piastre di giunzione

Le singole barre di catenaria rigida sono collegate tra loro mediante una coppia di piastre/ganasce che ne assicurano la continuità elettrica e meccanica mediante lo stringimento di 8 bulloni.

Le piastre sono costruite in lega di alluminio-magnesio-silicio dello stesso tipo di quello costituente il profilo sagomato; ciascuna coppia è munita di 8 bulloni.

9.3.6. Protezione profilato in materiale plastico

La barra di transizione è costituita da un segmento di profilato della lunghezza variabile da 4 a 8 metri, sul quale è stata realizzata, sulla superficie superiore, una serie di fresature di diversa e graduale profondità.

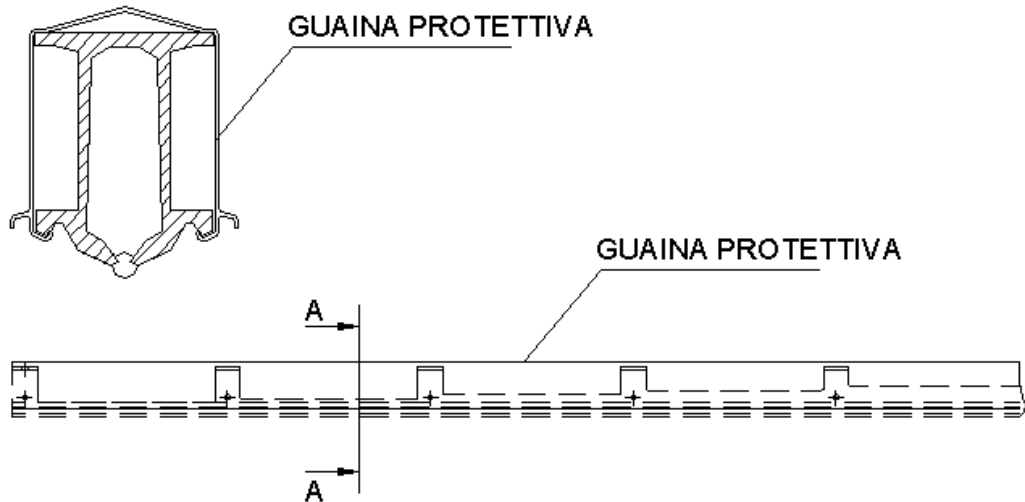
Tale lavorazione produce un canale entro il quale si possono depositare, per caduta dall'alto, materiali estranei e liquidi provenienti da fenomeni atmosferici.

Ad impedire che si verifichi il deposito di tali materiali, il tratto di profilato costituente la barra di transizione viene protetto per tutta la sua lunghezza, sulla superficie superiore e sulle due superfici laterali, con una guaina in materiale plastico (polivinilcloruro-PVC) appositamente sagomato come illustrato nella figura 10.

La guaina protettiva viene agganciata alla parte inferiore del profilato.

Figura 10

Sezione A-A



9.3.7. Punto fisso

Alla metà della tratta compresa tra due giunti di dilatazione o di sezionamento meccanico, viene posto in opera il punto fisso con lo scopo di ripartire su due tratte la variazione di lunghezza della catenaria rigida dovuta alle variazioni della temperatura ambiente.

Il punto fisso viene realizzato mediante un dispositivo costituito da una piastra metallica che si applica sulla parte superiore del profilato di alluminio costituente la catenaria rigida.

Su tale dispositivo vengono montati due stralli in acciaio, sezionati elettricamente ed ormeggiati a due distinti punti dell'opera civile che si trovano ai lati del dispositivo di punto fisso stesso, realizzando in tale modo l'ancoraggio di tutto il sistema.

Il dispositivo di punto fisso va posto in opera in ogni caso tra due giunti di dilatazione e con i criteri e le distanze illustrati dalle figure 1 e 2.

In relazione alla tipologia dell'opera civile, il punto fisso può essere realizzato mediante una piastra metallica strallata come sopra descritto, oppure mediante l'impiego di due supporti penduli.

In quest'ultimo caso, l'attacco superiore dei due supporti penduli, viene fissato alla struttura dell'opera civile alla distanza, l'uno dall'altro, di due metri circa e la parte inferiore in posizione contigua di modo che i due supporti agiscano da puntone formando così il punto fisso. La figura 11 illustra il punto fisso realizzato con l'impiego di due supporti penduli.

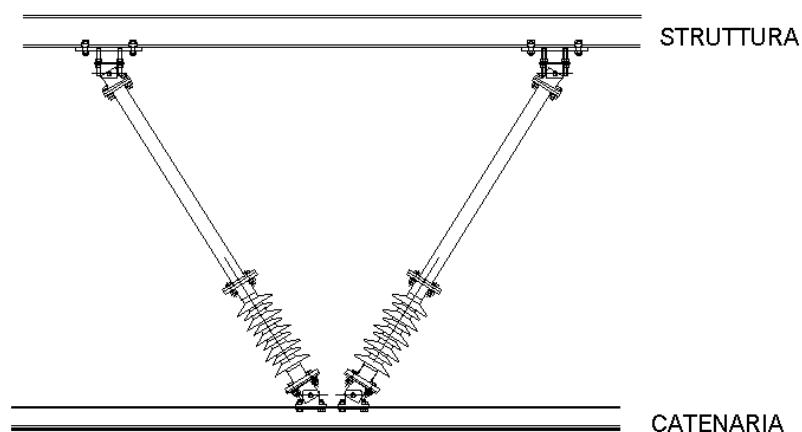
9.3.8. Filo di contatto

Il filo di contatto in rame sagomato di normale impiego è della sezione nominale di 100 mm²; può essere impiegato anche filo sagomato della sezione di 150 mm².

Il conduttore viene introdotto mediante l'apertura elastica della parte inferiore del profilato; l'assenza di sollecitazioni a trazione sul filo sagomato consente la sostituzione dello stesso al raggiungimento della riduzione della sezione per usura pari al 50% della sezione nominale.

Allo scopo di impedire la corrosione dei metalli dovuta al contatto tra i due materiali diversi (filo rame-barra alluminio), in fase di posa del conduttore, sulla zona di contatto tra i due metalli, viene applicato un grasso speciale anticorrosivo a base di polvere di zinco.

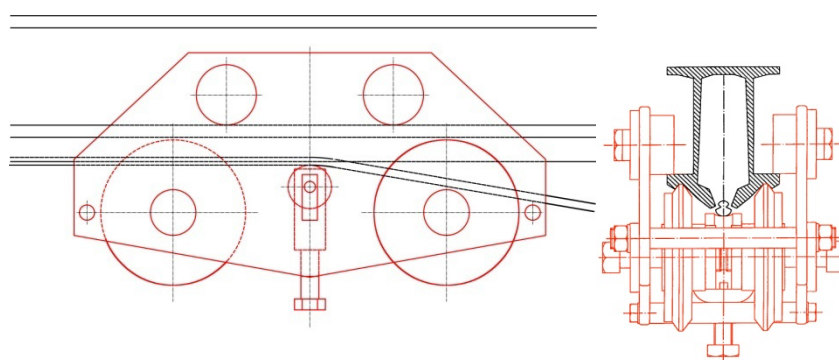
Figura 11



Il filo sagomato viene inserito sul profilato di alluminio con l'impiego del dispositivo illustrato dalla figura 12, che provvede ad allargare provvisoriamente le alette del profilato consentendo l'inserimento del filo stesso; successivamente le alette si richiudono per effetto dell'elasticità tenendo imprigionato il conduttore in rame.

Con il sistema descritto possono essere sostituite anche pezzature di filo sagomato della lunghezza di pochi metri.

Figura 12



9.3.9. Collegamento elettrico fisso

Il collegamento elettrico fisso ha la funzione di realizzare un punto di derivazione elettrica sul profilato di alluminio costituente la catenaria rigida, necessario per realizzare la connessione sulla catenaria rigida stessa con conduttore in cavo isolato o corda.

E' costituito da materiale metallico in lega di alluminio dello stesso tipo di quello costituente la catenaria rigida e viene applicato sulla parte superiore del profilato in alluminio.

Il collegamento elettrico fisso è costituito da due parti collegate tra loro con apposita bulloneria in acciaio inox.

Mediante il serraggio di due bulloni si realizza un idoneo contatto morsetto-catenaria in grado di sopportare il passaggio della corrente elettrica di trazione fissata dall'interruttore di protezione delle condutture TE.

Il collegamento elettrico fisso è munito di due punti di attacco sui quali vengono applicati i capicorda idonei al fissaggio delle condutture in rame di sezione adeguata alla intensità massima della corrente di alimentazione della trazione elettrica.

9.3.10. Messa a terra fissa

La messa a terra fissa ha la funzione di realizzare un punto di attacco del fioretto di messa a terra, sul profilato di alluminio costituente la catenaria rigida.

La messa a terra fissa, in lega di alluminio dello stesso tipo di quello costituente la catenaria rigida, viene applicata sulla parte superiore del profilato costituente la linea di contatto. mediante l'interposizione di una piastra di acciaio inossidabile.

Mediante lo stringimento di quattro bulloni in acciaio inox, si realizza un idoneo contatto tra messa a terra fissa e catenaria, in grado di sopportare il passaggio della corrente elettrica di corto circuito

La messa a terra fissa è dimensionata per sostenere il peso del fioretto di corto circuito.

Il dispositivo di corto circuito deve essere applicato in prossimità del luogo di lavoro delle squadre di manutenzione; il numero dei dispositivi di messa a terra fissa e la loro ubicazione, è pertanto funzione della lunghezza dei tratti di catenaria rigida e dei punti singolari delle condutture.

9.3.11. Mensola tipo

I supporti metallici ed isolanti, fissati all'intradosso delle gallerie ed opere d'arte, necessari per il sostegno della catenaria rigida mobile sono simili a quelli utilizzati per il sostegno della linea di contatto tradizionale.

In ogni caso le mensole debbono consentire la poligonazione ed il libero movimento della catenaria rigida.

Le figure 13 e 14 riportano due esempi tipici di mensola da impiegare in dipendenza dell'altezza sul piano del ferro dell'intradosso della galleria od opera d'arte.

Figura 13

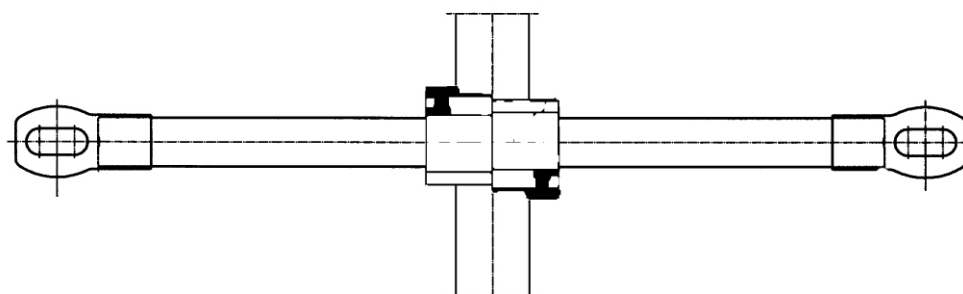
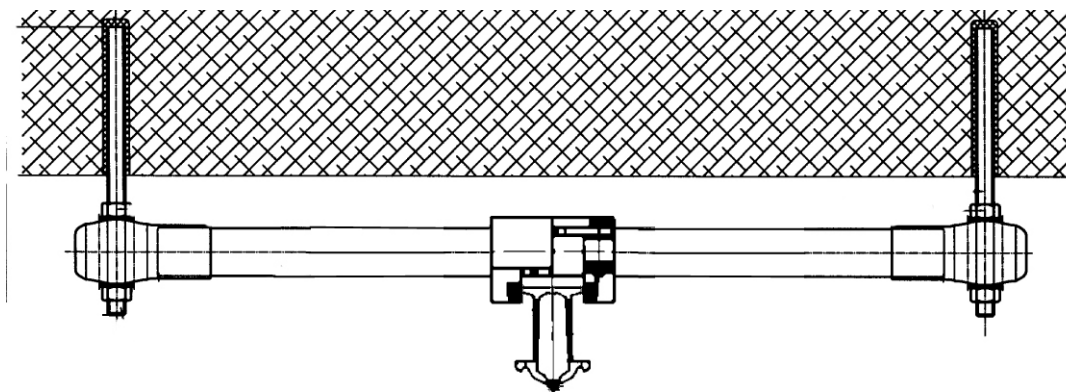
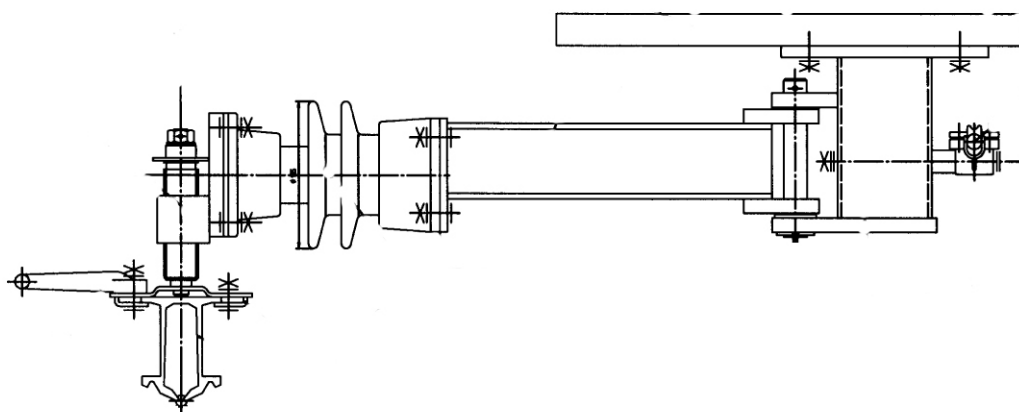


Figura 14



9.3.12. Attacco sospensioni profilato

L'attacco della mensola orizzontale al profilato di alluminio viene realizzato mediante l'impiego di un apposito attacco fissato da un lato al profilato costituente la catenaria rigida e dall'altro alla mensola metallica o a mezzo dell'apposito isolatore.

Per permettere la rotazione della mensola, che è del tipo snodato e consentire in questo modo la dilatazione della catenaria, l'attacco è munito di un perno inserito in un manicotto entro il quale può ruotare con attrito minimo.

Su un manicotto filettato, accoppiato all'attacco sul profilato, è avvitato un dado, a sua volta accoppiato all'attacco sulla mensola metallica o a mezzo dell'apposito isolatore; tale sistema permette una fine regolazione (± 35 mm) dell'altezza della linea di contatto sul piano del ferro.

9.3.13. Documentazione progettuale

Oltre alla normale documentazione progettuale, l'Appaltatore avrà l'obbligo di fornire:

- documentazione comprovante la rispondenza dei materiali e/o apparecchiature alle relative STF;
- specifiche tecniche di fornitura per i materiali e/o apparecchiature per i quali dette specifiche non esistono;
- relazione del calcolo delle caratteristiche RAM e tutta la relativa documentazione a corredo;
- relazione di calcolo di verifica di eventuali strutture non standardizzate;
- eventuali norme particolari di esercizio degli impianti se difformi da quelle in uso;
- manuale della manutenzione degli impianti con l'indicazione del fabbisogno dei materiali di scorta ed istruzione per i montaggi di materiali ed apparecchiature;
- corso di istruzione al personale della manutenzione se richiesto dal contratto.

10. MATERIALI

10.1. Trasversali in fune isolante

Fermo restando il fatto che, ovviamente, le funi impiegate devono essere compatibili coi tiri applicati dal sistema di sospensione adottato (con le riduzioni previste dalla CEI EN 50119), è necessario che i terminali per l'attacco di dette funi siano comunque in acciaio inox.

In caso di utilizzo di funi in fibre aramidiche, è anche necessario che i suddetti terminali siano stagni.

10.2. Pali

I pali sono realizzati in acciaio saldabile ad alta resistenza che, per gli spessori in essere, deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche minime:

- | | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| – carico di rottura | $R \geq 49 \div 63 \text{ daN/mm}^2$ |
| – carico di snervamento | $R_s \geq 35.5 \text{ daN/mm}^2$ |
| – allungamento | $A \geq 22 \%$ |

Le dimensioni dei pali sono riportate nella tabella 8.1.

La massima sollecitazione ammissibile del materiale del palo, dovuta ai carichi di esercizio, deve corrispondere al 63% della resistenza allo snervamento.

Le tolleranze sulle dimensioni e sul peso sono:

☒ sul diametro esterno	±1,5%
☒ sullo spessore del tronco di base	±15% (±20% in punti localizzati)
☒ sulla lunghezza dei tronchi	±40 mm
☒ sulla lunghezza totale	±50 mm
☒ sul peso di ogni palo	+10%/ -8%
☒ sul peso dell'intera fornitura	±7,5%

I pali devono essere realizzati con pali “tipo Mannesmann”, senza saldature longitudinali. Sono ammesse saldature tra spezzoni di tubi di diversi diametri subordinatamente alla certificazione, a carico del produttore e su tutta la fornitura, delle saldature.

In ogni caso, devono essere effettuati i collaudi in fabbrica, di tipo e di accettazione, secondo le norme di collaudo RFI (“Norme tecniche per la fornitura di pali tubolari di acciaio senza saldatura”).

Le risalite di alimentazione avvengono normalmente tramite collegamento tra il feeder e linea, con passaggio del cavo all'interno dei pali prescelti; pertanto, su tali pali devono essere previste forature/asolature per il passaggio cavi.

Le estremità di questi pali vengono lasciate aperte.

Tutti gli altri pali devono essere resi ermetici chiudendo le estremità con fondelli saldati.

Su ciascun palo, a circa 2,5 m dalla base, deve essere impressa la marca con punzone; i caratteri devono avere un'altezza di almeno 20 mm ed essere impressi in modo da riuscire chiaramente leggibili.

Non sono richieste predisposizioni per la messa a terra dei pali, a condizione che vengano rispettati i dettami della CEI EN 50122, in materia di isolamenti doppi o rinforzati.

I pali con le estremità chiuse devono essere sottoposti a zincatura per metallizzazione, secondo le specifiche usate da RFI (FS).

Tutti i pali con aperture, dopo le varie lavorazioni, devono essere zincati a caldo mediante immersione in bagni di zinco fuso di qualità GOB (UNI EN 1179) e in accordo con le prescrizioni della CEI 7-6.

Lo spessore minimo di zinco non deve essere inferiore a 7 µm.

La parte dei pali da infiggere nel blocco di fondazione, maggiorata di 100 mm, deve essere protetta da uno strato di polietilene a bassa densità, preferibilmente nero, di spessore tra 2,5 e 3 mm.

Per l'applicazione dello strato isolante la superficie zincata deve essere preventivamente trattata.

In corrispondenza della parte superiore del rivestimento di polietilene deve essere realizzata una protezione di sigillatura costituita da una fascia bituminosa prefabbricata, rinforzata con fibra di vetro, di altezza pari a 300 mm e spessore 4 mm, che si deve estendere per un'altezza di 100 mm oltre il rivestimento in polietilene.

Per l'applicazione della fascia bituminosa le superfici devono essere preventivamente trattate con vernice bituminosa. I lembi della fascia devono essere sovrapposti in modo da garantire la continuità del rivestimento.

La base del palo deve essere protetta con lamierino di ferro zincato per assicurarne l'integrità durante il trasporto. Il lamierino zincato deve lasciare scoperta, verso l'alto, una fascia bituminosa dell'altezza di 20 mm.

Allo scopo di preservare l'interno dei pali, sull'apertura di testa dei pali con estremità aperte deve essere calzato un apposito terminale, realizzato in acciaio verniciato.

Tabella 8.1 – Caratteristiche dimensionali dei pali tubolari tipo M.

PALI TUBOLARI TIPO M																			
TIPO DEL PALO	LUNGHEZZA TOTALE	INCASTRO i	LUNGHEZZA FUORI TERRA	LUNGHEZZE PARZIALI									DIAMETRI			SPESSORE	PESO DEL PALO	SUPERFICIE FUORI TERRA	
				a	W _a	J _a	b	W _b	J _b	c	W _c	J _c	d ₁	d ₂	d ₃				
M	m	m	m	m	cm ²	cm ⁴	m	cm ²	cm ⁴	m	cm ²	cm ⁴	mm	mm	mm	mm	Kg	m ²	
25	9,2	1	8,2	4,2	136	1320	2,75	95,5	764	2,25	64,5	419	193	160	130	7,5	202,4	4,1858	
25a	8,7	1	7,7	3,7	136	1320	2,75	95,5	764	2,25	64,5	419	193	160	130	7,5	190,5	3,8859	
25b	8,4	1	7,4	3,8	136	1320	2,5	95,5	764	2,1	64,5	419	193	160	130	7,5	185,3	3,7589	
26	9,2	1	8,2	4,2	195	2142	2,75	150	1423	2,25	73	475	219,1	190	130	5,6	252,8	4,6889	
26a	8,7	1	7,7	3,7	195	2142	2,75	150	1423	2,25	73	475	219,1	190	130	5,6	237,8	4,3506	
26b	8,4	1	7,4	3,8	195	2142	2,5	150	1423	2,1	73	475	219,1	190	130	5,6	230,6	4,207	
27	9,2	1	8,2	4,2	218	2386	2,75	167	1584	2,25	80,6	524	219,1	190	130	6,3	281,7	4,8156	
27a	8,7	1	7,7	3,7	218	2386	2,75	167	1584	2,25	80,6	524	219,1	190	130	6,3	264,9	4,4559	
27b	8,4	1	7,4	3,8	218	2386	2,5	167	1584	2,1	80,6	524	219,1	190	130	6,3	257	4,3173	
28	9,2	1	8,2	4,2	243	2660	2,75	185	1759	2,25	88,9	578	219,1	190	130	7,1	314,4	4,8155	
28a	8,7	1	7,7	3,7	243	2660	2,75	185	1759	2,25	88,9	578	219,1	190	130	7,1	295,5	4,4558	
28b	8,4	1	7,4	3,8	243	2660	2,5	185	1759	2,1	88,9	578	219,1	190	130	7,1	286,7	4,3173	
29	10,75	1,2	9,55	5,75	344	4696	3,55	221	2374	1,45	126	1011	273	215	160	6,3	418,1	6,8579	
29a	9,4	1,2	8,2	4,4	344	4696	2,75	221	2374	2,25	126	1011	273	215	160	6,3	355,6	5,6211	
29b	10,25	1,2	9,05	5,25	344	4696	3,55	221	2374	1,45	126	1011	273	215	160	6,3	397	6,4723	
29c	8,9	1,2	7,7	3,9	344	4696	2,75	221	2374	2,25	126	1011	273	215	160	6,3	335,2	5,2017	
29d	12,75	1,2	11,55	5,75	344	4696	3,55	221	2374	3,45	126	1011	273	215	160	6,3	472,8	7,897	
29e	13,75	1,2	12,55	5,75	344	4696	3,55	221	2374	4,45	126	1011	273	215	160	6,3	500,2	8,3998	
30	11	1,45	9,55	6	467	6380	3,55	297	3194	1,45	167	1337	273	215	160	8,8	586,2	6,8793	
30a	9,5	1,3	8,2	4,5	467	6380	2,75	297	3194	2,25	167	1337	273	215	160	8,8	490,3	5,4829	
30b	10,5	1,45	9,05	5,5	467	6380	3,55	297	3194	1,45	167	1337	273	215	160	8,8	557,3	6,4599	
30c	9	1,3	7,7	4	467	6380	2,75	297	3194	2,25	167	1337	273	215	160	8,8	461,4	5,0636	
30d	13	1,45	11,55	6	467	6380	3,55	297	3194	3,45	167	1337	273	215	160	8,8	661,1	7,8847	
30e	14	1,45	12,55	6	467	6380	3,55	297	3194	4,45	167	1337	273	215	160	8,8	698,5	8,3874	
31	11	1,45	9,55	6	570	7783	3,55	360	3685	1,45	199	1593	273	215	160	11	720,8	6,8793	
31a	9,5	1,3	8,2	4,5	570	7783	2,75	360	3685	2,25	199	1593	273	215	160	11	602,1	5,4829	
31b	10,5	1,45	9,05	5,5	570	7783	3,55	360	3685	1,45	199	1593	273	215	160	11	684,9	6,4599	
31c	9	1,3	7,7	4	570	7783	2,75	360	3685	2,25	199	1593	273	215	160	11	566,4	5,0636	
31d	13	1,45	11,55	6	570	7783	3,55	360	3685	3,45	199	1593	273	215	160	11	812,7	7,3847	
31e	14	1,45	12,55	6	570	7783	3,55	360	3685	4,45	199	1593	273	215	160	11	858,1	8,3874	
32	11	1,45	9,55	6	1117	19852	3,55	757	10938	1,45	568	7101	355,6	290	250	12,5	1099	9,276	

10.2.1. Verniciatura dei pali

I pali devono essere forniti già verniciati secondo il procedimento di seguito descritto.

10.2.1.1. Pulizia dei materiali

Le superfici zincate a caldo devono essere adeguatamente sabbiate o sgrossate con idoneo solvente ad azione emulsionante, risciacquate con abbondante acqua e asciugate.

Questo trattamento serve a migliorare l'adesione del primer.

10.2.1.2. Primer

Dopo aver eseguito la pulizia sopra descritta, si deve applicare una mano di primer epossipoliamicidico a pigmentazione atossica, idoneo per acciaio zincato a caldo.

Lo spessore della mano di primer non deve risultare inferiore a 40 µm.

10.2.1.3. Finitura

Si devono applicare due mani di finitura poliuretanicca con indurente polisocianico alifatico ad alto spessore per strato, bicomponente, non deteriorabile e manutenzionabile nel tempo.

Lo spessore per mano non deve risultare inferiore a 40 µm.

10.2.1.4. Avvertenze

Le vernici utilizzate nelle varie fasi del procedimento di verniciatura devono essere del medesimo fabbricante e compatibili fra di loro.

Le varie fasi della verniciatura devono essere effettuate in ambiente protetto, privo di polvere e di umidità.

L'utilizzo di solventi non deve superare i valori prescritti dal Regolamento (CE) N. 3093/94 del Consiglio dell'Unione Europea del 15 dicembre 1994 (Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee N.I.333/1 del 22 dicembre 1994).

Salvo diversa indicazione, il colore lucido delle mani di finitura deve essere concordato con le Autorità Competenti.

L'Appaltatore deve avere a disposizione una quantità sufficiente di vernice del medesimo tipo utilizzato per le mani di finitura, per eventuali ritocchi che si dovessero rendere necessari in seguito alla movimentazione e installazione dei pali.

Nel caso di pali verniciati, l'imballaggio per il trasporto deve rispettare le seguenti condizioni:

- i pali devono essere protetti singolarmente con adeguato rivestimento, in modo che la vernice non venga danneggiata durante il trasporto, la movimentazione e lo stoccaggio in ambiente esterno;
- il rivestimento protettivo deve essere realizzato in modo tale da non permettere infiltrazioni di liquidi (acqua, ecc.) e polvere;
- il materiale di rivestimento deve essere in PLT (polietilene) espanso con pellicola PLT neutro di spessore circa 70 µm;

- – ciascun fascio deve inoltre essere avvolto con pellicola di polietilene coestruso anti UV (POLIETILENE LUNGA VITA) atto ad evitare il deterioramento dell'uniformità cromatica della verniciatura.

10.3. Materiali ferrosi

La realizzazione di pezzi in materiali ferrosi (e acciai inossidabili) deve avvenire nel rispetto delle presenti prescrizioni.

I pezzi si devono presentare senza soffiature, fenditure, cricche, vaiolature o disomogeneità di qualsiasi genere.

Le saldature sono eseguite impiegando uno dei seguenti procedimenti:

- saldatura ad arco con elettrodi rivestiti; – saldatura ad arco sommerso;
- saldatura sotto gas protettore (CO₂ o sue miscele).

Le saldature devono essere eseguite da operai che abbiano superato le prove di qualifica indicate nelle norme UNI o, in ogni caso, siano sufficientemente addestrati all'uso delle apparecchiature relative e al rispetto delle condizioni operative stabilite.

Devono essere adottate le sequenze di saldatura e le condizioni di lavorazione più opportune, al fine di ridurre tensioni residue da saldatura.

Le saldature devono essere controllate a cura dell'Appaltatore con adeguati procedimenti (magnetoscopici, radiografici, ultrasuoni, ecc.) e non devono presentare difetti quale mancanza di penetrazione, depositi di scorie, cricche di lavorazione, mancanza di continuità, ecc.

I controlli eseguiti devono essere contromarcati con punzonature sui pezzi, in modo da consentire la loro identificazione successiva.

I pezzi finiti devono essere esenti da sbavature e spigoli taglienti.

Tutti i materiali ferrosi, a esclusione degli acciai inossidabili, devono essere zincati a caldo, secondo le prescrizioni della CEI 7-6.

L'acciaio inossidabile da usare per la realizzazione dei pezzi deve essere di tipo austenitico X5 Cr Ni 18-10 UNI EN 10088-1 (corrispondente all'AISI 304).

I pezzi sagomati, tipo collari e simili, realizzati in acciaio AISI 304 devono essere, di norma, formati a freddo.

Le tolleranze dimensionali da rispettare sono indicate nei disegni; per le quote per le quali non sono prescritte tolleranze particolari, si devono rispettare le tolleranze indicate nella tabella 8.2.

Tabella 8.2 – Limiti di tolleranza per parti lavorate e parti grezze da rispettare ove le quote nominali non siano accompagnate da altre indicazioni.

GRUPPI DI DIMENSIONI	LIMITI DI TOLLERANZA	
	mm	
mm	parti lavorate	parti grezze
fino a 3	$\pm 0,15$	$\pm 0,30$
da 3 a 6	$\pm 0,20$	$\pm 0,40$
da 6 a 10	$\pm 0,25$	$\pm 0,50$
da 10 a 15	$\pm 0,30$	$\pm 0,60$
da 18 a 30	$\pm 0,35$	$\pm 0,70$
da 30 a 50	$\pm 0,40$	$\pm 0,80$
da 50 a 80	$\pm 0,50$	$\pm 1,00$
da 80 a 120	$\pm 0,60$	$\pm 1,20$
da 120 a 180	$\pm 0,70$	$\pm 1,40$
da 180 a 260	$\pm 0,75$	$\pm 1,50$
da 260 a 360	$\pm 0,85$	$\pm 1,70$
da 360 a 500	$\pm 1,00$	$\pm 2,00$

10.4. Viterie

I particolari filettati devono essere realizzati con filettature metriche UNI 4533.

Le viti, i dadi e tutti i particolari filettati devono essere realizzati in acciaio inossidabile, secondo la qualità A2-70 della UNI EN ISO 3506.

10.5. Morsetteria

Il morsetto da impiegare per la sospensione di rettilineo su trasversale è tipo SIC 205.

Il corpo della morsa, che accoppia la sospensione al trasversale in fune isolante, può essere realizzato in vetroresina, con due viti in acciaio inox, una M18 e l'altra M8, a garantire il serraggio.

La morsetteria che si utilizza per il montaggio sul filo sagomato di rame viene realizzata con i seguenti materiali: il corpo del morsetto deve essere in cuprolega speciale G Cu Al3 Fe9 UNI EN 1982 e la viteria deve essere in acciaio inossidabile secondo la qualità A2-70 della UNI EN ISO 3506-1.

A questo gruppo appartengono i seguenti morsetti:

- morsetto bifilare, tipo SIC 268;
- morsetto di poligonazione, tipo SIC 311;
- morsetto di supporto diritto del delta, tipo RIE P628
- morsetto di supporto disassato del delta, tipo RIE P629.

Il giunto di piena trazione filo-filo è tipo Flury 635.010.000 con corpo del morsetto in Cu-Ni-Si e 6 viti M10 in acciaio inox.

L'ormeggio del filo sagomato è realizzato impiegando morse d'ammarro a stringimento conico, tipo Flury 610.017.105, realizzate in acciaio inox.

Nel caso ci fosse la necessità di utilizzare morsetti per impieghi particolari, l'Appaltatore deve sottoporre i tipi proposti all'approvazione della DL.

Nei casi in cui vengono esplicitamente citati dei prodotti specifici, ossia indicandone marca e modello, tale indicazione dovrà essere ritenuta di riferimento per quanto riguarda le caratteristiche tecniche, funzionali, prestazionali, di affidabilità e di manutenibilità.

L'Appaltatore potrà pertanto proporre prodotti, materiali, apparecchiature, componenti e fabbricazioni "equivalenti" a quelle indicate.

11. PROVE E COLLAUDI

11.1. Riferimenti

Per quanto concerne:

- Generalità
- Oneri dei collaudi
- Fornitura di campioni per approvazione materiali
- Prove di tipo
- Collaudo in fabbrica (prove di accettazione)
- Campionature in opera di materiali montati
- Collaudo in campo
- Collaudo di apertura all'esercizio (agibilità)
- Collaudo definitivo (tecnico-amministrativo)

Si faccia riferimento al CSA.

11.2. Prove sui materiali

Ferme restando le prescrizioni di cui ai precedenti paragrafi vengono qui di seguito definite le prove cui devono essere sottoposti alcuni materiali della linea di contatto.

11.2.1. Prove sulle funi isolanti di materiale sintetico

Norma CEI UNEL 79825.

11.2.2. Prove di tipo

Devono essere eseguite sullo stesso campione le seguenti prove:

- prova elettrica di tenuta;
- prova di assorbimento e di resistenza al freddo;
- prova termica.

11.2.3. Prove di accettazione

Devono essere eseguite le seguenti verifiche e prove:

- verifica del diametro;
- verifica dello stato della guaina;
- prova di trazione;
- prova di avvolgimento;

- prove elettriche a frequenza industriale sotto pioggia.

11.2.4. Prove sulle mensole in materiale isolante di sostegno della linea aerea di contatto

Norma CEI 9-24/10.

11.2.5. Prove di tipo sul materiale

Come da prospetto I, punto 8, della norma CEI sopra citata:

- Prova di resistività elettrica superficiale – Prova di rigidità dielettrica
- Prova di resistenza a tracciamento ed erosione – Prova di resistenza a trazione
- Prova di resistenza a flessione – Prova di resilienza
- Prova di tenuta all'arco di potenza;
- Prova di tenuta ad impulso atmosferico. – Prova di resistenza a tracciamento
- Prova di tenuta idraulica alle infiltrazioni

11.2.6. Prove di accettazione

Come da prospetto II, punto 9, della norma CEI sopra citata:

- Verifica dimensionale
- Verifica della tensione di perforazione dopo assorbimento d'acqua e ibernazione. – Prova di resistività elettrica superficiale
- Verifica della tensione di innesco e di tenuta dopo assorbimento d'acqua e ibernazione.
- Prove di resistenza alla fiamma.
- Prove di resistenza a flessione.
- Prove di resistenza allo schiacciamento.
- Prove di resistenza alla fiamma.

11.2.7. Prove di selezione

Come da punto 10 della norma CEI sopra citata:

- Esame a vista.

11.2.8. Prove sul filo sagomato

Norme CEI EN 50149 e UNI 5649-1.

11.2.9. Prove di accettazione

- Verifica della composizione del materiale.
- Verifica dell'aspetto e delle condizioni.
- Verifica del profilo e delle dimensioni
- Verifica delle proprietà elettriche.

- Verifica delle proprietà meccaniche:
- Verifica del carico di rottura e dell'allungamento percentuale dopo rottura.
- Prova di piegamento alternato.
- Verifica della resistenza torsionale.
- Verifica delle proprietà di avvolgimento
- Verifica della massa per unità di lunghezza.
- Verifica della giunzione del filo.

11.2.10. Prove sui materiali ferrosi

Salvo particolari prescrizioni nel testo del Capitolato o nei disegni costruttivi il collaudo dovrà essere eseguito secondo le prescrizioni della UNI EN 10025 su due provini per ogni qualità e/o tipo di materiale.

I materiali dovranno essere esenti da soffiature, fenditure, cricche, vaiolature in base ad un esame a vista.

In casi dubbi i collaudatori MM avranno facoltà di richiedere esami di struttura il cui costo sarà sempre a carico dell'Appaltatore.

La zincatura a caldo dovrà rispondere alle prescrizioni della CEI 7-6.

11.2.11. Prove sugli isolatori di sezione

Norme CEI UNEL 79826.

11.2.12. Prove di tipo sui materiali

Come da punto 3.1 della norma UNEL citata.

11.2.13. Prova di accettazione

- Prove elettriche.
- Prova meccanica all'urto.
- Prove di assorbimento all'acqua e di resistenza al freddo. – Prove di autoestinguenza.
- Verifica delle dimensioni.

11.2.14. Prove di selezione

- Esame a vista.

11.2.15. Prove sui morsetti

Le prove da eseguire saranno conformi a quanto prescritto dalle norme UNEL vigenti. In particolare per tutte le parti zincate ci si atterrà a quanto prescritto nella CEI 7-6.

11.2.15.1. *Morsetto per la sospensione di rettilineo su trasversale*

Su tre morsetti scelti dal lotto di fornitura si deve realizzare la prova di scorrimento.

La prova viene realizzata serrando il morsetto su uno spezzone di fune isolata 2T pretesa a 600 daN e applicando al morsetto una forza crescente in senso longitudinale.

Fino a 300 daN non ci dovranno essere scorrimenti del morsetto sulla fune.

11.2.15.2. Morsetto bifilare

Su tre morsetti scelti dal lotto di fornitura si deve realizzare la prova di resistenza.

La prova viene realizzata applicando due forze contrapposte gradualmente crescenti fino a 300 daN, secondo le modalità previste della CEI UNEL 73625, punto 6.

11.2.15.3. Morsetto di poligonazione

Su tre morsetti scelti dal lotto di fornitura si deve realizzare la prova di resistenza.

La prova viene realizzata applicando due forze opposte gradualmente crescenti fino a 700 daN, secondo le prescrizioni della CEI UNEL 73627, punto 7, per quanto applicabili.

11.2.15.4. Giunto di piena trazione filo-filo

Su un morsetto scelto dal lotto di fornitura si deve realizzare la prova di resistenza alla trazione.

La prova viene effettuata applicando al giunto due spezzoni di sezione nominale 120 mm², configurazione AC-120 CEI EN 50149 e sottoponendoli a trazione lungo il proprio asse fino alla rottura di uno degli spezzoni; non si devono verificare lesioni al morsetto o sfilamento del filo sagomato.

11.2.15.5. Morsa d'ammarro a stringimento conico

Su una morsa scelta dal lotto di fornitura si deve realizzare la prova di resistenza alla trazione

La prova viene effettuata applicando alla morsa uno spezzone di sezione nominale 120 mm², configurazione AC-120 CEI EN 50149 e sottoponendolo a trazione lungo il proprio asse fino alla rottura dello spezzone; non si devono verificare lesioni alla morsa o sfilamento del filo sagomato.

SEZIONE III: ARMAMENTO

Sommario

1. SCOPO E APPLICABILITÀ	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3. DEFINIZIONI E SIGLE	11
3.1. Terminologia.....	11
3.2. Sigle	11
PRIMA PARTE:	13
ARMAMENTO	13
4. OPERE DA REALIZZARE	14
4.1. Generalità.....	14
5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	15
5.1. Rotaie 50 E 5.....	15
5.2. Rotaie a gola	15
5.2.1. 6.2.1. Garanzia	15
5.3. Apparecchi del binario.....	15
5.3.1. Definizioni.....	15
5.3.2. Fornitura degli scambi e delle intersezioni	16
5.3.3. Geometria degli scambi.....	17
5.3.4. Caratteristiche costruttive generali.....	17

1. SCOPO E APPLICABILITÀ

La presente Sezione del Capitolato Prestazionale definisce le opere afferenti alla categoria Armamento, necessarie per la realizzazione **tratta extraurbana di FdC che da Cosenza Due Fiumi si allunga verso Cosenza – Casali, Pedace e Rogliano.**

È da prevedere un intervento di ricalzo della massiciata ferroviaria per ottenere una maggiore uniformità dimensionale della stessa lungo la linea. Occorre poi tenere in giusta considerazione l'esercizio con materiale tranviario su armamento tipicamente ferroviario.

L'accoppiamento ruota – rotaia deve essere compatibile sia tra materiale tranviario e rotaie a gola (tipiche di attraversamenti urbani) e lo stesso materiale rotabile con rotaie ferroviarie: è questo un tema già affrontato in ambito urbano, lungo la Cosenza – Rende. Infatti, nel comune di Rende, quando il tracciato supera il grande sottovia dell'autostrada (dopo la nuova grande lottizzazione), la sezione tipo della tranvia ha carattere extraurbano con rotaie classiche su ballast e traversine in conglomerato cementizio.

Una particolare attenzione dovrà essere posta agli scambi ferroviari al fine di garantire la migliore percorribilità del tram in esercizio lungo la Cosenza - Rende.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le opere contemplate dal presente progetto devono essere conformi alla legislazione e alla normativa vigenti. In particolare devono essere rispettati i dettami di:

- direttive della UE, se direttamente applicabili, leggi, decreti e circolari dello Stato Italiano,
- istruzioni e norme di enti normatori (UNI, CEI, CEN, ISO, ecc.),

fermo restando il concetto generalmente applicabile dell'esecuzione "a perfetta regola d'arte".

Di seguito vengono elencate, a titolo non limitativo, leggi e norme esplicitamente richiamate nella presente Sezione del Capitolato speciale d'appalto. Il reperimento della normativa è a carico dell'Appaltatore.

R.D. 16 novembre 1939, costruzione. n. 2232	Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione.
UNI 3332:1961	Carrozze motrici tranviarie urbane – Cerchioni delle ruote.
UNI 3551:1978	Materiale minuto d'armamento di binari ferroviari e tranviari – Piastre.
UNI 3557:1966	Materiale minuto d'armamento di binari ferroviari – Chiavarde d'ancoraggio.
UNI 3648:1955	Linee tranviarie con rotaie a gola – Definizioni di scartamento di binario, di binario a scartamento ordinario e a scartamento ridotto.
UNI 3693:1955	Materiale d'armamento di binari tramviari – Nomenclatura.
UNI 5572:1972	Piastre di gomma sottorotaia, scanalate, per armamento di binari ferroviari e tranviari.
UNI 5728:1965	Viti e bulloni a testa quadra con dado esagonale – Filettatura metrica ISO a passo grosso – Categoria C.
UNI 6065:2001	Elastomeri – Prove su gomma vulcanizzata e termoplastica – Prova di trazione.
UNI 7032:1988	Materiali cellulari flessibili a base di materie plastiche e di elastomeri – Determinazione delle caratteristiche a trazione.
UNI 7156:2008	Tranvie e tranvie veloci – Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e interbinario – Altezza della linea aerea di contatto.

UNI 13242:2008	Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.
UNI 10570:1997	Prodotti per l'isolamento delle vibrazioni – Determinazione delle caratteristiche elastiche di materassini e piastre.
UNI 11059:2003	Materassini elastomerici per armamenti ferrotranviari – Indagini di qualifica e controllo delle caratteristiche meccaniche delle prestazioni
UNI 11104:2004	Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.
UNI EN 124:1995	Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli – Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo.
UNI EN 197-1:2007	Cemento – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.
UNI EN 206-1:2006	Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
UNI EN 1744-1:1999	Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati – Analisi chimica.
UNI EN 10025:2005 serie	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali.
UNI EN 10083:2006 serie	Acciai da bonifica.
UNI EN 10089:2006	Acciai laminati a caldo per molle bonificate – Condizioni tecniche di fornitura.
UNI EN 10204:2005	Prodotti metallici – Tipi di documenti di controllo.
UNI EN 10250-1:2001	Prodotti fucinati di acciaio per impieghi generali – Requisiti generali.
UNI EN 10250-2:2001	Prodotti fucinati di acciaio per impieghi generali – Acciai non legati di qualità e acciai speciali.
UNI EN 12390-1:2002	Prova sul calcestruzzo indurito – Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme.
UNI EN 12390-2:2009	Prova sul calcestruzzo indurito – Parte 2: Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza.

UNI EN 13230-2:2009	Applicazioni ferroviarie – Binario – Traverse e traversoni di calcestruzzo – Parte 2: Traverse monoblocco precomprese.
UNI EN 13230-3:2009	Applicazioni ferroviarie – Binario – Traverse e traversine in calcestruzzo – Parte 3: Traversine biblocco rinforzate.
UNI EN 13230-4:2009	Applicazioni ferroviarie – Binario – Traverse e traversine in calcestruzzo – Parte 4: Traversoni precompressi per scambi e incroci.
UNI EN 13250:2005	Geotessili e prodotti affini – Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di ferrovie.
UNI EN 13674-1:2008	Applicazioni ferroviarie – Binario – Rotaia – Parte 1: Rotaie Vignole di massa superiore o uguale a 46 kg/m.
UNI EN 13906-1:2003	Molle ad elica cilindrica fabbricate con filo a sezione circolare e barra – Calcolo e progetto – Molle di compressione.
UNI EN 14811:2006	Applicazioni ferroviarie – Binario – Rotaie per impieghi speciali – Rotaie a gola e profili di costruzione associati.
UNI EN 20898-2:1994	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento – Dadi con carichi di prova determinati.
UNI EN ISO 62:2001	Materie plastiche – Determinazione dell'assorbimento d'acqua.
UNI EN ISO 178:2006	Materie plastiche – Determinazione delle proprietà a flessione – Dichiarazione di precisione.
UNI EN ISO 179 serie	Materie plastiche – Determinazione della resistenza all'urto Charpy.
UNI EN ISO 527 serie	Materie plastiche – Determinazione delle caratteristiche a trazione.
UNI EN ISO 604:2008	Materie plastiche - Determinazione delle proprietà a compressione.
UNI EN ISO 845:2009	Materie plastiche e gomme cellulari – Determinazione della massa volumica apparente.
UNI EN ISO 868:2005	Materie plastiche ed ebanite – Determinazione della durezza per penetrazione di un durometro (durezza Shore).
UNI EN ISO 898-1: 2009	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio – Parte 1: Viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate – Filettature a passo grosso e a passo fine.
UNI EN ISO 1183 serie	Materie plastiche – Metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari.

UNI EN ISO 1675: 2001	Materie plastiche – Resine liquide – Determinazione della massa volumica con il metodo del picnometro.
UNI EN ISO 2081: 2009	Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici – Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamenti supplementari su ferro o acciaio.
UNI EN ISO 2320: 2009	Dadi esagonali autofrenanti di acciaio – Caratteristiche meccaniche e prestazioni.
UNI EN ISO 3146: 2002	Materie plastiche – Determinazione del comportamento a fusione (temperatura di fusione o intervallo di fusione) di polimeri semicristallini per mezzo di un tubo capillare e di metodi con il microscopio polarizzatore.
UNI EN ISO 3887: 2006	Acciai – Determinazione della profondità di decarburazione.
UNI EN ISO 4034:1968	Dadi esagonali – Categoria C.
UNI EN ISO 4042: 2003	Elementi di collegamento – Rivestimenti elettrolitici.
UNI EN ISO 6506-1: 2006	Materiali metallici – Prova di durezza Brinell – Parte 1: Metodo di prova.
UNI EN ISO 6507-1: 2006	Materiali metallici – Prova di durezza Vickers – Parte 1: Metodo di prova.
UNI EN ISO 6892-1:2009	Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente
UNI EN ISO 7040: 2000	Dadi esagonali autofrenanti (con inserto non metallico), tipo 1 – Classi di resistenza 5, 8 e 10.
UNI EN ISO 7089: 2001	Rondelle piane – Serie normale – Categoria A.
UNI EN ISO 9000-9001-9004:2000	Sistemi di gestione per la qualità.
UNI EN ISO 9227: 2006	Prove di corrosione in atmosfere artificiali – Prove in nebbia salina.
UNI EN ISO 9864:2005	Geosintetici - Determinazione della massa areica di geotessili e prodotti affini
UNI EN ISO 10319: 2008	Geotessili – Prova di trazione a banda larga.
UNI EN ISO 11058: 2002	Geotessili e prodotti affini – Determinazione delle caratteristiche di permeabilità all’acqua perpendicolare al piano, senza carico.
UNI EN ISO 12236: 2006	Geotessili – Prova di punzonamento statico (metodo CBR).

UNI EN ISO 12956: 2001	Geotessili e prodotti affini – Determinazione della dimensione di apertura (opening size) caratteristica.
UNI EN ISO 13433: 2006	Geosintetici – Prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono).
UNI EN ISO 14556: 2003	Acciaio – Prova di resilienza su provetta Charpy con intaglio a V – Metodo di prova strumentato.
UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005	Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.
UNI ISO 34-2:2008	Gomma vulcanizzata o termoplastica – Determinazione della resistenza alla lacerazione - Parte 2: Provini di forma ridotta (Delft).
UNI ISO 2859-1:2007	Procedimenti di campionamento nell'ispezione per attributi – Parte 1: Schemi di campionamento indicizzati secondo il limite di qualità accettabile (AQL) nelle ispezioni lotto per lotto.
UNI ISO 2859-10: 2007	Procedimenti di campionamento nell'ispezione per attributi – Parte 10: Introduzione alla serie di norme ISO 2859 per il campionamento nell'ispezione per attributi.
UNI ISO 4520:1987	Rivestimenti di conversione a base di cromati su rivestimenti elettrolitici di zinco e cadmio.
CEI 15-23:09/1997	Metodi per la misura della resistività volumica e superficiale dei materiali isolanti elettrici solidi.
IEC 60093 Ed. 2.0	Methods of test for volume resistivity and surface resistivity of solid electrical insulating materials.
CNR-B.U. n. 9	Sovrastrutture stradali – Determinazione del modulo di deformazione di un sottofondo, di uno strato di fondazione o di uno strato di base.
CNR-B.U. n. 69	Norme sui materiali stradali – Prova di costipamento di una terra.
DIN 50 961:2000-09	Electroplated coatings – Zinc coatings on iron and steel – Terms, testing and corrosion resistance.
DIN 52 104:1982-11	Testing of natural stone; freeze-thaw cyclic test; method A to Q.
DIN 53 428:1986-08	Determination of the behaviour of cellular plastics when exposed to fluids, vapours and solids.

NF F50-009 : Décembre 1993	Installations fixes ferroviaires – Insert d’ancrage femelle isolant.
NF F50-015: Février 1996	Installations fixes ferroviaires – Attaches élastiques de rail.
NF F50-021: Février 1996	Installations fixes ferroviaires – Butées isolantes trapézoïdales et simplex, en matière thermoplastique.
NF T58-000: Octobre 1987	Plastiques – Tolérances applicables aux pièces moulées en plastiques (thermodurcissables et thermoplastiques).
ASTM D149- 97a(2004)	Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage and Dielectric Strength of Solid Electrical Insulating Materials at Commercial Power Frequencies.
ASTM D257 - 07	Standard Test Methods for DC Resistance or Conductance of Insulating Materials.
ASTM D570 - 98(2005)	Standard Test Method for Water Absorption of Plastics.
ASTM D1044 - 08	Standard Test Method for Resistance of Transparent Plastics to Surface Abrasion.
ASTM D2393	Test Method for Viscosity of Epoxy Resins and Related Components.
ASTM D4533 - 04(2009)	Standard Test Method for Trapezoid Tearing Strength of Geotextiles.
ASTM D4632 - 08	Standard Test Method for Grab Breaking Load and Elongation of Geotextiles.
UIC 860-O	Spécification technique pour la fourniture de rails.
UIC 864-1	Technical specification for the supply of sleeper screws.
Specifica FS/RFI II-M-20, ed. set-86	Specifiche tecniche per la fornitura di chivarde di giunzione e di ancoraggio per armamenti ferroviari.
Specifica FS/RFI II-S-16, ed. set-85	Specifiche tecniche per la fornitura di piastre di gomma sottorotaia scanalate.
Specifica tecnica di prodotto RFI TCAR SP AR 03 002 D del 28/11/2011	Traverse tipo FSV35 con scartamento 0.95 m, in calcestruzzo vibrato armato e precompresso.

Specifica tecnica di prodotto RFI TCAR SF AR 05 007 B	Piastre e piastroni per armamento ferroviario.
Circolare FS S.OC/A.02/146 del 05/09/1990	Prescrizioni tecniche per le forniture di pietrisco per massicciata ferroviaria ed altri materiali lapidei similari.
Circolare FS/RFI DI TCAR CI AR 07 001 A del 21/03/2000	Abilitazione per l'esecuzione di saldature alluminotermiche di rotaie per il personale dipendente da imprese appaltatrici.
Istruzione tecnica RFI TC AR IT AR 07 003 A	Istruzione sulla costituzione ed il controllo delle lunghe rotaie saldate (I.r.s.).
VDV 603	Typisierung von Weichen mit Rillenschienen.
ZTV-Fug-StB-1	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fugenfüllungen in Verkehrsflächen.

3. DEFINIZIONI E SIGLE

3.1. Terminologia

Con il termine “Direzione Lavori” (“DL”) si intende la Direzione Lavori.

Con il termine “Appaltatore” si intende l’Impresa aggiudicataria dei lavori, congiuntamente con i suoi eventuali subappaltatori o fornitori.

Nel presente capitolato viene impiegata la nomenclatura dei componenti dei binari tranviari definita dalla UNI 3693.

3.2. Sigle

AASHO American Association of State Highway Officials

ASTM American Society for Testing Materials

CAD/CAM computer aided design / computer aided machining

CEI Comitato Elettrotecnico Italiano

CEN European Committee for Standardisation

CNC controllo numerico computerizzato

CSA Capitolato speciale d’appalto

DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

DL Direzione Lavori

EN European Standard

FS Ferrovie italiane dello Stato

ICITE Istituto per l’Industria e la Tecnologia Edilizia

ISO International Organization for Standardization

I.r.s. lunga rotaia saldata

NF Norme Français

PdF piano del ferro

RFI Rete Ferroviaria Italiana

SNCF Société National des Chemins de Fer Français

UIC Union Internationale des Chemins de fer

- UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione
- VDV Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
- VÖV Verband öffentlicher Verkehrsbetriebe (ora VDV)

PRIMA PARTE:

ARMAMENTO

4. OPERE DA REALIZZARE

4.1. Generalità

Sulla linea sono adottati i seguenti tipi di armamento:

- binario su platea in c.a. con rotaie a gola 60R1 e attacco “Milano-Nabla” (§ 8 e disegno n. ARDIMAR002);
- binario su ballast con rotaie 50 E 5 (§ 9 e disegno n. ARDIMAR006).
- binario su ballast con rotaie 50 E 5 predisposto per inerbimento (§ 9 e disegno n. ARDIMAR004).

Lungo la prima parte tracciato, all'interno del comune di Cosenza, il binario è del tipo su ballast inerbito, ad eccezione delle intersezioni con la viabilità ordinaria ove l'armamento è su platea in c.a.; all'interno del comune di Rende il binario è su platea in c.a.; l'ultimo tratto di connessione all'università della Calabria viene posato un binario su ballast tradizionale..

Le tratte in sede propria in ambito urbano sono realizzate con binario inerbito, con rotaie Vignole (50 E 5). In sede promiscua il binario è pavimentato (in conglomerato bituminoso per quanto riguarda gli incroci o lastre in pietra lavica) e le rotaie sono a gola (60R1).

5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

5.1. Rotaie 50 E 5

Devono essere in tutto conformi alla UNI EN 13674-1, devono essere di acciaio R260 e devono essere fornite in barre da 18 m.

5.2. Rotaie a gola

Le rotaie a gola, dei tipi 60R1 e 56R1, da adottarsi rispettivamente per i rettifili e le curve, devono essere in tutto conformi alla UNI EN 14811, devono essere di acciaio R260 e devono essere fornite in barre da 18 m.

5.2.1. 6.2.1. Garanzia

Le rotaie devono essere garantite fino alla scadenza che decorre per ultima fra le due seguenti: il 31 dicembre dell'anno N + 5, essendo N l'anno di fabbricazione marcato sulle rotaie stesse;

tre anni dalla data del Certificato di Collaudo Provvisorio della linea sulla quale esse sono installate.

Qualora, durante questo periodo di garanzia, delle rotaie dovessero essere tolte d'opera in conseguenza della rottura o di un difetto, viene eseguita una ispezione congiunta in presenza della Committenza, dell'esercente e dell'Appaltatore. Se dall'ispezione e da ricerche sulla causa dell'anomalia viene accertato che questa origina da un difetto di fabbricazione, l'Appaltatore deve provvedere gratuitamente alla sostituzione in opera.

5.3. Apparecchi del binario

5.3.1. Definizioni

Gli "apparecchi del binario" comprendono: gli scambi, le intersezioni, gli apparecchi di dilatazione.

Per "SCAMBIO" si deve intendere il seguente insieme di componenti:

- telaio degli aghi;
- cuore (blocco centrale e gambini);
- controrotaie;
- rotaie intermedie;
- materiali minuti assemblati in officina;
- materiali minuti a corredo per assicurare il montaggio dello scambio in cantiere;
- tutti i materiali necessari affinché l'opera sia realizzabile secondo i disegni di progetto;
- scaldiglie.

Lo scambio inizia con il telaio degli aghi e – convenzionalmente – termina a 2,0 m oltre la punta del cuore, lungo entrambi i rami (ramo di corretto tracciato e ramo deviato).

Gli scambi devono essere predisposti per il montaggio:

- della cassa di manovra elettrica, se si tratta di scambi automatici¹, oppure ...
- della cassa di manovra per la stabilità degli aghi, se si tratta di scambi normalmente presi di tallone².

Le prescrizioni relative alle casse di manovra elettriche e alle casse di manovra per la stabilità degli aghi (per scambi tallonati) sono riportate nella Sezione VIII del CSA: “COMANDO SCAMBI” .

Per “INTERSEZIONE” si deve intendere il seguente insieme di componenti:

- n° 4 cuori;
- rotaie intermedie;
- materiali minuti assemblati in officina;
- materiali minuti a corredo per assicurare il montaggio dell’intersezione in cantiere;
- tutti i materiali necessari affinché l’opera sia realizzabile secondo i disegni di progetto.

5.3.2. Fornitura degli scambi e delle intersezioni

Gli scambi e le intersezioni devono essere progettati e costruiti da una ditta certificata secondo UNI EN ISO 9001:2000 e approvata dalla Committenza sulla base delle capacità e delle referenze della ditta stessa in materia di scambi tranviari. A tal fine l’Appaltatore deve sottoporre alla Committenza la seguente documentazione relativa al proposto Produttore di scambi e intersezioni:

- documentazione attestante analoghe forniture negli ultimi cinque anni;
- elenco delle attrezzature di officina utilizzate per la produzione di scambi e intersezioni. In particolare deve essere attestato che le lavorazioni meccaniche avvengano con macchine CNC operative con sistemi CAD/CAM;

¹ Uno scambio tranviario si dice “automatico” se dotato di cassa di manovra elettrica e di dispositivo per il comando a distanza. Tale dispositivo può essere del tradizionale tipo “a lancio di corrente” oppure a radiocomando

² La manovra per la stabilità degli aghi degli scambi normalmente presi di tallone deve:

consentire allo scambio di essere tallonato senza limitazione alcuna;

evitare posizioni incerte degli aghi, trattenendo gli aghi nella posizione in cui li ha portati l’ultimo tram transitato;

consentire ai tram di prendere lo scambio di punta (può accadere che un tram in retrocessione debba impegnare lo scambio);

consentire di spostare gli aghi da una posizione all’altra con azione manuale, tramite una leva (la stessa leva, in dotazione ai tram, con la quale si azionano manualmente gli scambi automatici).

- documentazione atta a dimostrare la capacità di studio dell'accoppiamento ruota-rotaia tranviario e di tutte le caratteristiche degli scambi e delle intersezioni conseguenti alle caratteristiche dei rotabili che vi devono circolare: dimensionamento delle gole e degli scartamenti; forma e dimensioni degli aghi, ecc.

Non sono ammesse subforniture, ovvero non è ammesso che il Produttore degli scambi e delle intersezioni, definito come detto sopra, affidi ad altri la costruzione degli scambi e delle intersezioni e le relative lavorazioni.

5.3.3. Geometria degli scambi

Salvo ove diversamente specificato, gli scambi devono essere del tipo EW 50 secondo la norma VDV 603 per quanto applicabile (scartamento di 950 mm). In particolare, il raggio di deviato deve essere di 50 m, misurato sulla mezzera del binario.

Il telaio degli aghi degli scambi EW 50 deve essere lungo 5,000 m.

In alcuni casi il raggio di deviato di 50 m viene mantenuto per tutto lo scambio. In altri casi il suddetto raggio si riscontra soltanto in corrispondenza del telaio degli aghi; al di fuori di questo la curvatura assume un altro valore. Analogamente, in alcuni casi il ramo retto si mantiene rettilineo per tutto lo scambio. In altri casi il ramo retto è rettilineo soltanto per una parte dello scambio. La geometria di ciascuno scambio è definita dalle planimetrie di tracciato.

5.3.4. Caratteristiche costruttive generali

Gli scambi e le intersezioni devono essere costruiti con rotaie a gola 56R1 (§ 6.2) e 75C1 (ex BA 75), e dei tipi speciali a fungo pieno 76C1 (ex VK Ri 60) e 105C1 (ex D 180/105), come meglio specificato ai punti successivi.

Le lavorazioni meccaniche devono essere eseguite con macchine a controllo numerico comandate con sistemi CAD/CAM.

Gli scambi e le intersezioni, all'uscita dalla fabbrica, devono essere composti dal minor numero possibile di parti; ovvero le parti preassemblate in fabbrica tramite saldatura devono essere della maggiore grandezza possibile, compatibilmente con le esigenze del trasporto. Prima dell'uscita dalla fabbrica ciascuno scambio e ciascuna intersezione devono essere montati in tutte le loro parti e sottoposti a collaudo.

Gli scambi e le intersezioni devono essere provvisti di traverse di scartamento ed eventuali altri dispositivi che, in sede di posa, garantiscano l'esatta riproducibilità della geometria verificata in fabbrica.

Le saldature necessarie per l'assemblaggio in opera degli scambi e delle intersezioni devono essere del tipo alluminotermico (§ 7.3.2).

Scambi

Gli scambi devono essere dotati di due aghi elastici.

Gli aghi devono essere facilmente sostituibili. Ciascun ago deve essere fissato al rispettivo semitelaio tramite un sistema a chiavetta o a cuneo.

Intersezioni

Le intersezioni devono essere fornite in un sol pezzo, senza saldature da eseguire in cantiere.

Cuori degli scambi e delle intersezioni

La profondità delle gole dei cuori deve essere di 13 mm. La rampa di salita del fondo della gola deve rispettare la seguente condizione: la parte terminale della rampa, dalla profondità di 28 mm fino alla suddetta profondità finale di 13 mm, deve avere la pendenza di 1:100; pertanto tale parte terminale della rampa deve essere lunga 1,5 m. Qualora, nel caso di scambi e/o intersezioni molto ravvicinati, si debbano realizzare rampe più corte e, quindi, più ripide, queste devono essere evidenziate nell'ambito dello studio di cui al § 6.3.5.

SEZIONE IV: FINITURE - FERMATE

Sommario

1. CAPITOLI.....	3
1.1. DESCRIZIONE DEI LAVORI	3
1.2. Opere civili sottostazioni elettriche	4
1.3. FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE	4
2. CAPITOLO	5
2.1. NORME GENERALI	5
2.2. ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI, CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO.....	5
2.3. MATERIALI INERTI PER MALTE	6
2.4. ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO	7
2.5. PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE	7
2.6. PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE	9
2.7. PRODOTTI PER COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA)	10
2.8. PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E PER COPERTURE PIANE	11
2.9. PRODOTTI DI VETRO (LASTRE, PROFILATI AD U E VETRI PRESSATI)	14
2.10. PRODOTTI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEOTESSILI).....	15
2.11. INFISSI.....	16
2.12. PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI	18
2.13. PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO.....	20
2.14. PRODOTTI PER PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE.....	22
2.15. MANUFATTI IN FERRO	24
3. CAPITOLO	27
3.1. OPERE E STRUTTURE DI MURATURA.....	27
3.2. MURATURE E RIEMPIMENTI IN PIETRAMA A SECCO – VESPAI	29
3.3. ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE (PIANE)	30
3.4. OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE	33
3.5. SISTEMI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI	35
3.6. OPERE DI VETRAZIONE E SERRAMENTISTICA	37
3.7. ESECUZIONE DELLE PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE	39
3.8. ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI	40
3.9. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI	44
4. CAPITOLO	45
4.1. RISANAMENTO TRATTI DI MURATURA DETERIORATA IN GALLERIA.....	45
4.1.1. Conservazione e consolidamento delle murature.....	45

1. CAPITOLI

1.1. DESCRIZIONE DEI LAVORI

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

Il tracciato ferroviario attuale dell'intera tratta, tra Cosenza Centro e Rogliano, si sviluppa per oltre 23 Km e presenta 12 stazioni/fermate::

- Cosenza Centro, progressiva Km0+000;
- Cosenza Casali, progressiva Km1+149,22;
- Bosco, progressiva km 3+779,53;
- Pedace, progressiva Km 7+113,65 (diramazione per San Giovanni in Fiore);
- Pietrafitta, progressiva Km 9+136,15;
- Aprigliano, progressiva Km 10+907,10;
- Piane Crati, progressiva Km 13+604,95;
- Figline – Cellara, progressiva Km 14+667,17;
- Mangone, progressiva Km 17+800,16;
- Piano Lago, progressiva Km 19+030,95;
- Santo Stefano di Rogliano, progressiva Km 20+678,93;
- Rogliano, progressiva Km 23+228,11.

L'aggancio tra la linea tranviaria Cosenza – Rende – Unical e la linea delle Ferrovie della Calabria, per la quale si propone l'elettrificazione e gli interventi necessari per l'esercizio tranviario, è previsto in corrispondenza della stazione ferroviaria Cosenza Centro: la nuova linea tranviaria collega la stazione metropolitana Due Fiumi con la stazione di Rogliano. Per il raccordo tra la linea tranviaria Cosenza – Rende – Unical e la linea FdC per Rogliano, si può riutilizzare il vecchio binario ferroviario esistente che, allo stato attuale, termina in corrispondenza del marciapiede dell'area di sosta dell'edificio stazione in Piazza Matteotti.

Il vecchio binario in questione, dispone ancora dello scambio in linea con la ferrovia che permette l'attestamento del tram sulla linea F.d.C.: per garantire la connessione tra le due tratte è necessario il disfacimento di una piccola porzione del marciapiede esistente tra l'area della stazione ferroviaria e piazza Matteotti, due scambi e il ripristino e l'elettrificazione del tronchino lungo circa 100 m.

In corrispondenza delle stazioni/fermate della Cosenza Due Fiumi – Rogliano il progetto prevede l'adeguamento delle banchine per consentire l'incarozzamento a raso dei tram, senza gradini od ostacoli lungo la linea. I marciapiedi, attualmente alti 25 cm rispetto al piano dei ferro, vengono adeguati fino ad un'altezza pari a 36 cm.

Nello specifico nell'elaborato BBDPT100 "*Sezioni tipo marciapiede di stazione attuale e di progetto*" è riportato l'adeguamento delle banchine.

1.2. Opere civili sottostazioni elettriche

Le sottostazioni hanno una dimensione tutta esterna di 12,0 x 7,0 metri (per complessivi 84,0 mq) e sono ubicate in posizione strategica lungo le seguenti fermate:

1. Pedace
2. Figline Cellara
3. Santo Stefano di Rogliano

La loro collocazione nelle aree di stazione, di proprietà di Ferrovie della Calabria, permette di evitare acquisizioni e/o espropri agevolando l'iter realizzativo del progetto. Si riporta, a seguire la planimetria di ubicazione delle SSE, elaborato BBDPA070 "*Planimetria ubicazione SSE*", e allegato alla presente relazione uno stralcio planimetrico della sottostazione tipo (elaborato BBDPA080 "*Sottostazione elettrica – pianta, sezioni e prospetti*").

1.3. FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE

La forma e le dimensioni delle opere, che formano oggetto dell'appalto, risultano dai disegni allegati al contratto, che dovranno essere redatti in conformità alle norme UNI vigenti in materia. Inoltre per tutte le indicazioni di grandezza presenti sugli elaborati di progetto ci si dovrà attenere alle norme [UNI CEI ISO 1000](#) e [UNI CEI ISO 31](#) nonché alla norma [UNI 4546](#).

2. CAPITOLO

2.1. NORME GENERALI

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purchè, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate. I materiali, inoltre, dovranno corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati. Le caratteristiche dei materiali da impiegare dovranno corrispondere alle prescrizioni delle norme vigenti.

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

Inoltre in ottemperanza al D.M. 203/2003 si prescrive l'utilizzo di materiali riciclati nella misura complessiva del **30** % del fabbisogno dell'opera da realizzare.

2.2. ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI, CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO

a) Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di grassi o sostanze organiche e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

b) Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione delle norme tecniche vigenti; le calci idrauliche dovranno altresì corrispondere alle prescrizioni contenute nella legge 595/65 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici), ai requisiti di accettazione contenuti nelle norme tecniche vigenti, nonchè alle norme [UNI EN 459-1](#) e [459-2](#). c)

Cementi e agglomerati cementizi.

1) Devono impiegarsi esclusivamente i cementi previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1995 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme [UNI EN 197-1](#), [UNI EN 197-2](#) e [UNI EN 197-4](#).

2) A norma di quanto previsto dal Decreto 12 luglio 1999, n. 314 (Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 595/65 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 595/65 e all'art. 59 del D.P.R. 380/2001 e s.m.i. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

3) I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

Pozzolane - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme tecniche vigenti.

d) Gesso - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti. Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'articolo "*Materiali in Genere*" e le condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti.

e) Sabbie - Le sabbie dovranno essere assolutamente prive di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di tipo siliceo (o in subordine quarzoso, granitico o calcareo), avere grana omogenea, e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.

La sabbia utilizzata per le murature, per gli intonaci, le stuccature, le murature a faccia vista e per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. E' assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

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

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

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 459](#) - [UNI EN 197](#) - [UNI EN ISO 7027](#) - [UNI EN 413](#) - [UNI 9156](#) - [UNI 9606](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

2.3. MATERIALI INERTI PER MALTE

1) Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

2) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

Gli additivi per impasti cementizi, come da norma [UNI EN 934](#), si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-

superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare, secondo i criteri dell'articolo "*Materiali in Genere*", l'attestazione di conformità alle norme [UNI EN 934](#), [UNI EN 480](#) (varie parti) e [UNI 10765](#).

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 934](#) (varie parti), [UNI EN 480](#) (varie parti), [UNI EN 13139](#), [UNI EN 13055-1](#), [UNI EN 12620](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

2.4. ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO

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

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008, nelle relative circolari esplicative e norme vigenti.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma [UNI EN 771](#).

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti.

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

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

E' facoltà della Direzione dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

2.5. PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE

1) La terminologia utilizzata (come da norma [UNI EN 12670](#)) ha il significato di seguito riportato, le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

Travertino

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

Pietra (termine commerciale)

Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

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

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

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

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle forme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma [UNI EN 12670](#) e [UNI EN 14618](#).

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

- a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto, come da norma [UNI EN 12407](#) oppure avere origine del bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonchè essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducano la resistenza o la funzione;
- b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
- c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):
 - massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma [UNI EN 13755](#) e [UNI EN 14617-1](#);
 - coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma [UNI EN 13755](#) e [UNI EN 14617](#);
 - resistenza a compressione, misurata secondo la norma [UNI EN 1926](#) e [UNI EN 14617](#);
 - resistenza a flessione, misurata secondo la norma [UNI EN 12372](#) e [UNI EN 14617](#);
 - modulo di elasticità, misurato secondo la norma e [UNI EN 14146](#);
 - resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del Regio Decreto 2234/39 e [UNI EN 14617](#);
 - microdurezza Knoop, misurato secondo la norma e [UNI EN 14205](#);
- d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla Direzione dei Lavori anche in base ai criteri generali dell'articolo relativo ai materiali in genere ed in riferimento alle norme [UNI EN 12057](#) e [UNI EN 12058](#).

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 14617](#) [UNI EN 12407](#) - [UNI EN 13755](#) - [UNI EN 1926](#) - [UNI EN 12372](#) - [UNI EN 14146](#) - [UNI EN 14205](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

2.6. PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE

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

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo sulla esecuzione delle pavimentazioni.

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

2 - Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cotto forte, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione di cui alla norma 14411 basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo le norme [UNI EN ISO 10545-2](#) e [10545-3](#).

Le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alla norma [UNI EN 14411](#).

I prodotti di seconda scelta, non saranno accettati.

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

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

a. Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla norma [UNI EN 1338](#). Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento devono rispondere a quanto segue:

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

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

- le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza $\pm 15\%$ per il singolo massello e $\pm 10\%$ sulle medie;
- la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;
- il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza $\pm 5\%$ per un singolo elemento e $\pm 3\%$ per la media;
- la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm² per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm² per la media;

I criteri di accettazione sono quelli riportati nel punto 1 con riferimento alla norma [UNI EN 1338](#).

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti. Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui

sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

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

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiale lapideo (senza aggiunta di leganti);
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore ed indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., fare riferimento alla norma [UNI EN 14618](#).

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

In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte); le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al Regio Decreto 2234/39 per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm;

l'accettazione avverrà secondo il punto 1. Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

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

5 - I conglomerati bituminosi per pavimentazioni esterne dovranno rispondere alle caratteristiche contenute nel documento ARD00PGCA003CA "Capitolato speciale di appalto - Sezione III: Sottoservizi – Viabilità – Sistemazioni superficiali – Verde “.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica:, UNI EN 1816, UNI EN 1817, UNI 8297, UNI EN 12199, UNI EN 14342, UNI EN 434, UNI ISO 4649.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

2.7. PRODOTTI PER COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA)

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

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

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

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

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

- a) facce destinate all'esposizione alle intemperie, lisce, bordi diritti e taglio netto e ben squadrato ed entro i limiti di tolleranza;
- b) caratteristiche dimensionali e tolleranze di forma secondo quanto dichiarato dal fabbricante ed accettato dalla Direzione dei Lavori;
- c) tenuta all'acqua, come indicato nel comma 2);
- d) resistenza a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori;
- e) resistenza al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di +20 °C seguito da permanenza in frigo a -20 °C, non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;
- f) la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm³.

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

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

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

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

- a) le lastre di polistirene devono essere conformi alla norma [UNI EN ISO 14631](#);
- b) le lastre di polimetilmetacrilato devono essere conformi alla norma [UNI EN ISO 7823](#)¹ (varie parti);
- c) i criteri di accettazione sono quelli indicati nel presente articolo.

2.8. PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E PER COPERTURE PIANE

1 - Si intendono prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane quelli che si presentano sotto forma di:
- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;

a) Le membrane si designano in base:

- 1) al materiale componente (bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);

- 2) al materiale di armatura inserito nella membrana (armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);

1 (3) - UNI EN ISO 7823

UNI EN ISO 7823-1:2005

Titolo : Materie plastiche - Lastre di polimetilmetacrilato - Tipi, dimensioni e caratteristiche - Parte 1: Lastre colate.

Sommario : La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese e italiana della norma europea EN ISO 7823-1 (edizione giugno 2003) e tiene conto delle correzioni introdotte il 24 settembre 2003. La norma descrive le caratteristiche dimensionali, di aspetto, meccaniche, ottiche e di resistenza ai fattori ambientali delle lastre colate di polimetilmetacrilato.

Codice ICS : 83.140.10 Organo Tecnico : UNIPLAST. Data di pubblicazione : 2005-11-24

UNI EN ISO 7823-2:2004

Titolo : Materie plastiche - Lastre di polimetilmetacrilato - Tipi, dimensioni e caratteristiche - Parte 2: Lastre estruse.

Sommario : La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN ISO 7823-2 (edizione giugno 2003) e tiene conto delle correzioni introdotte il 24 settembre 2003. La norma descrive i requisiti per le lastre trasparenti od opache, incolore o colorate di polimetilmetacrilato (PMMA) ottenute con un procedimento di estrusione-calandratura.

Codice ICS : 83.140.10 Organo Tecnico : UNIPLAST. Data di pubblicazione : 2004-12-01

UNI EN ISO 7823-3:2008

Titolo : Materie plastiche - Lastre di polimetilmetacrilato - Tipi, dimensioni e caratteristiche - Parte 3: Lastre colate continue

Sommario : La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN ISO 7823-3 (edizione maggio 2007). La norma specifica i requisiti per le lastre colate continue per il poli(metilmetacrilato) (PMMA) non modificato. Le lastre possono essere colorate e non colorate e possono essere trasparenti, traslucide o opache.

L'intervallo degli spessori considerati è da 1 mm a 10 mm.

Codice ICS : 83.140.10 Organo Tecnico : UNIPLAST Data di entrata in vigore : 2008-01-24

- 3) al materiale di finitura della faccia superiore (poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);

- 4) al materiale di finitura della faccia inferiore (poliestere nontessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

- b) La Direzione dei Lavori ai fini dell'accettazione dei prodotti che avviene al momento della loro fornitura, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle norme vigenti e alle prescrizioni di seguito indicate.

2 - Membrane

- a) Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento alle seguenti prescrizioni. Gli strati funzionali si intendono definiti come riportato nella norma [UNI 8178](#).
- b) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma [UNI 9380-2](#) oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alla norma [UNI 8629 parti 4, 6, 7 e 8](#) per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.
- c) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono

soddisfare le caratteristiche previste dalla norma [UNI 9168-2](#), oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme [UNI 9380-2](#) e [UNI 8629 parti 4, 6, 7 e 8](#) per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

- d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma [UNI 9168-2](#), oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme [UNI 9380-2](#) e [UNI 8629 parti 4, 6, 7 e 8](#) per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.
- e) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma [UNI 8629 parti 4, 6, 7 e 8](#), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.
- f) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma [UNI 8629 parti 4, 6, 7 e 8](#) oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

3) I tipi di membrane considerate i cui criteri di accettazione indicati nel punto 1 comma c) sono:

- a) - membrane in materiale elastomerico senza armatura. Per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata);
- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura;
 - membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura. Per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate);
 - membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
 - membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);
 - membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura;
 - membrane polimeriche accoppiate. Membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta.

In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.

b) Classi di utilizzo:

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

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

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

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

Classe E membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, scariche, vasche di raccolta e/o decantazione, etc.).

Classe F membrane adatte per il contratto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, etc.).

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi, In questi casi devono essere presi in considerazione tutti

quei fattori che nell'esperienza progettuale e/o applicativa risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali.

c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purchè rispettino le caratteristiche previste dalle norme armonizzate [UNI EN 13361](#), [UNI EN 13362](#), [UNI EN 13491](#), [UNI EN 13492](#) e [UNI EN 13493](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

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

1 - Si definiscono prodotti di vetro quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro.

Essi si dividono nelle seguenti principali categorie: lastre piane, vetri pressati, prodotti di seconda lavorazione.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonchè per le operazioni di finitura dei bordi si fa riferimento alla norma [UNI EN 572](#) (varie parti). I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura.

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

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

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

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

Per le altre caratteristiche vale la norma [UNI EN 1279-1-2-3-4-5](#) che definisce anche i metodi di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

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

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

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

- stratificati per sicurezza semplice;

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

Le dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche si fa riferimento alle norme seguenti:

- a) i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma [UNI EN ISO 12543](#) (varie parti);
- b) i vetri piani stratificati antivandalismo ed anticrimine devono rispondere rispettivamente alle norme [UNI EN ISO 12543](#);
- c) i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma [UNI EN 1063](#).

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte dalle norme vigenti in materia di risparmio energetico, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

2.10. PRODOTTI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEOTESSILI)

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

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

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

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

compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;

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

durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;

durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto o alla norma [UNI ISO 11600](#) e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

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

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

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

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

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

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

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 13888](#), [UNI EN 12004](#), [UNI EN 12860](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

2.11. INFISSI

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

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

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma [UNI 8369](#) ed alla norma armonizzata [UNI EN 12519](#).

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

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

2 - Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque devono, nel

loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.), essere conformi alla norma [UNI 7959](#) ed in particolare resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti, garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento.

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

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

La Direzione dei Lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

- a) mediante controllo dei materiali costituenti il telaio più vetro più elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti, ecc.;
- b) mediante l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc. (vedere punto 3, lett. b.); di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti (vedere punto 3).

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

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

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

tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste.

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

1) Finestre

- tenuta all'acqua classe A9, all'aria classe 3 e resistenza al vento classe C3, misurata secondo le norme [UNI 11173](#), [UNI EN 12207](#), [UNI EN 12208](#) e [UNI EN 12210](#);
- resistenza meccanica secondo la norma [UNI EN 107](#).

2) Porte interne

- tolleranze dimensionali e spessore classe 3 misurate secondo le norme [UNI EN 1529](#);

- planarità classe 3 misurata secondo la norma [UNI EN 1530](#);

3) Porte esterne

- tolleranze dimensionali e spessore classe 4 misurate secondo le norme [UNI EN 1529](#)

- planarità classe 4 misurata secondo la norma [UNI EN 1530](#);

- tenuta all'acqua classe A9, all'aria classe 3 e resistenza al vento classe C3, misurata secondo le norme [UNI 11173](#), [UNI EN 12207](#), [UNI EN 12208](#) e [UNI EN 12210](#);

- resistenza all'antintrusione secondo la norma [UNI 9569](#) classe 3.

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

4 - Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, si intende che comunque lo schermo deve nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) ed agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

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

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

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 12207, UNI EN 12208, UNI EN 12210, UNI EN 12211, UNI EN ISO 10077, UNI EN 179, UNI EN 1125, UNI EN 1154, UNI EN 1155, UNI EN 1158, UNI EN 12209, UNI EN 1935, UNI EN 13659, UNI EN 13561, UNI EN 13241-1, UNI 10818, UNI EN 13126-1, UNI EN 1026 UNI EN 1027.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

2.12. PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI

1 - Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate) ed orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. I prodotti si distinguono:

a seconda del loro stato fisico:

- rigidi (rivestimenti in pietra - ceramica - vetro - alluminio - gesso - ecc.);
- flessibili (carte da parati - tessuti da parati - ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci - vernicianti - rivestimenti plastici - ecc.);
- a seconda della loro collocazione: per esterno;

- per interno;
- a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento: di fondo;
- intermedi;
- di finitura.

Tutti i prodotti descritti nei punti che seguono vengono considerati al momento della fornitura. La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate e in genere come da norma [UNI 8012](#).

2 - Prodotti rigidi In via orientativa valgono le prescrizioni della norma [UNI 8981](#) (varie parti).

- a) Per le piastrelle di ceramica vale quanto riportato nell'articolo prodotti per pavimentazione, tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.
- b) Per le lastre di pietra vale quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione del progetto valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'articolo: prodotti di pietra integrati dalle prescrizioni date nell'articolo prodotti per pavimentazioni di pietra (in particolare per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio). Sono comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione.
- c) Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto. Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte in norme UNI, in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei Lavori. Saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera

d) con opportuni fori, incavi, ecc.

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

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

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

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

4 - Prodotti fluidi o in pasta.

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

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

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'incendio adeguata;

- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

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

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

Si distinguono in:

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

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

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- avere funzione impermeabilizzante;
- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO₂;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

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

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

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

2.13. PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO

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

I materiali vengono di seguito considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione per le caratteristiche si

intende che la procedura di prelievo dei campioni, delle prove e della valutazione dei risultati sia quella indicata nelle norme [UNI EN 822](#), [UNI EN 823](#), [UNI EN 824](#) e [UNI EN 825](#) ed in loro mancanza quelli della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

I materiali isolanti si classificano come segue:

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

1) Materiali cellulari

- composizione chimica organica: plastici alveolari;
- composizione chimica inorganica: vetro cellulare, calcestruzzo alveolare autoclavato;
- composizione chimica mista: plastici cellulari con perle di vetro espanso.

2) Materiali fibrosi

- composizione chimica organica: fibre di legno;
- composizione chimica inorganica: fibre minerali.

3) Materiali compatti

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: agglomerati di legno.

4) Combinazione di materiali di diversa struttura

- composizione chimica inorganica: composti "fibre minerali-perlite", calcestruzzi leggeri;
- composizione chimica mista: composti perlite-fibre di cellulosa, calcestruzzi di perle di polistirene.

5) Materiali multistrato

- composizione chimica organica: plastici alveolari con parametri organici;
- composizione chimica inorganica: argille espanse con parametri di calcestruzzo, lastre di gesso associate a strato di fibre minerali;
- composizione chimica mista: plastici alveolari rivestiti di calcestruzzo.

La legge 257/92 vieta l'utilizzo di prodotti contenenti amianto quali lastre piane od ondulate, tubazioni e canalizzazioni.

B) MATERIALI INIETTATI, STAMPATI O APPLICATI IN SITO MEDIANTE SPRUZZATURA.

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

- composizione chimica organica: schiume poliuretatiche, schiume di ureaformaldeide;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo cellulare.

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

- composizione chimica inorganica: fibre minerali proiettate in opera.

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

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: asfalto.

4) Combinazione di materiali di diversa struttura

- composizione chimica inorganica: calcestruzzo di aggregati leggeri;
- composizione chimica mista: calcestruzzo con inclusione di perle di polistirene espanso.

5) Materiali alla rinfusa

- composizione chimica organica: perle di polistirene espanso;

- composizione chimica inorganica: lana minerale in fiocchi, perlite;
- composizione chimica mista: perlite bitumata.

2 - Per tutti i materiali isolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- dimensioni: lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- resistenza termica specifica: deve essere entro i limiti previsti da documenti progettuali (calcolo in base alle relative norme vigenti) ed espressi secondo i criteri indicati nelle norme [UNI EN 12831](#) e [UNI 10351](#);
- saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto le seguenti caratteristiche:
 - reazione o comportamento al fuoco;
 - limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
 - compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

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

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

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

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

2.14. PRODOTTI PER PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE

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

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

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

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

a) gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante pressatura o trafilatura con materiale normale od alleggerito devono rispondere alla norma [UNI EN 771-1](#);

b) gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella norma [UNI EN 771-1](#) (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea), i limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed in loro mancanza quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei Lavori;

c) gli elementi di calcio silicato, pietra ricostruita, pietra naturale, saranno accettate in base alle loro caratteristiche dimensionali e relative tolleranze; caratteristiche di forma e massa volumica (foratura, smussi, ecc.); caratteristiche meccaniche a compressione, taglio e flessione; caratteristiche di comportamento all'acqua ed al gelo (imbibizione, assorbimento d'acqua, ecc.).

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

3 - I prodotti ed i componenti per facciate continue dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in loro mancanza alle seguenti prescrizioni:

gli elementi dell'ossatura devono avere caratteristiche meccaniche coerenti con quelle del progetto in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, ecc.) alla struttura portante, resistere alle corrosioni ed azioni chimiche dell'ambiente esterno ed interno;

gli elementi di tamponamento (vetri, pannelli, ecc.) devono essere compatibili chimicamente e fisicamente con l'ossatura; resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti, ecc.); resistere alle sollecitazioni termoigrometriche dell'ambiente esterno e chimiche degli agenti inquinanti; le parti apribili ed i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte; i rivestimenti superficiali (trattamenti dei metalli, pitturazioni, fogli decorativi, ecc.) devono essere coerenti con le prescrizioni sopra indicate; le soluzioni costruttive dei giunti devono completare ed integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

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

I pannelli da utilizzare per il rivestimento delle facciate ventilate sono costituiti da resine termoindurenti e fibre di legno con le seguenti caratteristiche.

CARATTERISTICA	VALORE	UNIT A' DI MISU RA	STANDARD DI RIFERIMENTO
Stabilità dimensionale	>2,5	mm/	EN 438
Peso Specifico	> 1350	m	ISO 1183
Modulo di elasticità	>9.000	kg/m	ISO 178
Resistenza alla rottura per trazione	> 70	c	ISO 527-2

Resistenza alla flessione	>120	N/m mq N/m mq N/m mq	ISO 178
Resistenza all'urto con sfera di grande diametro			EN 438
Altezza di caduta	1800	mm	
Diametro dell'impronta	<10	mm	

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

5 - I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza, alle prescrizioni seguenti: avere spessore con tolleranze $\pm 0,5$ mm, lunghezza e larghezza con tolleranza ± 2 mm, resistenza all'impronta, all'urto, alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio) ed, a seconda della destinazione d'uso, con basso assorbimento d'acqua, con bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore), con resistenza all'incendio dichiarata, con isolamento acustico dichiarato.

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

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

2.15. MANUFATTI IN FERRO

Prodotti in Metallo

1. I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno essere rispondenti alle vigenti normative: dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.
2. Per tutti i materiali metallici l'Appaltatore è sempre tenuto a presentare alla D.L. i certificati di provenienza e

quelli delle prove effettuate presso le ferriere o fonderie fornitrici, a prescindere dagli oneri relativi alle prove sui campioni da prelevarsi in cantiere, in contraddittorio, su richiesta della D.L.. Sarà peraltro sempre in facoltà della D.L. compiere le prove tecnologiche, chimiche e meccaniche, le ispezioni in sito ed allo stabilimento di origine del materiale per accertare le qualità del medesimo. I campioni di dette ulteriori prove verranno prelevati in contraddittorio con le modalità di cui alle prescrizioni in vigore, comprese quelle emanate dal C.N.R.. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla D.L. previa apposizione dei sigilli e delle firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. Verificandosi il caso che non si trovi corrispondenza alle caratteristiche previste o il materiale presenti evidenti difetti, la D.L. a suo insindacabile giudizio, potrà rifiutare, in tutto o in parte, la partita fornita.

3. Gli acciai, così come descritti dalla [UNI 10079:2007](#) e come classificati dalla [UNI EN 10020:2001](#), dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dalle norme [UNI](#) vigenti ([10021:2007](#),[10025-1,2:2005](#)).

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

4. L'acciaio per tubolari metallici sarà laminato a caldo con tensione di rottura a trazione non inferiore a 34 DaN/mm² protetto da zincatura a bagno caldo praticata dopo il taglio e la piegatura dell'elemento. Lo zinco sarà presente sulla superficie sviluppata di ogni faccia in misura non inferiore a 300 gr per m².
5. Gli elementi finiti dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non coperte dalla zincatura, ammaccatura, ecc.
6. L'acciaio trafilato o laminato, nella varietà dolce (cosiddetto ferro omogeneo), semiduro e duro, dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità, perfettamente malleabile e lavorabile a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature od alterazioni; dovrà essere altresì saldabile ed alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare; in ogni caso dovrà essere conforme alle norme.
7. I profilati di acciaio per infissi dovranno essere di qualità non inferiore al tipo Fe 37 A previsto dalla norma [UNI 10025-1,10025-2:2005](#), secondo i profili, le dimensioni e le tolleranze riportate nelle norme [UNI 5397-5398-5679-5681-6762-6763-7210-7211](#) e [UNI EN 10279:2002](#).
8. La protezione dalla corrosione degli acciai a mezzo di zincatura dovrà essere conforme alle prescrizioni normative vigenti in materia ed in particolare alla norma [UNI EN 14713-2:2010](#) - Rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco, ottenuti per immersione, su oggetti diversi fabbricati in materiale ferroso".

La zincatura sarà del tipo "a caldo", per immersione delle opere in ferro in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decapaggio, lavaggio, oltre a quanto occorre per dare il lavoro finito.

La zincatura dovrà essere effettuata seguendo le prescrizioni minime di seguito riportate:

- lo zinco da impiegare nel bagno deve essere almeno di qualità Zn = 99,90 (UNI 2013);
- la quantità di zinco minima per i laminati (profilati a caldo ed a freddo, tubi, piatti, larghi, piatti, ecc.) deve essere pari a 600 gr/m²; per dadi, bulloni, ecc. pari a 400 gr/m² (UNI 5744);
- lo strato di zinco deve presentarsi uniforme e deve essere esente da incrinature, scaglie, scorie e altri analoghi difetti. Esso deve aderire tenacemente alla superficie del metallo base.

Per tutti i manufatti in lamiera zincata (es. infissi) dovranno essere impiegate lamiere zincate secondo il procedimento Sendzimir, dei tipi commerciale o per profilatura, a seconda delle lavorazioni meccaniche cui il materiale dovrà essere sottoposto.

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espresso in grammi al metro quadrato, presente complessivamente sulle due facce della lamiera, se non diversamente specificato, dovrà essere:

- 275 g/m² per zincatura normale;
- 450 g/m² per zincatura denominata "pesante", da impiegarsi per serbatoi di acqua e simili e per uso in ambiente aggressivo.

E' vietato comunque l'impiego di lamiera con strato di zincatura denominato "extra leggero" o "leggero". Per gli spessori delle lamiere devono essere rispettate le tolleranze indicate nella [UNI EN 10142-43-47](#) - Prodotti finiti piatti di acciaio non legato laminati a freddo, rivestiti, lamiere e nastri larghi zincati in continuo per immersione a caldo.

9. L'alluminio utilizzato per la formazione di laminati, di profilati o di sagomati non estrusi dovrà essere del tipo [EN-AW 1050 A](#) , [EN-AW 6082](#).
10. I profili strutturali degli infissi saranno ossidati anodicamente secondo le norme [UNI EN 12373-6:2000](#) e dotati di taglio termico conformemente alla [UNI EN 14024:2005](#).
11. La ghisa dovrà essere lavorabile con la lima e con lo scalpello, di frattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. E' assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

Panelli oscuranti in alluminio

I Pannelli in alluminio microforati saranno sagomati secondo gli elaborati di progetto e saranno forniti degli elementi di fissaggio alla struttura principale.

- Dati tecnici Materiale
- EN AW-3004 o EN AW-6025
- Dimensioni
- Spessore: 1,0 mm
- Valori di portata conformi alla norma DIN 18807, a seconda della tipologia di forature della lastra profilata
- Colori - Tonalità standard RAL
- Fori Diametro da 1 mm con passo da 4 mm in entrambe le direzioni

3. CAPITOLO

3.1. OPERE E STRUTTURE DI MURATURA

Generalità

Le costruzioni in muratura devono essere realizzate nel rispetto di quanto contenuto nel D.M. 14 gennaio 2008 e relativa normativa tecnica vigente.

Malte per Murature

L'acqua e la sabbia per la preparazione degli impasti devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche di cui agli articoli "Materiali in Genere" e "Acqua, Calci, Cementi ed Agglomerati Cementizi".

L'impiego di malte premiscelate e pronte è consentito, purchè ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte non devono essere difformi a quanto riportato nel D.M. 14 gennaio 2008 e alla Circolare 2 febbraio 2009, n. 617.

I tipi di malta e le loro classi sono definiti in rapporto alla composizione in volume; malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

La malta per muratura portante deve garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche e deve essere conforme alla norma armonizzata [UNI EN 998- 2](#) e, secondo quanto specificato alla lettera A del punto 11.1 del D.M. 14 gennaio 2008, recare la Marcatura CE, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella Tabella 11.10.II del medesimo D.M.

Murature in Genere: Criteri Generali per l'Esecuzione

Nella costruzione delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattabande, archi, e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:

il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufe e camini, scarico acqua usata, immondizie, ecc.);

per il passaggio delle condutture elettriche, di telefoni e di illuminazione;

gli zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc. Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le parti di esse.

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di otto nè minore di 5 mm.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per la esecuzione delle murature dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi con paramento a vista (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento i giunti non dovranno avere larghezza maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisce con apposito ferro, senza sbavatura.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purchè al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

La Direzione dei Lavori stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani, di porte e finestre siano collocati degli architravi (cemento armato, acciaio) delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro ed al sovraccarico.

Nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra sarà eseguito un opportuno strato (impermeabile, drenante, ecc.) che impedisca la risalita per capillarità.

Regole di dettaglio

Costruzioni in muratura ordinaria: ad ogni piano deve essere realizzato un cordolo continuo all'intersezione tra solai e pareti.

I cordoli debbono avere altezza minima pari all'altezza del solaio e larghezza almeno pari a quella del muro; è consentito un arretramento massimo di 6 cm dal filo esterno. L'armatura corrente non deve essere inferiore a 8 cm², le staffe debbono avere diametro non inferiore a 6 mm ed interasse non superiore a 25 cm. Travi metalliche o prefabbricate costituenti i solai debbono essere prolungate nel cordolo per almeno la metà della sua larghezza e comunque per non meno di 12 cm ed adeguatamente ancorate ad esso.

In corrispondenza di incroci d'angolo tra due pareti perimetrali sono prescritte, su entrambe le pareti, zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m, compreso lo spessore del muro trasversale.

Al di sopra di ogni apertura deve essere realizzato un architrave resistente a flessione efficacemente ammorsato alla muratura.

Costruzioni in muratura armata: gli architravi soprastanti le aperture possono essere realizzati in muratura armata.

Le barre di armatura debbono essere esclusivamente del tipo ad aderenza migliorata e debbono essere ancorate in modo adeguato alle estremità mediante piegature attorno alle barre verticali. In alternativa possono essere utilizzate, per le armature orizzontali, armature a traliccio o conformate in modo da garantire adeguata aderenza ed ancoraggio.

La percentuale di armatura orizzontale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non può essere inferiore allo 0,04 %, né superiore allo 0,5%.

Parapetti ed elementi di collegamento tra pareti diverse debbono essere ben collegati alle pareti adiacenti, garantendo la continuità dell'armatura orizzontale e, ove possibile, di quella verticale.

Agli incroci delle pareti perimetrali è possibile derogare dal requisito di avere su entrambe le pareti zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m.

Per quanto non espressamente contemplato nel presente articolo, le modalità esecutive devono essere conformi alle indicazioni della normativa consolidata.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

3.2. MURATURE E RIEMPIMENTI IN PIETRAMA A SECCO – VESPAI

Riempimenti in Pietrame a Secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili)

Dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi e fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

Vespai e Intercapedini

Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.

Per i vespai di pietrame si dovrà formare anzitutto in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m; essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 cm x 20 cm di altezza ed un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.

3.3. ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE (PIANE)

1) Si intendono per coperture continue quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- copertura senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza strato di ventilazione.

2) Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definiti secondo la norma [UNI 8178](#)).

Nelle soluzioni costruttive uno strato può assolvere ad una o più funzioni.

a) La copertura non termoisolata non ventilata avrà quali strati di elementi fondamentali:

- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- lo strato di pendenza con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
- l'elemento di tenuta all'acqua con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
- lo strato di protezione con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

b) La copertura ventilata ma non termoisolata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- lo strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;

- strato di pendenza (se necessario);
- elemento di tenuta all'acqua;
- strato di protezione.

La copertura termoisolata non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- strato di pendenza;
- strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- elemento di tenuta all'acqua;
- elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- strato filtrante;
- strato di protezione.

d) La copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- l'elemento termoisolante;
- lo strato di irrigidimento o supporto con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
- lo strato di ventilazione;
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato filtrante con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
- lo strato di protezione.

e) La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perchè dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della [UNI 8178](#) sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

3) Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc.;
- per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui *prodotti per isolamento termico* ed inoltre si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo stato contiguo;
- per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo;
- lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc. capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti;
- lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo.

a) Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate all'articolo *prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane*. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente i

materiali ausiliari (adesivi, ecc.), le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc. ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato.

b) Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo *prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane*. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto, che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

Sarà curato inoltre che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) od altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.

- Lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con fogli di nontessuto sintetico od altro prodotto adatto accettato dalla Direzione dei Lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili.

- Lo strato di protezione, sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto.

I materiali (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc. tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.

- Lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto si rinvia per i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione si curerà che il piano (od i piani) inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolano il deflusso dell'acqua. Si cureranno inoltre le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.

- Lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (vedere articolo *prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane*). Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.

Per gli altri strati complementari riportati nella norma [UNI 8178](#) si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile.

Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o le precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

4) La Direzione dei Lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà l'adozione dei criteri per la sicurezza degli operatori come da norma [UNI 8088](#) e che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati); la esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- adesioni o connessioni fra strati (o quando richiesta l'esistenza di completa separazione);
- la tenuta all'acqua, all'umidità, ecc.

b) A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

3.4. OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE

Si intendono per opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti controterra, ecc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.

Esse si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- c) impermeabilizzazioni di opere interrate;
- d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali; ove non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- 1) per le impermeabilizzazioni di coperture, vedere gli articoli "*Esecuzione di Coperture Continue (Piane)*".
- 2) per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, vedere l'articolo "*Esecuzione delle Pavimentazioni*".
- 3) per la impermeabilizzazione di opere interrate valgono le prescrizioni seguenti:

a) per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti nel terreno.

Inoltre durante la realizzazione si curerà che i risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione;

b) per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi

per la circolazione di aria) si opererà, come indicato nel comma a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica;

c) per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno) in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta;

d) per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno.

Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità), e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal Produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillari ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc., curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento.

L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti simili, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

La Direzione dei Lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue:

a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, le continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

b) A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, la interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

3.5. SISTEMI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI

Si definisce sistema di rivestimento il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei che realizzano la finitura dell'edificio. I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzione in:

- rivestimenti per esterno e per interno;
- rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

Sistemi Realizzati con Prodotti Rigidi

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed a completamento del progetto con le indicazioni seguenti:

a) Per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, ecc. con dimensioni e pesi similari) si procederà alla posa su letto di malta svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione e curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura ed umidità) e di maturazione. Si valuterà inoltre la composizione della malta onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto.

Durante la posa del rivestimento si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc. in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto.

b) Per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti similari si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e similari) a loro volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralici o similari. Comunque i sistemi di fissaggio devono garantire una adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alle corrosioni, permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio ed il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche.

Il sistema nel suo insieme deve avere comportamento termico accettabile, nonchè evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, pioggia, ecc. ed assolvere le altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua, ecc. Durante la posa del rivestimento si cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque corretta esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.

c) Per le lastre, pannelli, ecc. a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quanto descritto al comma b) per le lastre.

Si curerà in base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, la esecuzione dei fissaggi e la collocazione rispetto agli strati sottostanti onde evitare incompatibilità termiche, chimiche od elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumore indotte da vento, pioggia, ecc.

Verranno inoltre verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

Sistemi Realizzati con Prodotti Flessibili

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessili, fogli di materie plastiche o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile ed a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti.

A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia ed asportazione dei materiali esistenti nonché al riempimento di fessure, piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc. avendo cura di eliminare, al termine, la polvere ed i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio ed il supporto durante la posa.

Si stenderà uno strato di fondo (fissativo) solitamente costituito dallo stesso adesivo che si userà per l'incollaggio (ma molto più diluito con acqua) in modo da rendere uniformemente assorbente il supporto stesso e da chiudere i pori più grandi. Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (esempio tessili) si provvederà ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto simile allo scopo di ottenere la levigatezza e continuità volute.

Si applica infine il telo di finitura curando il suo taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i teli con andamento alternato, ecc.

Durante l'applicazione si curerà la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, bordi di porte, finestre, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e comunque la scarsa percepibilità dei giunti.

Sistemi Realizzati con Prodotti Fluidi

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto (con prodotti costituiti da pitture, vernici impregnanti, ecc.) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile ed a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti:

- a) su pietre naturali ed artificiali impregnazione della superficie con silicani o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti agli U.V., al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera;
- b) su intonaci esterni:
 - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
 - pitturazione della superficie con pitture organiche;
- c) su intonaci interni:
 - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
 - pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
 - rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
 - tinteggiatura della superficie con tinte a tempera;
- d) su prodotti di legno e di acciaio:
 - I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed in loro mancanza (od a loro integrazione) si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla Direzione dei Lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme [UNI 8758](#) o [UNI 8760](#) e riguarderanno:
 - criteri e materiali di preparazione del supporto;
 - criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, condizioni per la successiva

operazione;

- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio, ivi comprese le condizioni citate all'alinea precedente per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture, ivi comprese le condizioni citate al secondo alinea;

e) Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.) nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

Norme Esecutive per il Direttore dei Lavori

a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato.

In particolare verificherà:

- per i rivestimenti rigidi le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di residenza meccanica, ecc.;
- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli) la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
- per i rivestimenti fluidi od in pasta il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto nel punto a) verificando la loro completezza, ecc. specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori.

b) A conclusione dei lavori eseguirà prove (anche solo localizzate) e con facili mezzi da cantiere creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o comunque simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi verificherà in particolare il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti; per i rivestimenti in fogli, l'effetto finale e l'adesione al supporto; per quelli fluidi la completezza, l'assenza di difetti locali, l'aderenza al supporto. Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

3.6. OPERE DI VETRAZIONE E SERRAMENTISTICA

- Si intendono per opere di vetratura quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti simili sempre comunque in funzione di schermo) sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, portafinestre o porte;
- Si intendono per opere di serramentistica quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

La realizzazione delle opere di vetratura deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto ed ove questo non sia sufficientemente dettagliato valgono le prescrizioni seguenti.

a) Le lastre di vetro, in relazione al loro comportamento meccanico, devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico di vento e neve, alle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti ed alle deformazioni prevedibili del serramento.

Devono inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti

vandalici, ecc.

Per la valutazione dell'adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico ed acustico, la sicurezza, ecc. (UNI 7143, 12758 e 7697).

Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

b) I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione e dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e dimensioni in genere, capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi ed ante apribili; resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori. Nel caso di lastre posate senza serramento gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

c) La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi alle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata. Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme. L'esecuzione effettuata secondo la norma UNI 6534 potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente Capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto e quando non precisato deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.

a) Le finestre collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e comunque in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Il giunto tra controtelaio e telaio fisso, se non progettato in dettaglio onde mantenere le prestazioni richieste al serramento, dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- assicurare tenuta all'aria ed isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo; se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento o di carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

b) La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli di espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta previa eventuale interposizione di elementi separatori quali non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta.

c) Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antiefrazione), acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Per la realizzazione delle cosiddette "vetrazioni strutturali" e/o lucernari ad illuminazione zenitale si farà riferimento alle norme di qualità contenute nella Guida Tecnica UEAtc (ICITE-CNR) e relativi criteri di verifica.

La Direzione dei Lavori per la realizzazione opererà come segue.

a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte.

In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; la esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni.

b) A conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, ecc. Eseguirà controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria), l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

Nelle grandi opere i controlli predetti potranno avere carattere casuale e statistico.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

3.7. ESECUZIONE DELLE PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE

1 Si intende per parete esterna il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno.

Si intende per partizione interna un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nella esecuzione delle pareti esterne si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, ad intercapedine, termoisolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina od inserita).

Nella esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

2 Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie di parete sopracitata è composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni), che devono essere realizzati come segue.

a) Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali e prodotti rispondenti al presente capitolato (vetro, isolanti, sigillanti, pannelli, finestre, elementi portanti, ecc.).

Le parti metalliche si intendono lavorate in modo da non subire microfessure o comunque danneggiamenti ed, a seconda del metallo, opportunamente protette dalla corrosione.

Durante il montaggio si curerà la corretta esecuzione dell'elemento di supporto ed il suo ancoraggio alla struttura dell'edificio eseguendo (per parti) verifiche della corretta esecuzione delle giunzioni (bullonature, saldature, ecc.) e del rispetto delle tolleranze di montaggio e dei giochi. Si effettueranno prove di carico (anche per parti) prima di procedere al successivo montaggio degli altri elementi.

La posa dei pannelli di tamponamento, dei telai, dei serramenti, ecc., sarà effettuata rispettando le tolleranze di posizione, utilizzando i sistemi di fissaggio previsti. I giunti saranno eseguiti secondo il progetto e comunque posando correttamente le guarnizioni ed i sigillanti in modo da garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, all'aria, di isolamento termico, acustico, ecc. tenendo conto dei movimenti localizzati dalla facciata e dei suoi elementi dovuti a variazioni termiche, pressione del vento, ecc. La posa di scossaline coprigiunti, ecc. avverrà in modo da favorire la protezione e la durabilità dei materiali protetti ed in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

Il montaggio dei vetri e dei serramenti avverrà secondo le indicazioni date nell'articolo a loro dedicato.

- b) Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti similari saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc., si rinvia alle prescrizioni date nell'articolo relativo alle coperture.

Per gli intonaci ed i rivestimenti in genere si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque, in relazione alle funzioni attribuite alle pareti ed al livello di prestazione richiesto, si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione si curerà la completa realizzazione dell'opera, con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni, curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

- c) Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito (con e senza piccole opere di adeguamento nelle zone di connessione con le altre pareti o con il soffitto) devono essere realizzate con prodotti rispondenti alle prescrizioni date nell'articolo prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (ivi incluso l'utilizzo di appositi attrezzi) ed approvate dalla Direzione dei Lavori. Si curerà la corretta predisposizione degli elementi che svolgono anche funzione di supporto in modo da rispettare le dimensioni, tolleranze ed i giochi previsti o comunque necessari ai fini del successivo assemblaggio degli altri elementi. Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio vengano posizionati ed installati in modo da garantire l'adeguata trasmissione delle sollecitazioni meccaniche. Il posizionamento di pannelli, vetri, elementi di completamento, ecc. sarà realizzato con l'interposizione di guarnizioni, distanziatori, ecc. che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti ed essere completate con sigillature, ecc.

Il sistema di giunzione nel suo insieme deve completare il comportamento della parete e deve essere eseguito secondo gli schemi di montaggio previsti; analogamente si devono eseguire secondo gli schemi previsti e con accuratezza le connessioni con le pareti murarie, con i soffitti, ecc.

3.8. ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

Si intende per pavimentazione un sistema edilizio avente quale scopo quello di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (cioè dove la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

Tenendo conto dei limiti stabiliti dal D.P.R. 380/2001 e s.m.i., quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (Costruttivamente uno strato può assolvere una o più funzioni).

a) La pavimentazione su strato portante avrà quali elementi o strati fondamentali:

- 1) lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- 2) lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- 3) lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- 4) lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- 5) lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali;

- 6) strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi dai vapori;
- 7) strato di isolamento termico con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- 8) strato di isolamento acustico con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- 9) strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planarità ed eventualmente incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).

b) La pavimentazione su terreno avrà quali elementi o strati funzionali:

- 1) il terreno (suolo) con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- 2) strato impermeabilizzante (o drenante);
- 3) il ripartitore;
- 4) strato di compensazione e/o pendenza;
- 5) il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste, altri strati complementari possono essere previsti.

Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

- 1) Per lo strato portante a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.
- 2) Per lo strato di scorrimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali la sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia.
Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti, ecc.
- 3) Per lo strato ripartitore, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno.

Durante la realizzazione si curerà, oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici in modo da evitare azioni meccaniche localizzate od incompatibilità chimico fisiche.

Sarà infine curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.

- 4) Per lo strato di collegamento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e, nei casi particolari, alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici od altro tipo.
Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso da rifiuto od insufficienza che può provocare scarsa resistenza od adesione. Si verificherà inoltre che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore (norma [UNI 10329](#)).
- 5) Per lo strato di rivestimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nell'articolo sui prodotti per pavimentazioni.
Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.) nonché le caratteristiche di planarità o comunque delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di maturazione.
- 6) Per lo strato di impermeabilizzazione, a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore, valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo "Esecuzione di Coperture Continue (Piane)".
- 7) Per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'articolo "Esecuzione di Coperture Continue (Piane)".
- 8) Per lo strato di isolamento acustico, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo.

Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante i risvolti dovranno

contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato, nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc., il corretto posizionamento di questi elementi ed i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc., con lo strato sottostante e sovrastante.

9) Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori di 20 mm). Per le pavimentazioni su terreno, la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

1) Per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli adeguate caratteristiche meccaniche, di comportamento all'acqua, ecc. In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla norma [UNI 8381](#) e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

2) Per lo strato impermeabilizzante o drenante (questo strato assolve quasi sempre anche funzione di strato di separazione e/o scorrimento.) si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc. indicate nella norma [UNI 8381](#) per le massicciate (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) ed alle norme UNI e/o CNR per i tessuti nontessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo, limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc.

In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla [UNI 8381](#) e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

3) Per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della [UNI 8381](#) e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.

4) Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore purchè sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o comunque scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

5) Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc.). Durante l'esecuzione si curerà, a seconda della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni fornite dal progetto stesso e comunque si curerà in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.), l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà inoltre l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale ed il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

La Direzione dei Lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue.

a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più

significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati; la esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- 1) le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
 - 2) adesioni fra strati (o quando richiesto l'esistenza di completa separazione);
 - 3) tenute all'acqua, all'umidità, ecc.
- b) A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

3.9. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei Lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della Stazione Appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nei loro assestamenti e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della Stazione Appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi del vigente Capitolato generale, con i prezzi indicati nell'elenco del presente Capitolato.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

4. CAPITOLO

4.1. RISANAMENTO TRATTI DI MURATURA DETERIORATA IN GALLERIA

4.1.1. Conservazione e consolidamento delle murature

I lavori di conservazione delle murature sono quelli rivolti alla conservazione integrale del manufatto originario evitando interventi di sostituzioni, rifacimenti o ricostruzioni. Tali operazioni dovranno quindi essere eseguite, dopo avere effettuato le eventuali analisi necessarie ad individuare le caratteristiche dei materiali presenti, ricorrendo il più possibile a materiali e tecniche compatibili con quelli da conservare.

STILATURA DEI GIUNTI

La prima operazione sarà quella di analisi ed individuazione dei vari componenti delle malte e delle murature da trattare per passare poi alla preparazione di malte compatibili da porre in opera. Prima dell'applicazione degli impasti così preparati si dovranno rimuovere tutte le parti in via di distacco o asportabili con facilità delle stilature preesistenti passando, quindi, alla nuova stilatura dei giunti con le malte confezionate come descritto. Oltre alla rimozione delle parti mobili, utilizzando anche scalpelli e utensili di questo tipo, le superfici da trattare dovranno essere pulite meccanicamente o con acqua deionizzata passando ad una prima stilatura dei giunti con una malta di calce idraulica e sabbia vagliata (rapporto legante-inerte 1:2) applicata con spatole di piccole dimensioni per non danneggiare le superfici che non necessitano del trattamento e che potranno essere protette nei modi più adeguati. La stilatura di finitura dovrà essere effettuata con grassello di calce e sabbia vagliata che potrà essere integrata con polveri di coccio, marmo o simili con un rapporto legante inerti di 1:3; la pulizia finale e la regolarizzazione saranno effettuate con un passaggio di spugna imbevuta di acqua deionizzata.

PARZIALE RIPRISTINO DI MURATURE

Qualora sia necessario intervenire su pareti in muratura solo parzialmente danneggiate le opere di rifacimento interesseranno soltanto le parti staticamente compromesse. Gli interventi andranno eseguiti per zone limitate ed alternate con parti di muratura in buone condizioni per non alterare eccessivamente l'equilibrio statico della struttura. Le prime opere riguarderanno la demolizione controllata di una delle zone da rimuovere; una volta rimosso il materiale di risulta si procederà alla ricostituzione della muratura con mattoni pieni e malta grassa di cemento avendo cura di procedere ad un efficace ammorsamento delle parti di ripristino in quelle esistenti. Ultimato questo tipo di lavori si procederà, dopo 2-3 giorni di maturazione della malta, al riempimento fino a rifiuto di tutti gli spazi di contatto tra vecchia e nuova muratura.

INTERVENTI DI PROTEZIONE SU MURATURE ESPOSTE

Su parti di muratura o superfici esterne particolarmente soggette ad usura da agenti atmosferici si dovrà intervenire con opere di protezione da realizzare con strati di malta disposti sulle teste dei mattoni interessati a totale o parziale copertura delle superfici esposte. Tali interventi dovranno comunque raccordarsi in modo adeguato con la struttura preesistente senza creare differenze di spessori, incongruenze nell'uso dei materiali e difformità non compatibili con le caratteristiche dell'insieme della struttura. La migliore rispondenza alle necessità

di durata e resistenza di questi interventi protettivi potrà essere ottenuta con l'impiego di additivi appropriati alle diverse situazioni e che andranno aggiunti negli impasti delle malte da utilizzare.

CONSOLIDAMENTO DI MURATURE CON INIEZIONI DI MISCELE

Gli interventi di consolidamento di una muratura con iniezioni di miscele saranno realizzati nel caso si verificassero le seguenti condizioni:

- 1) le prove preliminari sulle sottostrutture o le fondazioni delle pareti in muratura abbiano avuto buon esito confermando la solidità di tali parti; CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
- 2) l'indebolimento della muratura, nella parte in elevazione, sia dovuto principalmente alla presenza di cavità o vuoti dovuti allo sgretolamento della malta.

I lavori dovranno essere preceduti da una serie di analisi necessarie a stabilire la composizione chimico-fisica delle murature stesse e dei vari componenti (blocchi, mattoni, pietre e malte) oltre alla localizzazione dei vuoti eventualmente presenti ed alla definizione della loro entità. Le opere avranno inizio con la realizzazione dei fori sulle murature che, nel caso di spessori inferiori ai cm. 70, verranno praticati su una sola parte della muratura; per spessori superiori si dovranno eseguire fori su entrambe le facce del muro da consolidare. I fori saranno effettuati con delle carotatrici, dovranno avere un diametro di ca. 30-50 mm. e verranno realizzati in quantità di 3 ogni metro quadro per una profondità pari ad almeno la metà dello spessore del muro (2/3 nel caso di spessori superiori ai 70 cm.). I fori dovranno essere realizzati con perforazioni inclinate verso il basso fino ad un massimo di 45° per favorire una migliore distribuzione della miscela. Nell'esecuzione dei fori si dovranno utilizzare modalità diverse in funzione del tipo di muratura da trattare: per le murature in pietrame i fori saranno eseguiti in corrispondenza dei giunti di malta e ad una distanza reciproca di 70 cm., nel caso di murature in mattoni la distanza tra i fori non dovrà superare i 50 cm. Prima delle iniezioni di malta si dovranno effettuare un prelavaggio per la rimozione dei depositi terrosi dalla muratura in genere e dai fori in particolare, ed un lavaggio con acqua pura che precederà le operazioni di rinzafo delle lesioni superficiali e le iniezioni di malta nei fori predisposti. La miscela da iniettare sarà di tipo cementizio o epossidico, verrà immessa nei fori a pressione variabile ed avrà una composizione formulata in funzione delle condizioni dei materiali e delle specifiche condizioni della muratura, prevedendo, se necessario, anche parziali rinforzi realizzati con piccole armature da inserire nei fori. Nel caso del tipo cementizio l'impasto potrà essere formato da una parte di cemento ed una parte di acqua (un quintale di cemento per 100 litri d'acqua) oppure miscele con sabbie molto fini ed additivi plastificanti per ottenere una corretta fluidità necessaria alla penetrazione capillare della miscela. Gli impasti potranno essere realizzati anche con resine epossidiche la cui applicazione verrà preceduta da trattamenti dei fori con solventi per saturare le superfici di contatto e consentire all'impasto di polimerizzare in modo omogeneo con il solvente già diffuso prima dell'iniezione.

Le iniezioni dovranno essere eseguite a bassa pressione e con strumenti di lettura dei valori di esercizio per poter verificare costantemente la correttezza delle varie operazioni; all'interno di ciascun foro verrà introdotto un tubicino per la verifica del livello di riempimento del foro stesso che faciliterà, con la fuoriuscita della malta, l'individuazione dell'avvenuto riempimento. All'indurimento della miscela gli ugelli andranno rimossi ed il vuoto creato dalla loro rimozione dovrà essere riempito con lo stesso tipo di malta utilizzato per le iniezioni. Sarà

tassativamente vietato procedere alla demolizione di eventuali intonaci o stucchi che dovranno, comunque, essere ripristinati prima dell'effettuazione delle iniezioni. Le iniezioni andranno praticate partendo sempre dai livelli inferiori e, nel caso di edifici multipiano, dai piani più bassi.

CONSOLIDAMENTO CON INIEZIONI ARMATE

Nel caso di murature con dissesti tali da rendere necessarie delle opere di rinforzo per contrastare, oltre alle sollecitazioni di compressione anche quelle di trazione, si dovrà ricorrere ad iniezioni di cemento con relativa armatura. Le modalità di realizzazione di tali interventi saranno del tutto simili a quelle indicate per le iniezioni di miscele con la differenza che all'interno dei fori verranno introdotte delle barre in acciaio ad aderenza migliorata o collegate secondo precisi schemi di armatura indicati nel progetto di consolidamento, prima del getto della miscela prevista. Le armature potranno essere realizzate anche mediante l'impiego di piastre, tiranti bullonati o trefoli di acciaio da porre in pretensionamento con l'uso di martinetti adeguati.

CONSOLIDAMENTO CON CONTROPARETI IN CLS

Questo tipo di intervento dovrà essere utilizzato solo nei casi di pareti irrimediabilmente compromesse ma soggette ad essere conservate per motivi di vario ordine. In questo caso si procederà con la pulizia di tutte le superfici esposte delle pareti e con la rimozione di eventuali intonaci o rivestimenti presenti, effettuando anche rimozioni parziali di parti di murature particolarmente compromesse. In seguito dovranno essere realizzati dei fori passanti disposti obliquamente e nella quantità di ca. 5 per metro quadrato al cui interno verranno fissate delle barre di acciaio sporgenti per almeno 20 cm. dal filo esterno della muratura. Tali barre saranno collegate a delle reti elettrosaldate da applicare sulle due superfici esterne della muratura con le prescrizioni fissate dal progetto o fornite dal direttore dei lavori. Una volta completata l'armatura, bagnate le superfici ed, eventualmente, posizionate le casseforme si applicherà la malta a spruzzo (per spessori finali non superiori a 3 cm.), manualmente (per strati intorno ai 5 cm.) ed in getto con casseforme (per spessori intorno ai 10 cm.).

CONSOLIDAMENTO CON TIRANTI METALLICI

Per lesioni di una certa entità che interessino non soltanto singole parti di muratura ma interi elementi, tra loro correlati, si dovranno utilizzare dei tiranti metallici fissati alle estremità con delle piastre metalliche. La funzione di questi tiranti è, oltre alla creazione di un sistema strutturale più rigido, anche la migliore distribuzione dei carichi presenti sui vari elementi. La prima operazione consisterà nel tracciamento di tutti i fili e posizioni dei vari tiranti per i quali andranno preparate delle sedi opportune nelle quali collocare i cavi di acciaio e le relative piastre; successivamente saranno posizionati i tiranti, previa filettatura di almeno cm. 10 per ogni capo, e verranno fissati alle piastre con dadi di opportuno diametro e guaine di protezione. I tiranti destinati a risolvere problemi di carico orizzontale dovranno essere collocati al livello dei solai con intervalli anche ristretti e rigidamente definiti dalle specifiche progettuali. Nel caso di attraversamento di murature esistenti si provvederà con piccole carotatrici in grado di eseguire fori di 40-50 mm. di diametro nei quali potrà rendersi necessaria la predisposizione di bulbi di ancoraggio. A consolidamento avvenuto si provvederà alla ulteriore messa in tensione dei cavi con chiavi dinamometriche applicate sui vari dadi che verranno, dopo questa operazione, saldati alle piastre di giacitura. Le tracce di giacitura dei tiranti saranno ricoperte con malte cementizie o resine reoplastiche concordemente a quanto stabilito dal direttore dei lavori. Tutte le parti (piastre, trefoli, bulbi di ancoraggio, tiranti e tipi di

armatura) occorrenti per la realizzazione di questo tipo di interventi dovranno essere state preventivamente analizzate e descritte all'interno degli elaborati esecutivi e delle specifiche tecniche di progetto.