

Regione Lombardia

Direzione Generale Infrastrutture, Trasporti e Mobilità sostenibile



CODICE  
COMMESSA

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D.P.R.  
207/10

PROGRESSIVO  
ELABORATO

CATEGORIA  
OPERA

NUMERO  
OPERA

REVISIONE

SCALA

F 3 1

D

b

0 1 1

T E

- -

R 0

===

LINEA MILANO - VARESE - LAVENO  
RADDOPPIO SELETTIVO GEMONIO - CITTIGLIO  
*Progetto Definitivo*

RELAZIONI TECNICHE SPECIALISTICHE  
RELAZIONE TECNICA TRAZIONE ELETTRICA

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	OTT. 2022	PRIMA EMISSIONE		

NORD\_ING

NORD\_ING Srl  
IL DIRETTORE TECNICO  
Ing. Luca Erba

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.  
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA  
IL DIRETTORE (a.i.)  
Dott. Enrico Bellavia

Progettista



Collaborazione

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

## SOMMARIO

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
1.1. Descrizione dell'intervento .....	2
<b>2. STANDARD COSTRUTTIVI .....</b>	<b>5</b>
2.1. Conduttori .....	5
2.2. Sostegni della linea di contatto .....	6
2.3. Blocchi di fondazione .....	6
2.4. Tiranti a terra .....	8
2.5. Sospensioni e distanza filo – fune .....	8
2.6. Altezza della linea di contatto sul piano del ferro .....	8
2.7. Distanza palo-rotaia.....	8
2.8. Campate .....	9
2.9. Dispositivi di tensionatura a taglia, regolazione automatica dei conduttori, ormeggi .....	9
2.10. Punto Fisso .....	9
2.11. Pendini .....	9
2.12. Collegamenti elettrici e meccanici .....	10
2.13. Schema di alimentazione e sezionatori .....	10
2.14. Sezionatore a corna 3Kv cc.....	11
2.15. Comando e controllo sezionatori di linea 3kVcc .....	11
2.16. Circuito di terra, protezione e ritorno TE .....	13
<b>3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>15</b>
3.1. Norme, circolari e disposizioni .....	15

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento descrive gli interventi agli impianti di trazione elettrica 3kV c.c. relativi al progetto del raddoppio selettivo fra gli impianti di Gemonio e di Cittiglio.

### 1.1. Descrizione dell'intervento

Lo stato di fatto è rappresentato da una linea a semplice binario dove l'impianto di Gemonio è, da un punto di vista elettrico, caratterizzato dalla presenza di una SSE che alimenta le due tratte verso Saronno e verso Laveno tramite discese dirette sulla linea nonché l'utilizzo di alimentatori che hanno lo scopo di aumentare la sezione disponibile della linea (come da schema di alimentazione F31Dd303TE-R0). L'impianto di Cittiglio, che da un punto di vista elettrico è una stazione, è invece caratterizzata da un binario di corsa e da un binario di incrocio.

Attualmente, il binario di corsa è caratterizzato da una linea a 320mm<sup>2</sup> con fune regolata, mentre la parte relativa alla stazione di Cittiglio è caratterizzata da una linea a 320mm<sup>2</sup> con fune fissa per il binario I e da una linea a 220mm<sup>2</sup> con fune fissa per il binario II.

L'intervento previsto si estende oltre il limite di intervento dell'armamento e delle opere civili e va ad interessare quasi tutto l'impianto di Cittiglio e parte della piena linea lato Saronno oltre Gemonio. La modifica più sostanziale è caratterizzata dalla realizzazione di un unico impianto, da un punto di vista elettrico, Gemonio-Cittiglio che sarà caratterizzato da:

- Nuovo TS lato Gemonio;
- Nuovo TS intermedio in corrispondenza della SSE di Gemonio;
- TS lato Cittiglio che resterà inalterato rispetto alla situazione attuale,

così come riportato nelle due tavole del piano di elettrificazione.

Questo nuovo impianto sarà caratterizzato, come da nuovi standard FN, da linee con sezione a 440mm<sup>2</sup> con fune regolata: per limitare gli interventi nell'impianto di Cittiglio, in vista della futura prosecuzione del raddoppio lato Laveno, è stato previsto l'utilizzo di una linea a 320mm<sup>2</sup> con fune fissa – come da situazione attuale – per il binario I di Cittiglio dal portale interno di stazione fino al nuovo portale intermedio (escluso).

La presenza di un nuovo binario rende superfluo l'utilizzo dell'alimentatore che, quindi, non risulta più necessario per buona parte dell'estensione del nuovo impianto, come indicato nello schema di alimentazione di progetto (F31Dd304TE-R0).

Gli interventi da realizzare, a grandi linee, sono i seguenti:

- realizzazione di due nuovi tronchi di sezionamento, uno in corrispondenza della SSE e uno a delimitazione del nuovo impianto lato Saronno, con portali a traliccio per l'ormeggio delle condutture e pali di coppietta per la formazione degli strisci a spazio d'aria;
- la sostituzione dei pali esistenti vetusti e/o interferenti con il nuovo tracciato, con pali di tipo LSU a base saldata e tirafondi inghisati a fondazioni armate;
- la realizzazione di tiranti a terra di tipo a base saldata e tirafondi inghisati a fondazioni armate, da utilizzarsi sui sostegni in contrapposizione agli ormeggi di condutture TE, trefoli o stralli di punto fisso;

- la posa di nuovi sostegni tipo LSU14 a base saldata con tirafondi inghisati a fondazioni armate, dedicati alla protezione di tutti i PL realizzata con appositi stralli di acciaio con apposta cartellonistica di attenzione;
- la realizzazione del passaggio corda fissa/regolata fra portali di ormeggio dei tronchi di sezionamento per il contenimento degli interventi sull'impianto di Cittiglio;
- il rifacimento della catenaria con una sezione complessiva di 440 mm<sup>2</sup> con fune regolata e fili regolati per i binari di corsa e con una sezione di 220 mm<sup>2</sup> con regolato il solo filo di contatto per i binari di comunicazione pari-dispari. Per il binario I di Cittiglio è previsto l'utilizzo di una catenaria con una sezione complessiva di 320 mm<sup>2</sup> con fune fissa: sia i sostegni e relativi blocchi di fondazione, nonché gli attrezzaggi della sospensione dovranno essere predisposti per il futuro passaggio alla sezione di 440mm<sup>2</sup> con fune regolata;
- l'elettrificazione del deviatoio di Gemonio mediante affiancamento delle condutture dei fili devianti con quelli del corretto tracciato;
- l'elettrificazione dei deviatoi semplici mediante incrocio delle condutture del filo deviato sulla quella del corretto tracciato;
- l'elettrificazione delle comunicazioni mediante unica conduttura dedicata e, ove previsto, sezionata con interposto isolatore di sezione;
- l'adeguamento della linea di contatto esistente al nuovo impianto;
- la realizzazione di sostegni tipo LSU, per il raccordo di campata, nelle zone di raccordo tra le nuove tratte adiacenti e l'impianto di stazione;
- la realizzazione del nuovo circuito di protezione e ritorno TE per i sostegni di stazione e l'adeguamento del circuito di protezione e ritorno TE per i sostegni di tratta;
- la realizzazione del circuito di protezione e ritorno circoscritto alle sole pensiline esistenti, da realizzarsi separato ed isolato dal circuito di protezione della palificata TE di stazione;
- la realizzazione dei collegamenti alle rotaie, tramite connessione induttiva, dei cavi per il circuito di ritorno TE;
- la posa della nuova cartellonistica TE;
- la posa dei cavi per il nuovo telecomando sezionatori indirizzati al nuovo apparato (armadio a n°12 sezionatori 11+1 di scorta) posto nel locale tecnologico del FV di Cittiglio;
- le modifiche ai collegamenti delle alimentazioni dal piazzale della SSE di Gemonio;
- la posa di linee di alimentazione aeree, sostenute in uso promiscuo sui medesimi sostegni TE (tipo LSU "c") con apposite mensole porta alimentatore, composte da n°2 corde 1x230 mm<sup>2</sup> per catenarie con sezioni 440 mm<sup>2</sup> e n°2 corde 1x155 mm<sup>2</sup> per catenarie con sezioni 320 mm<sup>2</sup>;
- l'adeguamento dello schema di alimentazione alla nuova situazione impiantistica con telecomando dei sezionatori blindati di stazione presenti nel piazzale di SSE.

Quanto sopra specificato verrà realizzato secondo le caratteristiche riportate nei paragrafi seguenti.

La trasformazione dell'impianto dalla configurazione attuale alla quella di progetto avverrà attraverso diverse fasi realizzative, sviluppate in fase di progettazione esecutiva, tali da mantenere e garantire la continuità dell'esercizio ferroviario, durante tutta la realizzazione dei lavori, preliminari e realizzativi.

Le principali operazioni avverranno in regime di interruzione, mentre quelle preliminari (preparazione materiali, smistamento materiali, accatastamento materiali, ecc.) potranno essere svolte anche in orario diurno, se non interferenti con l'esercizio ferroviario e se svolte in sicurezza.

## 2. STANDARD COSTRUTTIVI

Vengono di seguito descritti gli standard applicati per la progettazione dell'elettificazione di tutto l'intervento. E' comunque da rilevare che tutto quanto previsto è di normale utilizzo negli impianti ferroviari, nel rispetto delle Norme e circolari cui si elencano le principali:

- Capitolato tecnico RFI Ed. 2014 per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione a 3kVcc dove non diversamente specificato;
- Capitolato tecnico RFI Ed. 2008 "Esecuzione di un insieme di lavori autonomi ed a sé stanti di rinnovo e adeguamento delle condutture di contatto, dei pali e delle mensole di sostegno della linea di alimentazione elettrica da eseguirsi su tratti di linea della Rete Ferroviaria Italiana";
- Istruzione RFI DTC STE SP IFS STE 101A Ed.2018 "Istruzione per la realizzazione del circuito di terra e protezione delle linee a 3 kVcc;
- Istruzione per l'esercizio degli impianti di trazione elettrica in uso sull'infrastruttura ferroviaria gestita da FERROVIENORD – ed. 2019;
- Regolamento UE 1301/2014.

La linea di contatto dovrà consentire sempre una captazione regolare della corrente ad una velocità massima pari a 120 Km/h.

### 2.1. Conduttori

Le caratteristiche della nuova linea sono le seguenti:

#### Binari di corsa - sezione complessiva 440 mm<sup>2</sup>

- n° 2 funi portanti regolate di sezione 120 mm<sup>2</sup>, tensione di 1125 daN cadauno;
- n° 2 fili di contatto regolati di sezione 100 mm<sup>2</sup>, tensione di 1000 daN cadauno.

#### Binario I di Cittiglio (dal portale interno TS di Cittiglio al portale del TS intermedio lato Laveno) - sezione complessiva 320 mm<sup>2</sup>

- n° 1 fune portante fissa di sezione 120 mm<sup>2</sup>, tensione di 1075 daN alla temp. di 15°C;
- n° 2 fili di contatto regolati di sezione 100 mm<sup>2</sup>, tensione di 1000 daN cadauno.

#### Binari di comunicazione pari-dispari - sezione complessiva 220 mm<sup>2</sup>

- n° 1 fune portante fissa di sezione 120 mm<sup>2</sup>, tensione di 819 daN alla temp. di 15°C;
- n° 1 filo di contatto regolato di sezione 100 mm<sup>2</sup>, tensione di 750 daN.

Queste nuove linee andranno ad interfacciarsi con le linee degli impianti limitrofi che sono caratterizzate da linee di contatto con sezione complessiva da 320 mm<sup>2</sup> a corda regolata.

La fune portante dovrà essere di rame crudo CU-ETP UNI 5649-65 con formazione 19x2.8, diametro 14 mm, sezione nominale di 120 mm<sup>2</sup>, carico di rottura minimo di 4679 daN.

Il filo di contatto sarà del tipo sagomato di rame/argento CuAg0.10 (sigla AC100 CuAg) con profilo tondo, diametro di 11,8 mm, sezione nominale di 100 mm<sup>2</sup> e carico di rottura minimo di 37,5 daN/mm<sup>2</sup> (fornito secondo specifica tecnica RFI DTCSTS ENE SP IFS TE 040 A).

## **2.2. Sostegni della linea di contatto**

Per i nuovi pali è previsto un utilizzo generalizzato dei pali tipo “LSU”, come da disegno E66013g, i quali verranno fissati ai blocchi di fondazione come da disegno E64865f.

Per il dimensionamento dei sostegni è stata utilizzata la tabella di impiego dei sostegni tipo “LSU” definita nel disegno E64864c opportunamente rivalutata per tenere conto della presenza promiscua dell'alimentatore.

Per tutti i pali dovrà essere previsto l'isolamento tra i tirafondi e la piastra del palo che verrà realizzato tramite l'utilizzo di rondelle isolanti e relativo canotto. Le caratteristiche dei tirafondi da annegare nel blocco di fondazione, nonché le modalità di isolamento tirafondo-piastra, dovranno rispettare quanto previsto dal disegno E64866c.

In corrispondenza delle pensiline, il sostegno della linea di contatto avverrà tramite paline con diametro  $\varnothing=190\text{mm}$  –  $h=4,00\text{m}$  appositamente aggrappate ai montanti della pensilina stessa. Il sostegno dei feeder avverrà, invece, tramite paline con diametro  $\varnothing=190\text{mm}$  –  $h=7,00\text{m}$ . Per i dettagli fare riferimento all'elaborato F31Dd308TE-R0.

Per i tronchi di sezionamento di stazione verranno utilizzati dei portali di tipo tralicciato di varie lunghezze (P.O. 1bin; P.O. 2bin) aventi piloni flangiati ancorati, con tirafondi isolati, a fondazioni armate con micropali.

## **2.3. Blocchi di fondazione**

Tutte le fondazioni per sostegni T.E. dovranno essere di calcestruzzo armato comprese le fondazioni dei portali di ormeggio e dei tiranti a terra.

I tirafondi dovranno essere annegati all'interno dei blocchi di fondazione di calcestruzzo armato a “Prestazione Garantita” formato in opera con classe di resistenza minima C30 ( $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ ), con requisiti secondo norma UNI 9858/91. Le dimensioni e le caratteristiche minime dovranno rispettare quanto indicato nel disegno E64865f, ma dovranno essere verificate e dimensionate, come prescritto dagli attuali criteri e norme di costruzione (vedi norme sotto citate), tenendo conto delle caratteristiche geologiche del terreno da determinare in loco attraverso indagini geotecniche.

- D.M. del 17.01.2018: NTC 2018-1 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- EC2: Eurocodice 2: “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;
- C.M. del 21.01.2019: “Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- Norma UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3): “Progettazione delle strutture di acciaio”.

E' previsto, per le fondazioni di tipo “P”, l'utilizzo di fondazioni eccentriche dove non sia possibile utilizzare la conformazione normale del blocco per motivi di spazio: tali fondazioni sono

caratterizzate dalla stessa conformazione dei blocchi di fondazione di cui al disegno E64865f con spostato il pilastro in posizione eccentrica rispetto all'asse del blocco.

Per i nuovi portali di ormeggio verranno utilizzate le fondazioni profonde con micropali, così come riportato dal disegno E65020c.

Per i sostegni posizionati sul marciapiede, allo scopo di eliminare pericolosi intralci ai viaggiatori, dovuti alla presenza delle piastre di base e degli organi di fissaggio degli stessi, si prevede la seguente lavorazione, riportata per maggior dettaglio in figura 1:

- realizzazione di fondazioni a quota ribassata, inserite nella struttura di banchina;
- posa di pozzetto in CLS a cintura del baggiolo;
- posa di 4 tubi in PVC a protezione della bulloneria di ancoraggio;
- posa di sabbia compattata per livellamento e riempimento vuoti;
- utilizzo di schiuma poliuretantica dielettrica per l'isolamento della bulloneria di ancoraggio;
- utilizzo di Malta Epossidica Dielettrica per l'isolamento della porzione di sostegno infisso;
- posa di tubo corrugato per collegamento sostegno al picchetto di terra in pozzetto.

Per i sostegni da rimuovere, è prevista la demolizione del blocco di fondazione e il taglio degli eventuali tirafondi per almeno 20cm dal piano di calpestio. Una volta effettuata la demolizione, dovrà essere previsto il successivo interrimento, costipazione e ripristino del terreno.

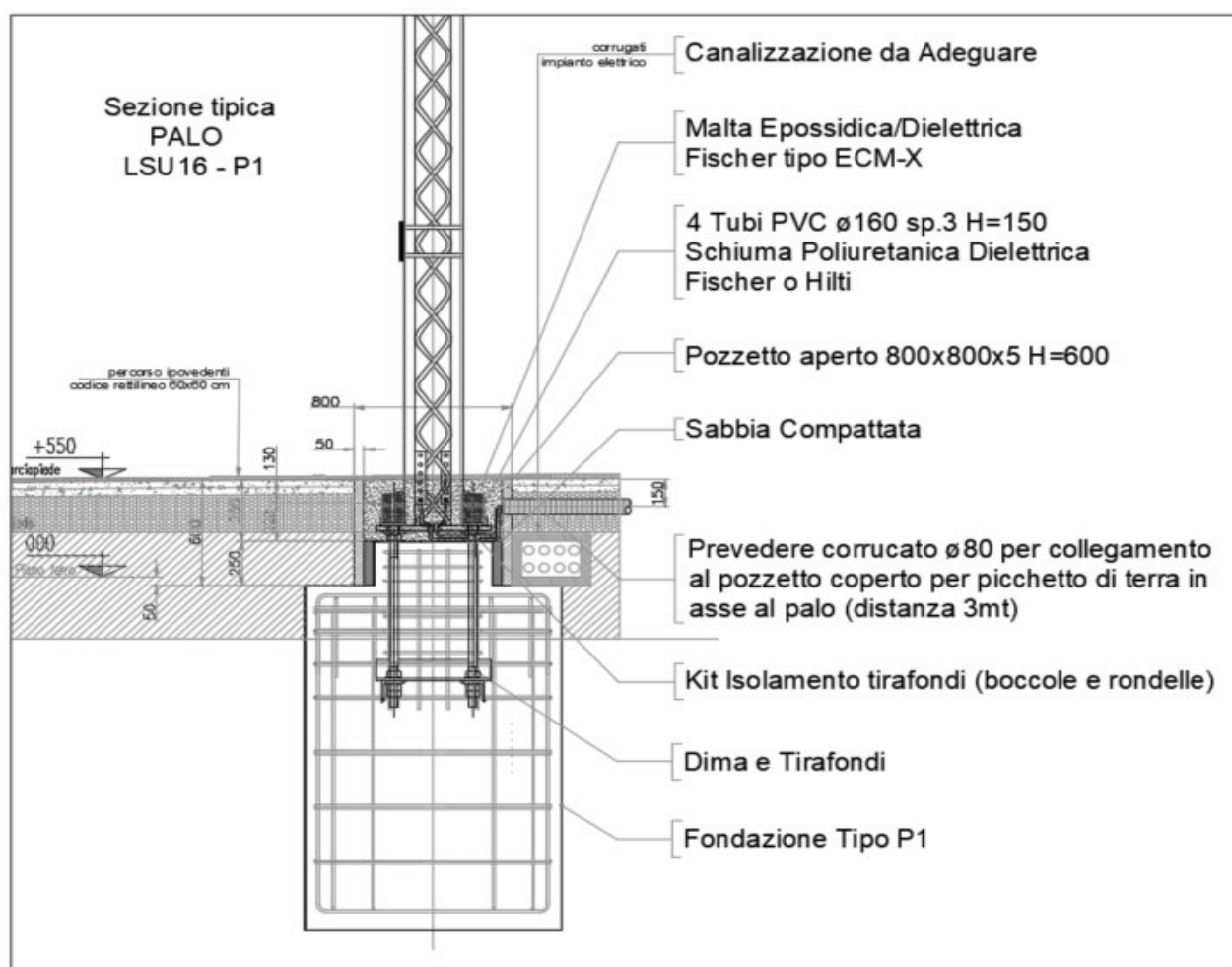


Figura 1



## **2.4. Tiranti a terra**

Tutti i pali destinati all'ormeggio di conduttori (Condutture TE di binari di corsa, secondari, linee di alimentazione, stralli di punto fisso, trefolo di protezione), devono essere previsti di tirante a terra. La tipologia di ancoraggio del tirante alla fondazione è del tipo con piastra (disegno E64867h) e tirafondi isolati (disegno E64874c), annegati in fondazione (disegno E64881e) costituita da calcestruzzo armato a "Prestazione Garantita" formato in opera con classe di resistenza minima C30 ( $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ ), con requisiti secondo norma UNI 9858/91, realizzata secondo STC RFI DMA IM TE SP IFS 060. La tabella di impiego relativa ai tiranti a terra, definiti "TTA, TTB, TTC", unitamente all'elenco dei materiali che li compongono e allo schema di assemblaggio sono definite nel disegno E64854b.

## **2.5. Sospensioni e distanza filo – fune**

Le sospensioni e le mensole orizzontale tubolare  $\varnothing 76.1$  utilizzate saranno del tipo in acciaio. La distanza tra fune portante e fili di contatto sarà generalmente di  $H=1.40 \text{ m}$ . Sono previsti utilizzi alternativi con aperture inferiori, secondo gli accoppiamenti previsti dai consueti attrezzaggi, qualora occorra mantenere il franco elettrico e meccanico in presenza di manufatti quali cavalcaferrovia, pensiline, linee elettriche in attraversamento. I sostegni portanti la linea di contatto a  $320\text{mm}^2$  con fune fissa, devono essere dimensionati e predisposti per il passaggio futuro ad una linea a  $440\text{mm}^2$  con fune regolata: per tal motivo tutti gli attrezzaggi saranno già del tipo per linea a  $440\text{mm}^2$  con fune regolata (utilizzo di attacchi della mensola e del tirante del tipo snodato; utilizzo di morsetti per doppia corda portante; utilizzo di mensole sovrapposte per sostegno contemporaneo di fune fissa e fune regolata, ecc...).

## **2.6. Altezza della linea di contatto sul piano del ferro**

L'altezza del filo di contatto verrà mantenuta generalmente a  $5,00\text{m}$  con l'esclusione della parte in corrispondenza delle pensiline (nella quale verrà mantenuta un'altezza di  $5,20\text{m}$ ) e dei PL (nella quale verrà mantenuta un'altezza di  $5,30\text{m}$ ).

Potranno essere valutate altezze differenti in casi particolari: in ogni caso la pendenza di raccordo tra le due altezze non dovrà essere superiore al 2‰ e la quota non potrà essere inferiore a  $4,75\text{m}$ .

## **2.7. Distanza palo-rotaia**

Normalmente la distanza tra il fronte palo e l'interno rotaia più vicina è stabilita in  $2.25 \text{ m}$  per i pali di piena linea e in  $2,40 \text{ m}$  per i pali di ormeggio contenenti i dispositivi di regolazione automatica. Casi particolari potranno essere analizzati durante la progettazione esecutiva o durante l'esecuzione dei lavori.

In presenza di canalizzazioni o cunicoli affioranti, si potrà esaminare la possibilità di aumentare la distanza palo - rotaia, onde ottenere un andamento lineare di detti cunicoli.

In presenza di ostacoli, recinzioni o barriere antirumore, si potrà esaminare la possibilità di diminuire la distanza palo-rotaia nel rispetto delle prescrizioni delle distanze minime degli ostacoli secondo

quanto riportato nella tabella 13, al punto 4.1.4 del Capitolato Tecnico TE ed.2014 (documento RFI DTC STS ENE SP IFS TE 210 A).

\*

## **2.8. Campate**

La lunghezza delle campate è stata calcolata in funzione dell'andamento planimetrico della linea nel rispetto della necessità di realizzare la poligonazione del filo di contatto rispetto all'asse del binario con  $-20/+20$  cm. Di conseguenza le campate, con sospensione di 1.40 m, hanno lunghezza variabile con un massimo di 60 m, in rettilineo o in curve con raggio maggiore di 1400 m.

La differenza di lunghezza fra due campate adiacenti (tranne in casi eccezionali che andranno eventualmente valutati durante l'esecuzione dei lavori) non dovrà essere superiore a 10m.

## **2.9. Dispositivi di tensionatura a taglia, regolazione automatica dei conduttori, ormeggi**

Per mantenere i fili di contatto ad un'altezza il più possibile costante, i conduttori di contatto dei binari di corsa verranno contrappesi a  $2 \times 1000$  daN, mentre per i binari delle comunicazioni verranno contrappesi a  $1 \times 750$  daN. Le corde portanti a sostegno dei fili di contatto dei binari di corsa, sia nelle tratte che nelle stazioni, verranno contrappese a  $1 \times 1375$  daN. Per realizzare le contrappesature saranno utilizzati dei dispositivi a taglia con rapporto 1:5 installati su pali/portali opportunamente attrezzati. La lunghezza massima di una condotta contrappesa di una tratta è in funzione dell'andamento planimetrico del tracciato, tenendo conto che la lunghezza complessiva deve comunque essere inferiore a 1400 m ed avere un massimo di 30 sospensioni per regolazione. Gli ormeggi verranno realizzati come da disegno RFI E56000/3s rev.e con l'utilizzo dei nuovi isolatori E66008a.

## **2.10. Punto Fisso**

Il punto fisso, per la linea a  $220 \text{ mm}^2$  e  $320 \text{ mm}^2$  con fune fissa e filo/i regolato/i, verrà realizzato mediante collegamenti fra filo/i di contatto e fune portante realizzati con uno spezzone di corda di rame.

Il punto fisso per linea a  $440 \text{ mm}^2$  con mensola orizzontale tubolare in acciaio sarà di norma realizzato al centro di ogni tratta di contrappesatura, secondo quanto indicato nel disegno E56000/2s. rev.g. Per il sostegno delle corde portanti dovrà essere utilizzato in morsetto in bronzo-alluminio bloccato tramite due isolatori inclinati a "V" rovescia su una staffa metallica montata su mensola attraverso appositi collari secondo il disegno E64776b. Il gruppo staffa dovrà essere collegato mediante cavo elastico isolante ai sostegni adiacenti al palo di punto fisso. La tesatura degli stralli di punto fisso in cavo elastico isolante è riportata nel disegno E65021a.

## **2.11. Pendini**

Per la composizione linea con corda regolata, si utilizzeranno pendini conduttori in corda di bronzo da  $16 \text{ mm}^2$  -  $\phi 6.2$  (84x0.5) DIN 43138-Bz II, collegati alla corda portante e ai fili di contatto tramite appositi morsetti per sezioni  $100 \div 150 \text{ mm}^2$ . La costituzione del pendino normale (per campate in

servizio) è riportata nel disegno E64442a, mentre la costituzione del pendino regolabile (per campate fuori servizio) è riportato nel disegno E64918. Le lunghezze teoriche dei pendini e la loro distribuzione, variabili in base alla lunghezza delle campate, al tiro delle condutture e al tipo di impiego, sono riportate nei seguenti disegni:

- E66010 - Tabella di pendinatura per LdC 440mm<sup>2</sup> con corda portante regolata;
- E47689f - Tabella di pendinatura per LdC 320mm<sup>2</sup> con corda portante regolata;
- E48083a – Tabella di pendinatura per dei posti di R.A. di linea.

Per la composizione linea con corda fissa, si utilizzeranno pendini in filo di rame di diametro pari a 5mm, accavallati alla corda portante e con interposta selletta di rame per diminuire il consumo dei pendini stessi, come generalmente adottato per le linee con corda fissa e fili regolati.

- E6344 - Tabella di pendinatura per LdC 320mm<sup>2</sup> con corda portante fissa;
- E66007 - Tabella di pendinatura per LdC 220mm<sup>2</sup> con corda portante fissa.

## **2.12. Collegamenti elettrici e meccanici**

Per assicurare la continuità elettrica tra le corde portanti e fili di contatto è previsto l'impegno di collegamenti elettrici realizzati con corda di rame e adeguata morsetteria. Le tipologie di collegamenti sopra indicate ed il montaggio degli stessi per LdC 320mm<sup>2</sup> e 440mm<sup>2</sup> (campate normali, di Punto fisso e di regolazione automatica), sono riportate nel disegno E56000/11s rev.e.

## **2.13. Schema di alimentazione e sezionatori**

A seguito della realizzazione del nuovo impianto Gemonio-Cittiglio verrà realizzato un nuovo schema elettrico TE come riportato nell'elaborato F31Dd304TE-R0.

Le calate dai sezionatori alla linea di contatto avverranno tramite due corde di rame da 230mm<sup>2</sup>, mentre i feeder saranno composti da n°2 corde 1x230 mm<sup>2</sup> per catenarie con sezioni 440 mm<sup>2</sup> e n°2 corde 1x155 mm<sup>2</sup> per catenarie con sezioni 320 mm<sup>2</sup>.

Tutti i sostegni dei conduttori degli alimentatori dovranno avvenire tramite n.2 isolatori portanti (n.1 per ogni conduttore) con un sistema "a losanga".

Gli isolatori di sezione da utilizzare dovranno essere del tipo ARTHUR FLURY o equivalente per velocità fino a 60 km/h.

### **2.13.1.1. *Cartellonistica di sicurezza***

La cartellonistica di sicurezza, i cartelli monitori, le caratteristiche di realizzazione delle zone elettriche, saranno quelli previsti dalle norme tecniche di FERROVIENORD.

I cartelli di avvertimento e di segnalazione ("ATTENZIONE AL SEZIONAMENTO", "ATTENZIONE ALLE DISCESE DI ALIMENTAZIONE", ecc...) seguono quanto previsto dal Regolamento Segnali di FERROVIENORD.

Per TUTTI I SOSTEGNI della stazione dovrà essere fornita (o sostituita) e montata la cartellonistica di pericolo e di individuazione del palo.

#### **2.14. Sezionatore a corno 3Kv cc**

I sezionatori a corno dovranno essere forniti in accordo alla Specifica Tecnica di Fornitura RFI/DM.IM.ETE/TE 100 "Sezionatori a corno unipolari per corrente continua 3.4kV – 1.8kA da montarsi all'aperto", con in aggiunta le caratteristiche sottoelencate.

- Il sezionatore unipolare a corno dovrà possedere contatti ausiliari di segnalazione (categorico RFI 794/357);
- La costruzione dovrà essere in grado di supportare correnti di punta sino a 3000 A;
- La manovra dovrà essere possibile sia manualmente sia tramite comando a motore;
- La tensione di funzionamento per il comando sarà a 144V (per i sezionatori in linea) o a 110V (per i sezionatori in ambito SSE);
- La costruzione dovrà essere per installazione all'aperto, anche in atmosfera aggressiva, con 5 isolatori in gomma siliconica e vetroresina, parti ferrose principali e viteria oltre M12 zincata a caldo, minuterie in acciaio Inox, parte conduttrice principale in rame elettrolitico con sezione minima 1200 mm<sup>2</sup>.

##### **• Caratteristiche elettriche**

- Tensione nominale (Vn) 3.600V c.c.;
- Corrente nominale 1.800A continuativi;
- Corrente di picco 3.000A max 30 minuti;
- Rigidità dielettrica 30kV in c.a. fra le parti in tensione e la massa. 20 kV in c.a. fra i poli, a sezionatore aperto;
- Temperatura a regime (Ta = 22°C) Ta + 40°C in corrente continua;
- Ta + 50°C in corrente alternata (prova eseguita senza parti ferrose di protezione).

##### **• Caratteristiche elettriche**

- Temperatura di funzionamento Da -25°C a +70°C;
- Umidità max di funzionamento (non condensante) 95% UR;
- Caratteristiche meccaniche;
- Dimensioni (LxAxP) 1120 x 1530 x 670 mm;
- Peso circa 150 Kg (escluso imballo).

#### **2.15. Comando e controllo sezionatori di linea 3kVcc**

E' prevista nel F.V. di Cittiglio la fornitura e la posa di un nuovo quadro comando sezionatori, al posto di quello esistente, per il comando promiscuo di n.12 sezionatori a corno e blindati. I sezionatori degli impianti dovranno poter essere manovrati tramite telecomando dal Posto Centrale Impianti Elettrici (P.C.I.E.) di Saronno e localmente dallo stesso quadro di comando.

Dovrà essere prevista anche la possibilità di manovra manuale.

La fornitura dovrà comprendere tutta la mano d'opera, materiali e mezzi per l'esecuzione della fornitura completa e pronta a funzionare.

Il comando e controllo dei sezionatori di linea e di stazione è previsto per gestire i comandi e controlli nelle seguenti modalità:

- da telecomando;
- dal presente quadro di manovra.

L'alimentazione ausiliaria al quadro sarà fornita dall'alimentatore in corrente continua alla tensione 144Vcc.

Il quadro dovrà contenere le seguenti apparecchiature:

- Apparecchiature di ingresso per l'alimentazione ausiliaria sopracitata, costituita da interruttore automatico magnetotermico di taglia adeguata, dotato di contatto di segnalazione di scattato;
- Segnalatore multiled di presenza tensione inserito nel sinottico;
- Interruttori di protezione dei circuiti di comando di ciascun sezionatore, completi di contatto di segnalazione di scattato;
- Relè di logica e controllo per ciascun sezionatore;
- Contattori ausiliari attuatori di comando per ciascun sezionatore;
- Logiche di blocco ed interblocco qualora necessarie;
- Selettore scelta servizio TE-TI (telecomando escluso / incluso), dotato di tutti i contatti sufficienti per la gestione delle logiche e per la segnalazione a distanza della posizione;
- Manipolatori, dotati di chiave specifica per ogni sezionatore, per il comando di apertura e chiusura;
- Segnalatori a croce multiled per la segnalazione della posizione di ciascun sezionatore;
- Sinottico a tessere serigrafato composto da tessere di dimensione 24x24mm, riportante la serigrafia del sito, nel quale saranno inserite le apparecchiature di comando e segnalazione di cui sopra;
- Segnalatore acustico a seguito manovra sezionatori (con telecomando escluso) o anomalie nel sistema;
- Pulsante di tacitazione segnalatore acustico;
- Serie di pulsanti per allarmi (acquisizione e ripristino) e di prova efficienza lampade;
- Lampade di segnalazione per ciascun sezionatore di aperto, chiuso.

Il montaggio delle apparecchiature all'interno del quadro dovrà essere effettuato in modo da dividere fisicamente le apparecchiature appartenenti alla gestione di ciascun sezionatore.

Dovrà essere prevista la morsettiera dedicata a ciascun sezionatore, nonché la morsettiera separata per l'interfaccia con il sistema di telecomando.

Il quadro dovrà essere di tipo in carpenteria metallica prefabbricata standard di primario costruttore, di tipo per appoggio a pavimento, accessibilità solo anteriore, dimensioni e colore da concordare con la DL in relazione ai vari siti.

Il cablaggio degli ausiliari dovrà essere eseguito con cavi unipolari tipo N07G9-K non propaganti l'incendio, assenza di gas corrosivi, ridotta emissione di fumi, ridottissima emissione di gas tossici (NORME CEI 20-22) dalle sezioni di 1,5 - 2,5 - 4 mm<sup>2</sup> secondo le necessità dei circuiti.

Anche le canalette utilizzate per il cablaggio dovranno essere di tipo antifiamma a ridottissima emissione di gas tossici e corrosivi.

Il comando dei sezionatori dovrà avvenire tramite cavi tipo FG16OR16 la cui composizione è riportata nel piano di elettrificazione.

#### CARATTERISTICHE AMBIENTALI

Le condizioni ambientali di servizio dovranno essere le seguenti:

- |                               |          |
|-------------------------------|----------|
| - temperatura ambiente max    | + 40° C  |
| - temperatura ambiente minima | - 10° C  |
| - altitudine                  | ≤ 1000 m |
| - valore medio di umidità     | ≤ 90%    |

#### PROVE E COLLAUDI IN FABBRICA

I quadri dovranno essere sottoposti alle prove applicabili in accordo alle norme di riferimento.

Le prove di accettazione saranno effettuate su tutti i quadri previsti nella fornitura.

Il collaudo dovrà essere anche di tipo funzionale, simulando le apparecchiature ad esso connesse, oltre i comandi provenienti da telecomando e le relative segnalazioni.

Le prove dovranno essere documentate in accordo a quanto concordato con la DL.

### **2.16. Circuito di terra, protezione e ritorno TE**

Il circuito di terra verrà realizzato posando due corde TACSR della sezione di 170mm<sup>2</sup>, mentre tutti gli attraversamenti aerei, siano essi di chiusura, intermedi o di continuità, verranno realizzati mediante due corde di rame della sezione di 120mm<sup>2</sup>.

Tutti i sostegni dovranno essere collegati con due tondi in acciaio di diametro 12mm ad un proprio dispersore di terra in acciaio zincato di diametro 40 mm che verrà infisso nel terreno. Unica eccezione sarà costituita dai pali presenti sul marciapiede, per i quali il dispersore verrà posizionato all'interno di un pozzetto prefabbricato e il collegamento al palo avverrà tramite due cavi di alluminio-acciaio tipo TACSR di sezione Ø19,62mm, sez. 170mm<sup>2</sup>, posizionati all'interno di tubazione corrugata al fine di garantirne la sfilabilità e l'ispezionabilità.

Le paline sulle pensiline, posate per sostenere la linea di contatto ed isolate rispetto alla pensilina stessa, saranno collegate al circuito di protezione tramite le due corde TACSR. Le pensiline, isolate dal circuito di protezione e ritorno TE, saranno dotate di un proprio anello di terra TE composto da una serie di collegamenti equipotenziali infrastrutturali e/o due corde di rame da 120 mm<sup>2</sup> e un collegamento interrato tra le due pensiline in doppio cavo di rame da 120 mm<sup>2</sup>. L'anello così formato sarà collegato al circuito di ritorno TE attraverso due dispositivi "limitatori di tensione tipo VLD-F" e connessioni induttive, posti alle estremità contrapposte delle strutture metalliche delle pensiline.

Le masse metalliche connesse al circuito di protezione TE (con l'esclusione delle paline sulle pensiline poiché non è permesso al personale di servizio di accedere sulle pensiline senza toltà TE)

dovranno distare almeno 2,5m dalla struttura metallica della pensilina in modo che masse a diverso potenziale non possano essere toccate simultaneamente da una persona.

Il collegamento VLD-F-conessioni induttive verrà realizzato tramite due cavi in alluminio-acciaio tipo TACSR di sezione Ø19,62mm, sez. 170mm<sup>2</sup>, come da specifica RFI DMRIM STF IFS TE086 A.

Verrà costituito un nuovo anello del circuito di protezione che comprenderà il nuovo impianto di Gemonio-Cittiglio (da portale interno a portale interno esclusi).

La resistenza elettrica di ogni singolo anello di terra dovrà avere tassativamente una resistenza verso terra inferiore a 2 ohm.

Nel caso che non si raggiungesse tale valore si dovranno realizzare dei dispersori profondi, in corrispondenza dei sostegni, o addirittura realizzare dispersori trivellati che raggiungano in profondità terreni a bassa resistenza o falde acquifere.

Per accertare la corretta realizzazione dell'impianto dovranno essere eseguite misure di passo e di contatto, realizzate in prossimità dei pali TE, che dovranno rispettare le tensioni ammissibili previste dalla Norma CEI EN 50122-1 (CEI 9.6).

Il circuito di protezione dovrà essere realizzato secondo Capitolato tecnico RFI Ed. 2014 e comunque nel rispetto della Norma CEI EN 50122-1 (CEI 9.6).

### 3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

#### 3.1. Norme, circolari e disposizioni

Le opere contemplate dal presente progetto saranno conformi alla legislazione e alla normativa vigente. Di seguito sono elencate le principali leggi e norme:

- D.M. del 17.01.2018: NTC 2018-1 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- EC2: Eurocodice 2: “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;
- C.M. del 21.01.2019: “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- Norma UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3): “Progettazione delle strutture di acciaio”;
- Norma CEI EN 50119:2010-05 - “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica”;
- Norma CEI EN 50149 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Trazione elettrica – Fili sagomati di contatto in rame e lega di rame
- Norma CEI 9-20 Guida d'applicazione della normativa di sicurezza per gli impianti fissi di trazione a corrente continua in presenza di strutture metalliche od in cemento armato Parte 1: Sistemi con tensione nominale di linea sino a 1500
- Norma CEI EN50122-1 “Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. Parte 1a: Provvedimenti concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra”;
- Disposizioni RFI-DMA\A0011\P\2006\0002881 del 2/08/2006 e RFI-DMA\A0011\P\2007\0001120 del 3/04/2007 relative all’utilizzo di corda bimetallica e protezioni meccaniche antifurto per il circuito di terra;
- Norma CEI EN 50162 Ed.2005 “Protezione contro la corrosione da correnti vaganti causate dai sistemi elettrici a corrente continua”;
- Norma CEI EN 50163/A1 “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione”;
- Norma CEI EN 50123-6/A1 Ed.2015 “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua”;
- Norma CEI EN 50121-1 Ed.2008 “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Compatibilità Elettromeccanica”;
- D.lgs. n. 81 del 2008 “Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro”;
- RFI DMAIMTE SP IFS 006 - “Procedimento di calcolo di verifica dei pali della linea di contatto in stazione e di piena linea”;
- Capitolato Tecnico 2 Ed.2008 Allegato 4A – “Esecuzione di un insieme di lavori autonomi ed a sé stanti di rinnovo e adeguamento delle condutture di contatto, dei pali e delle mensole di sostegno della linea di alimentazione elettrica da eseguirsi su tratti di linea della rete ferroviaria italiana”.
- Norma Tecnica RFI TE 019: “Fornitura di filo tondo e sagomato per le linee aeree di contatto”;
- Norma Tecnica RFI TE 025: “Fornitura di corde di rame e lega di rame per le linee aeree di contatto”;
- Standard costruttivi RFI per le linee di trazione elettrica;
- Capitolato Tecnico T.E. ed. 2014 “Capitolato tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione a 3 kV cc”;



- Istruzione per l'esercizio degli impianti di trazione elettrica in uso sull'infrastruttura ferroviaria gestita da FERROVIENORD – ed. 2019;
- Norma CEI EN 50423-1 Ed. 07/2005: "Linee elettriche a tensione maggiore di 1 kV fino a 45 kV – Parte 1: Prescrizioni Generali e Specifiche Comuni";
- Norma CEI EN 50423-3 Ed. 07/2005: "Linee elettriche a tensione maggiore di 1 kV fino a 45 kV – Parte 3: Raccolta degli aspetti normativi nazionali";
- Specifica Tecnica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A: "Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario".