

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J84E21002910001

DIREZIONE TECNICA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

ELETTRIFICAZIONE LINEA COMO – LECCO

TRATTA ALBATE CAMERLATA - MOLTENO

Relazione generale SSE

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

LC00 01 R 18 RO SE0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	Emissione esecutiva	F. Pigato <i>Federico Pigato</i>	07.2023	M. Laurini <i>M. Laurini</i>	07.2023	V. A. Manitta <i>V. A. Manitta</i>	07.2023	G. Guidi Bufferini 07.2023 <i>G. Guidi Bufferini</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n° 77932

File: LC0000R18ROSE0000001A - rel

n. Elab.:

SOMMARIO

1. ABBREVIAZIONI.....	3
2. PREMESSA.....	4
3. INTRODUZIONE.....	6
4. SCOPO	8
4.1. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	8
4.2. RIFERIMENTI PROGETTUALI.....	8
4.3. ARCHITETTURA DI SISTEMA.....	9
5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI SSE E CABINE TE	13
5.1. ADEGUAMENTO SSE ALBATE CAMERLATA	13
5.2. REALIZZAZIONE NUOVA CABINA TE MERONE	14
5.3. REALIZZAZIONE NUOVA SSE MOLTENO.....	16
6. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE	20
6.1. IMPIANTI DI SSE IN MT	20
6.2. IMPIANTI DI CABINA TE.....	22
ALLEGATO A – SPECIFICHE TECNICHE RFI	24

1. ABBREVIAZIONI

Ai fini della presente Relazione Tecnica, valgono gli acronimi di Tabella 1.

Acronimo	Descrizione
TE	Trazione Elettrica
LdC	Linea di Contatto
FC	Filo di Contatto
CP	Corda Portante
CPR	Corda Portante Regolata
CPF	Corda Portante Fissa
CTE	Cabina Trazione Elettrica
DOTE	Dirigente Operativo Trazione Elettrica
Pf	Piano Ferro
Pk	Progressiva chilometrica
CdT	Circuito di Terra di protezione
FN	Ferrovie Nord SpA
FV	Fabbricato Viaggiatori
SSE	Sottostazione Elettrica
TS	Tronco di Sezionamento
RA	Regolazione Automatica
P/D	Pari Dispari
PFTE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica
RFI	Rete Ferroviaria Italiana

Tabella 1 Acronimi

2. PREMESSA

Il progetto dell'elettrificazione della Linea Albate – Molteno – Lecco si configura come un progetto di investimenti di RFI per migliorare le prestazioni della linea esistente in termini di miglioramento della regolarità della circolazione ferroviaria e di potenziamento tecnologico, che consentirà la circolazione dei treni con locomotori elettrici alimentati a 3kV cc, nonché in termini di sostenibilità ambientale per l'eliminazione appunto della circolazione di locomotori diesel attualmente in servizio sulla linea.

La linea esistente è a binario unico, senza elettrificazione, ed è percorsa da Treni Regionali Trenord sulle relazioni Como-Molteno e Como-Lecco, dai Treni suburbani S7 tra Molteno e Lecco.

L'esercizio della linea è con Dirigente Locale e la circolazione regolata con Blocco Conta Assi.

Il tratto tra Como San Giovanni e Albate Camerlata (5 km) risulta già elettrificato a 3 kV c.c. ed è a doppio binario, l'intervento di elettrificazione riguarda, dunque, il tratto tra Albate C. e Lecco, di estesa pari a 37 km a semplice binario. L'inquadramento territoriale è riportato in Figura 1.

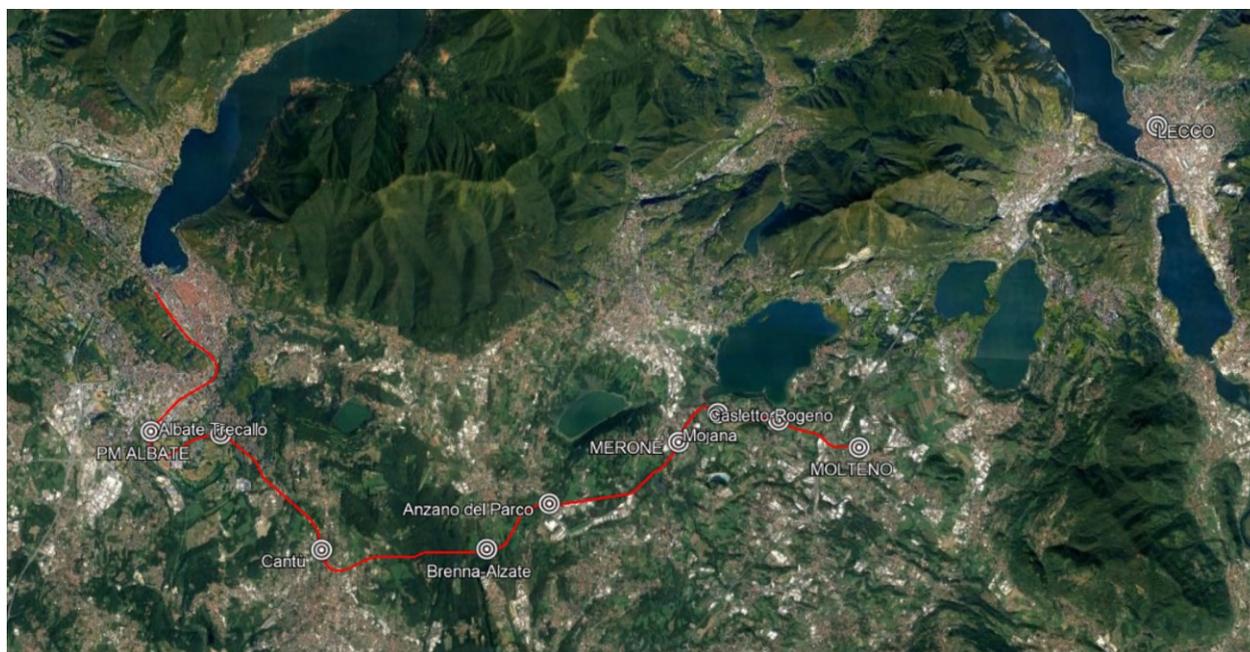


Figura 1 Inquadramento territoriale dell'intervento

L'intervento è inserito nell'elenco degli interventi di cui all'Appendice 9 "Elenco opere inserite nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza - PNRR" del Contratto di Programma 2017 – 2021 parte Investimenti Aggiornamento 2020/2021. Lo sviluppo del progetto è orientato ad implementare ogni soluzione tecnica e ottimizzazione del Programma Lavori per traguardare l'attivazione al 2026.

Il Piano di Committenza prevede che il progetto sia caratterizzato da una prima fase comprendente l'elettrificazione della linea da Albate Camerlata a Molteno – Lotto 1. Questa Fase 1 di progetto traguarderà l'attivazione al 2026 (PNRR) e sarà lo stato inerziale per il progetto della Fase 2, che vedrà l'elettrificazione della tratta da Molteno a Lecco – Lotto 2.

In Figura 2 si riporta lo schema funzionale della linea con indicate le località di servizio: Cantù, Merone, Molteno, Oggiono, Valmadrera e Lecco.

La sagoma di riferimento per l'elettrificazione è PMO2, con inserimento dell'attrezzaggio della TE sia con la catenaria flessibile che con la catenaria rigida. Con il PMO2 l'altezza minima del Piano di Contatto sarà di 4.80m.

Oggetto del presente intervento è il **Lotto 1**, l'elettrificazione della **tratta Albate Camerlata – Molteno**.

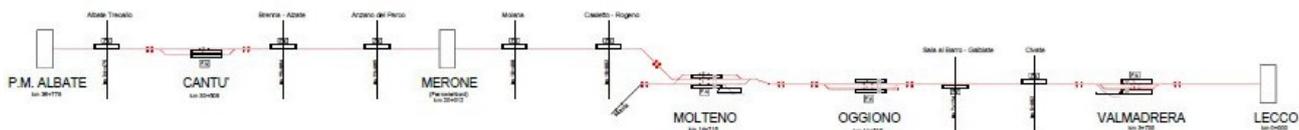


Figura 2 Schema funzionale della tratta

3. INTRODUZIONE

Nel seguito si riportano gli interventi di massima del progetto di elettrificazione:

- posa della linea di contatto con relativa infrastruttura per circa 37 km tra Albate Camerlata e Lecco
- adeguamento della SSE Albate Camerlata
- realizzazione di 1 doppia cabina TE in località Merone
- realizzazione di 1 nuova Sottostazione Elettrica in località Molteno
- interventi correlati alle opere civili (adeguamento della sagoma per permettere il passaggio della linea di contatto)
- interventi per il telecomando del sistema di trazione elettrica compreso l'adeguamento del Posto Centrale.

L'intervento è stato diviso in due lotti funzionali:

- Lotto 1: Tratta Albate Camerlata (36+778) – Molteno (14+715) di estesa pari a 22,1 km
- Lotto 2: Tratta Molteno (14+715) – Lecco (0+000) di estesa pari a 14,7 km

e il presente Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica riguarda il solo Lotto 1.

Gli impianti fissi dedicati all'alimentazione della linea ferroviaria vengono individuati, per quanto possibile, nelle zone di minor impatto ambientale, a ridosso di centri abitati e comunque compatibilmente con le esigenze di alimentazione della linea di contatto e per gli impianti di servizio.

La definizione degli impianti fissi della linea Como - Lecco prende a riferimento gli standard definiti in ambito RFI per l'equipaggiamento delle linee tradizionali a 3 kV_{CC} **RFI DTC STS ENE SP IFS TE 210 A** "Capitolato tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione a 3 kV_{CC}".

Per la linea di contatto è prevista una tensione nominale a 3 kV a corrente continua, con una sezione complessiva di 440 mm² (costituita da 2 fili di contatto sagomati di 100 mm² e da 2 corde portanti da 120 mm² in rame).

L'elettrificazione della tratta Monza – Molteno è prevista nell'ambito di altro progetto, ma gli studi di potenzialità sono stati condotti considerando questo futuro innesto dal punto di vista elettrico. La nuova SSE Molteno è predisposta anche per accogliere la futura elettrificazione verso Monza.



**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA
ELETTRIFICAZIONE LINEA COMO – LECCO
TRATTA ALBATE CAMERLATA - LECCO**

Relazione generale SSE

COMMESSA
LC00

LOTTO
01

CODIFICA
R 18 RO

DOCUMENTO
SE 00 00 001

REV.
A

FOGLIO
7 di 28

A Merone è presente un nodo di interconnessione tra la rete ferroviaria proprietaria di FN e RFI: per questo motivo è prevista l'interconnessione tra le reti di alimentazione di FN e RFI attraverso una doppia Cabina TE e un misuratore fiscale di energia tra i due enti, posizionato in serie agli alimentatori di interconnessione.

4. SCOPO

La presente relazione ha per oggetto la descrizione degli impianti di SSE e Cabine TE, da prevedere a servizio delle tratte relative ai 2 lotti funzionali previsti nella tratta Albate – Lecco.

Il progetto preliminare, in accordo al D.P.R. 207/2010 definisce le caratteristiche qualitative e funzionali dei lavori, il quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni da fornire; evidenzia le aree impegnate, le relative eventuali fasce di rispetto e le occorrenti misure di salvaguardia, nonché le specifiche funzionali ed i limiti di spesa delle opere da realizzare, ivi compreso il limite di spesa per gli eventuali interventi e misure compensative dell'impatto territoriale e sociale e per le infrastrutture ed opere connesse, necessarie alla realizzazione.

4.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente relazione tecnica generale, nonché tutta la documentazione progettuale implicitamente o esplicitamente richiamata, è conforme norme CEI ed alle prescrizioni indicate dalle NT, istruzioni, circolari RFI e disposizioni di legge nella loro edizione più recente.

Per quanto non esplicitamente indicato, dovranno in ogni caso essere sempre adottate tutte le indicazioni normative, di legge e tutti gli standard atti a garantire la realizzazione del sistema a regola d'arte e nel rispetto della sicurezza.

Le caratteristiche generali d'impianto e le scelte tecniche che sono alla base della progettazione degli impianti di TE e LdC discendono da un'attenta e responsabile applicazione delle istruzioni e specifiche tecniche RFI e relativi standard impiantistici, nonché delle normative tecniche specifiche vigenti, laddove applicabili.

Le scelte progettuali alla base della presente relazione, e descritte nei capitoli a seguire, sono conformi al Regolamento UE n.1301/2014 della Commissione del 18/11/2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "Energia" del sistema ferroviario dell'Unione Europea, aggiornate conformemente ai regolamenti di esecuzione pubblicati nella Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea, numero L 139, del 27 maggio 2019.

4.2. RIFERIMENTI PROGETTUALI

Per la individuazione dei criteri progettuali impiegati per la realizzazione dell'impianto, verrà fatto ampio riferimento alle recenti specifiche RFI e, per quanto applicabili, agli standard costruttivi di Italferr.

Di seguito si riporta l'elenco elaborati alla base del progetto e citati nella presente relazione:

- LC0001R18ROSE0000001 Relazione generale SSE
- LC0000R18SDSE0000001 Verifica dell'architettura degli impianti TE
- LC0001R18PASE0100001 SSE Albate - Layout piazzale - disposizione apparecchiature
- LC0001R18DXSE0100001 SSE Albate - Albate Schema elettrico generale
- LC0001R18P8SE0200001 CTE Merone - Planimetria ubicazione impianto
- LC0001R18PASE0200001 CTE Merone - Layout piazzale - disposizione apparecchiature
- LC0001R18DXSE0200001 CTE Merone - Schema elettrico generale
- LC0001R18P8SE0300001 SSE Molteno - Planimetria ubicazione impianto
- LC0001R18PASE0300001 SSE Molteno - Layout piazzale - disposizione apparecchiature
- LC0001R18DXSE0300001 SSE Molteno - Schema elettrico generale

4.3. ARCHITETTURA DI SISTEMA

Nell'ambito del PFTE della tratta è stato effettuato il dimensionamento e la verifica dei sistemi per la trazione ferroviaria con il documento:

LC0000R18SDSE0000001 Verifica dell'architettura degli impianti TE

In tale elaborato, sono evidenziati i fattori che determinano il dimensionamento degli impianti assunti come dati di base nello studio. Questi dati, forniti dalle altre specialistiche o dalla Committenza, sono i seguenti:

- caratteristiche piano altimetriche della linea
- velocità di fiancata dei convogli che percorrono la tratta suddivisi per rango
- posizione delle stazioni e delle fermate
- tipologia del materiale rotabile che percorrerà la linea.

Sulla base di questi elementi sono effettuate le simulazioni di marcia mediante programma informatico, ed è ricavato, per ogni tipologia di treno, il diagramma di assorbimento delle potenze in funzione del tempo, ovvero dello spazio percorso.

Questa prima simulazione di marcia, unitamente al modello di esercizio delle ore di punta (anche quest'ultimo elemento fornito come dato di base dalla committenza) permette effettuare le verifiche del sistema elettrico della rete di progetto, mediante programmi di simulazione elettrica.

L'ipotesi di rete che è oggetto di verifica contempla la definizione dei seguenti parametri:

- numero, posizione e potenza delle SSE, tenendo conto delle indicazioni di massima fornite della norma CEI EN 50119, degli aspetti orografici del territorio su cui si inserisce la linea e della disponibilità di fonti AT o MT preesistenti alle quali allacciarsi
- tipologia della catenaria utilizzata per la LdC tra quelle appartenenti agli standard di RFI e già certificate come interoperabili a livello europeo.

Il software di simulazione, a partire dalle potenze richieste dai treni, ricava tensioni e correnti in ogni punto ed in ogni istante della rete ipotizzata. Con questi dati il programma può verificare il corretto dimensionamento del sistema, nel rispetto delle normative vigenti, in particolare:

- CEI EN 50163 per le cadute di tensione ammissibile
- CEI EN 50119 per il riscaldamento dei conduttori
- CEI EN 50388 per il valore della tensione media utile che deve essere disponibile al treno e le massime correnti di corto circuito ammissibili in rete.

Oltre alle verifiche di rispondenza alle suddette normative, il documento di dimensionamento del sistema permette di valutare la corretta scelta nel numero e delle tipologie dei gruppi di conversione e delle potenze massime da richiedere al gestore della rete elettrica pubblica per gli allacci dei nuovi impianti.

Con l'obiettivo di permettere la corretta funzionalità del sistema di trazione elettrica, dovranno essere realizzati i seguenti impianti:

- installazione alimentatore in partenza da SSE Albate Camerlata (adeguamento a cura RFI)
- realizzazione doppia CTE Merone
- realizzazione nuova SSE Molteno con allaccio in MT

L'architettura finale di progetto è schematizzata in Figura 3: è rappresentata anche una ipotesi per la futura elettrificazione della tratta Monza – Molteno, prevedendo un impianto a Lanzano, con distanza valutata in omogeneità agli altri impianti limitrofi.

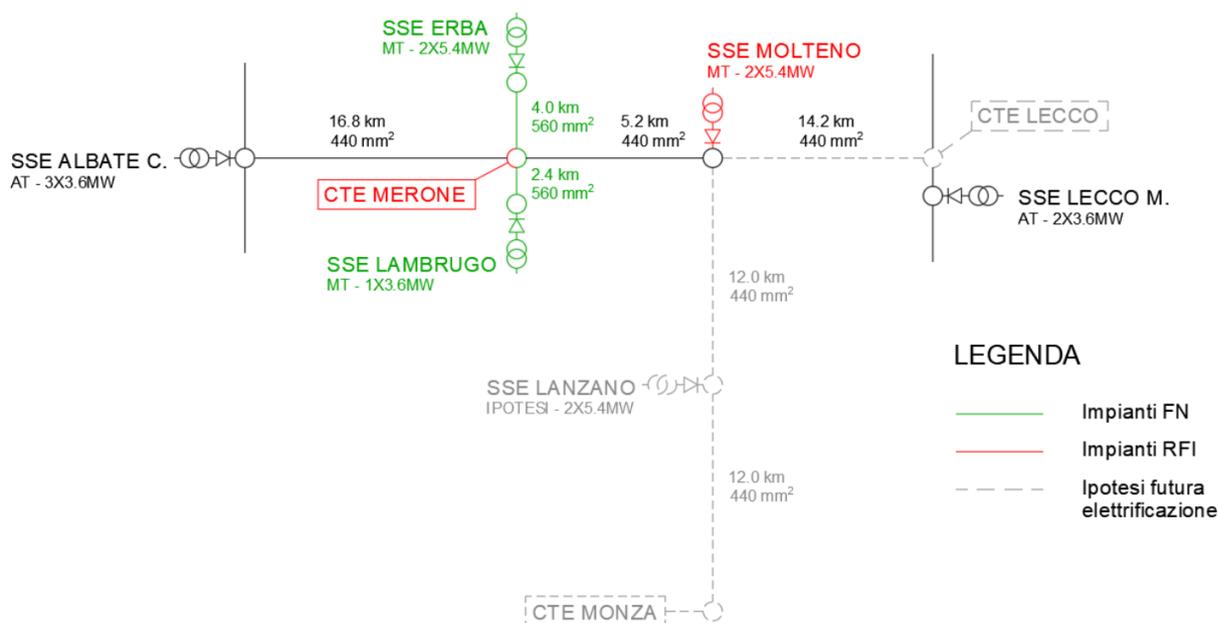


Figura 3 Architettura di sistema

Il documento di verifica del dimensionamento degli impianti di trazione permette la redazione dello schema TE di tratta, riportato nel documento:

LC0000R18DXLC0000001

Schema elettrico di alimentazione TE

Questo elaborato costituisce di fatto un sinottico generale delle opere di elettrificazione progettate, individuando la posizione dei principali elementi costituenti (oltre alla posizione delle SSE, anche la posizione e configurazione delle linee di alimentazione di collegamento tra le sottostazioni e la linea di contatto, sezionamenti della catenaria per permettere le operazioni di manutenzione, ...).

Gli elementi di questo elaborato, avendo ripercussioni sulla sicurezza e sulle modalità di manutenzione della linea, sono rigidamente disciplinate da RFI. Il progetto è quindi redatto in conformità alle linee guida contenute nella specifica **RFI DMA LG IFS 8 B**.

Tutti gli impianti per la trazione elettrica ferroviaria, in sottostazione elettrica e lungo linea (sezionatori per la separazione della linea di contatto in differenti zone elettriche) sono telecomandati e supervisionati dal posto centrale DOTE del compartimento RFI territorialmente competente per la tratta in progetto. Il database del DOTE in servizio sarà opportunamente ampliato e riconfigurato per gestire gli impianti di progetto.



**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA
ELETTRIFICAZIONE LINEA COMO – LECCO
TRATTA ALBATE CAMERLATA - LECCO**

Relazione generale SSE

COMMESSA
LC00

LOTTO
01

CODIFICA
R 18 RO

DOCUMENTO
SE 00 00 001

REV.
A

FOGLIO
12 di 28

La comunicazione tra Periferia e Posto centrale DOTE avviene attraverso la rete di telecomunicazioni RFI, i cui interventi di adeguamento del progetto sono redatti a cura della specialistica TLC.

5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI SSE E CABINE TE

5.1. ADEGUAMENTO SSE ALBATE CAMERLATA

La SSE di Albate è stata recentemente oggetto di rinnovo per la parte 3kV, sia interna che esterna al fabbricato. Per portare l'alimentazione alla linea in direzione Lecco sarà necessario inserire una nuova cella extrarapido, su nuovi pali LSU per i sezionatori aerei di 1^a e 2^a fila e adeguare il sistema di governo della SSE. Tutti questi interventi saranno a carico di RFI, come concordato durante le riunioni tecniche e i sopralluoghi presso l'impianto: la motivazione principale risiede nel fatto che le apparecchiature devono essere omogenee a quelle già installate. In Figura 4 si riporta una ipotesi di massima dell'intervento, che comunque non sarà compreso nei computi metrici di SSE. Dai sezionatori aerei partirà l'alimentatore in cavo, la cui progettazione è a cura della specialistica LdC.

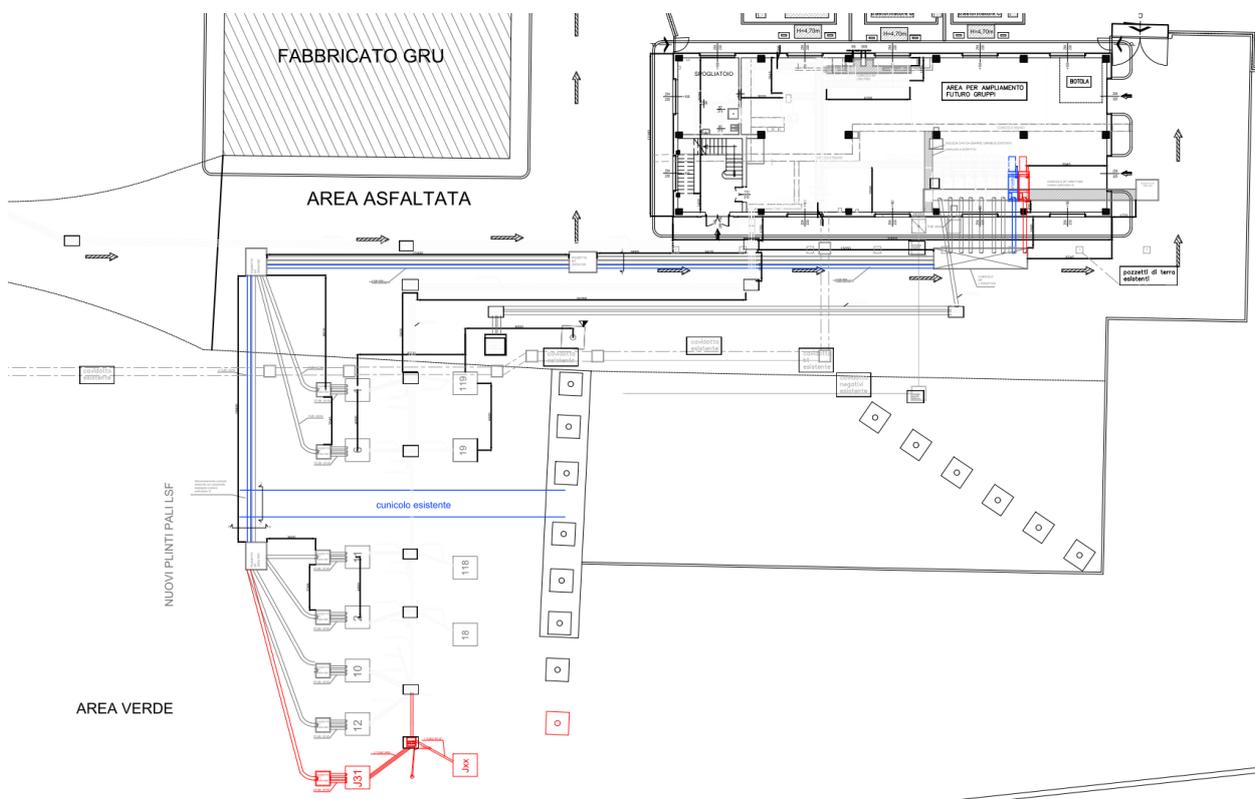


Figura 4 Intervento di adeguamento SSE Albate Camerlata

5.2. REALIZZAZIONE NUOVA CABINA TE MERONE

Alla stazione di Merone confluiscono la linea Albate – Lecco di RFI e la Milano – Asso di FN (tratta già elettrificata). È prevista la realizzazione di una doppia cabina TE per poter gestire l'interconnessione tra i due impianti, compreso il sistema di misura dei flussi energetici.

L'impianto sorgerà nei pressi dell'attuale stazione, in area di proprietà FN, come rappresentato in Figura 5.



Figura 5 Nuova CTE Merone RFI, l'area tratteggiata indica dove sarà installata la CTE Merone FN

La connessione tra la sbarra omnibus dei due impianti sarà realizzata attraverso un cavo protetto con interruttori extrarapidi da entrambi i lati, che devono essere compatibili con quelli omologati RFI. L'impianto di partenza deve vedere lo stato dell'extrarapido di arrivo, oltre a comandare l'extrarapido di partenza.

Si specifica che la progettazione dell'impianto di FN sarà a cura della società stessa, per garantire il rispetto degli standard progettuali previsti dalle specifiche proprietarie. La realizzazione di tale impianto sarà a cura di RFI.

Di seguito si riportano i principali interventi per la realizzazione della nuova CTE:

- **OO.CC.:**

- sistemazione del Piazzale (includere BOE, sbancamenti, riporti etc.)
- realizzazione della viabilità di accesso
- realizzazione del dispersore di terra magliato in corda nuda di rame da 120mm² di dimensioni indicative 5x5 interrato a 0,5m di profondità completo di anello perimetrale interrato a 1,5m di profondità
- costruzione dei basamenti delle apparecchiature da esterno (delle paline per l'illuminazione, del trafo d'isolamento, ...)
- costruzione di un edificio da realizzare in opera, per il contenimento degli impianti e delle apparecchiature elettromeccaniche e tecnologiche
- costruzione delle canalizzazioni per i cavi MT e bt
- costruzione delle canalizzazioni per i cavi del negativo
- costruzione delle canalizzazioni per i cavi di comando e controllo delle apparecchiature
- realizzazione della recinzione a spadoni e dei cancelli d'accesso
- sistemazione e pavimentazione del piazzale con le relative opere di finitura (zone pedonali, zone carrabili, ...)
- realizzazione del sistema di smaltimento acque di piazzale
- effettuazione delle prove, verifiche e collaudi.
- **Impianti di trazione elettrica 3kV:** l'equipaggiamento elettrico della CTE sarà rappresentato essenzialmente da:
 - quadro 3kV_{CC} che comprende
 - cella e sistema di misura per la contabilizzazione dell'energia
 - celle interruttori extrarapidi
 - cella misure e negativi nella quale sarà installato un dispositivo di protezione tra il circuito di terra e il negativo generale, secondo specifica **RFI DTC ST E SP IFS SS 370 A**
 - quadro dei servizi aux. in ca
 - quadro dei servizi aux. in cc
 - quadro carica batterie - batterie per la continuità di alimentazione dei servizi in corrente continua a 132V_{CC} in linea con gli standard RFI
 - quadro di comando e controllo dei sezionatori TE di 2^a fila
 - quadro impianti tecnologici (rilevazione incendi, antintrusione, ventilazione, ...)

- trasformatore d'isolamento per l'alimentazione dei servizi aux
- quadro di telegestione UCA, per il controllo centralizzato di tutte le apparecchiature sensibili facenti capo all'impianto e l'interfaccia con un Sistema di Telegestione di livello superiore (DOTE)
- quadro TLC per l'attestazione della fibra ottica
- realizzazione del negativo.

5.3. REALIZZAZIONE NUOVA SSE MOLTENO

Come mostrato dalle simulazioni elettriche di sistema, si rende necessaria la realizzazione della nuova SSE di Molteno in configurazione 2x5,4 MW alimentata in MT. L'area individuata per il posizionamento dell'impianto è all'interno della proprietà ferroviaria, come evidenziato in Figura 6.



Figura 6 Ubicazione nuova SSE Molteno

Compatibilmente con gli assorbimenti desunti dalle simulazioni, e con l'obiettivo di ridurre gli spazi sul territorio e quindi ridurre l'impatto ambientale, in accordo con la Committenza, l'impianto di SSE sarà allacciato con una linea in Media Tensione da ente distributore di energia. A tal proposito, sul perimetro del piazzale, verrà realizzato un fabbricato di consegna in cui verranno installati i dispositivi di sezionamento e di misura fiscale dell'energia dell'ente gestore ed il quadro MT utente, contenente il dispositivo di Protezione Generale conforme a quanto previsto dalla Norma CEI 0-16. Tutti i suddetti quadri dovranno essere del tipo conforme alla specifica **RFI DMA IM LA LG IFS 300 A**

“Quadri Elettrici di media tensione di tipo modulare prefabbricato”. Dal fabbricato di consegna sarà derivata l'alimentazione MT ai trasformatori di trazione allocati nel fabbricato di SSE e realizzati in resina in conformità alla specifica **RFI DTC STS ENE SP IFS SS 182 A**.

Di seguito si riportano i principali interventi per la realizzazione della nuova SSE:

- **Reparto MT:** sul perimetro del piazzale, verrà realizzato un fabbricato di consegna in cui verranno installati i dispositivi di sezionamento e di misura fiscale dell'energia dell'ente fornitore ed il quadro MT utente
- **Impianti di trazione elettrica 3kV:** l'equipaggiamento elettrico della SSE sarà rappresentato essenzialmente da:
 - impianti di conversione in esecuzione blindata in linea con i recenti standard RFI
 - reattori elettrici a specifica E.006
 - quadro 3kV_{CC} che comprende
 - gli interruttori extrarapidi
 - le celle bipolare e filtro
 - la cella misure e negativi nella quale sarà installato tra il circuito di terra e il negativo generale un dispositivo di protezione, secondo specifica **RFI DTC ST E SP IFS SS 370 A**
 - quadro di protezione delle linee MT
 - trasformatori dei servizi aux in linea con gli standard realizzativi RFI/ITF (allocati all'interno del fabbricato di consegna – lato utente)
 - quadro dei servizi aux. in ca
 - quadro dei servizi aux. in cc
 - quadro carica batterie - batterie per la continuità di alimentazione dei servizi in corrente continua a 132V_{CC} in linea con gli standard RFI
 - quadro di comando e controllo dei sezionatori TE di 2^a fila
 - quadro impianti tecnologici (rilevazione incendi, antintrusione, ventilazione, ...)
 - quadro di telegestione UCA, per il controllo centralizzato di tutte le apparecchiature sensibili facenti capo all'impianto e l'interfaccia con un Sistema di Telegestione di livello superiore (DOTE)
 - nuovo quadro TLC per l'attestazione della fibra ottica
 - realizzazione del negativo.

- **Impianti tecnologici:** oltre agli impianti a 3kV_{CC}, nell'impianto dovrà essere presente un'impiantistica accessoria costituita da:
 - impianti di allacciamento telefonico e di alimentazione elettrica
 - trasformatore d'isolamento, per la separazione galvanica della rete elettrica esterna dai circuiti
 - impianto di illuminazione e FM all'interno del fabbricato
 - impianto di illuminazione del piazzale
 - impianto per l'illuminazione dei sezionatori 3kV_{CC} esterni, realizzato con proiettori con lampada a led, atto a garantire un adeguato livello di illuminamento durante le operazioni di manutenzione
 - insieme di cartelli e targhe di riferimento e monitorie, sia all'interno del fabbricato che sulle apparecchiature di sezionamento
 - idonei attacchi per le apparecchiature di cortocircuitazione alla rete di terra delle strutture tensionabili
 - impianto citofonico ed apriporta, a servizio del cancello d'accesso pedonale
 - impianto di rilevazione incendi nel fabbricato
 - impianto di ventilazione dei locali, realizzato con estrattori a parete
 - sistema di condizionamento (aggiuntivo all'impianto di ventilazione forzata) della sola sala quadri necessario per il benessere termo-igrometrico dell'operatore e non funzionale all'esercizio delle apparecchiature.

- **OO.CC.:** Le opere civili sono essenzialmente costituite da:
 - sistemazione del Piazzale (incluse BOE, sbancamenti, riporti, ...)
 - realizzazione della viabilità di accesso
 - costruzione di un edificio da realizzare in opera, per il contenimento degli impianti e delle apparecchiature elettromeccaniche e tecnologiche degli impianti 3kV
 - costruzione di un edificio consegna MT da realizzare in opera, per il contenimento degli impianti e delle apparecchiature elettromeccaniche e tecnologiche funzionali all'allaccio in MT in conformità alla CEI 0-16
 - realizzazione del dispersore di terra magliato in corda nuda di rame da 120mm² di dimensioni indicative 5x5 interrato a 0,5m di profondità completo di anello perimetrale interrato a 1,5m di profondità

- costruzione dei basamenti delle apparecchiature da esterno (sostegni dei sezionatori aerei di 1^a e 2^a fila, delle paline per l'illuminazione, del trafo d'isolamento, ...)
- costruzione delle canalizzazioni per i cavi MT e bt
- costruzione delle canalizzazioni per i cavi del negativo
- realizzazione degli impianti di allacciamento fognario e di alimentazione idrica
- costruzione delle canalizzazioni per i cavi di comando e controllo delle apparecchiature
- realizzazione della recinzione a spadoni e dei cancelli d'accesso
- sistemazione e pavimentazione del piazzale con le relative opere di finitura (zone pedonali, zone carrabili, ...)
- realizzazione del sistema di smaltimento acque di piazzale
- effettuazione delle prove, verifiche e collaudi
- nell'allestimento dell'intero impianto saranno da realizzare i normali arredi nonché gli impianti ed attrezzature varie per la manutenzione e per l'estinzione manuale degli incendi.

6. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE

Tutte le apparecchiature in alta tensione, media tensione, 3 kV_{CC}, di conversione ca/cc, SCADA e ausiliari, sono tutte rigidamente normalizzate da RFI mediante apposite specifiche di fornitura del prodotto. Queste specifiche disciplinano le caratteristiche e le prove e i test da effettuare su prototipo (prove di tipo) e su tutti i prodotti di fornitura (prove di accettazione).

Le principali apparecchiature di RFI (Quadro 3 kV_{CC}, interruttori MT, trasformatori, Quadro MT) sono oggetto di omologazione. Pertanto, in sede di fornitura del prodotto, l'appaltatore dovrà obbligatoriamente prescegliere uno dei fornitori tra quelli omologati. Inoltre, per molti materiali, RFI ha l'esclusiva in termini di fornitura. Pertanto, questi apparecchi non vengono forniti in abito dell'appalto, ma approvvigionati dalla committenza e affidati in conto lavorazione all'appaltatore.

6.1. IMPIANTI DI SSE IN MT

Gli impianti di SSE con allaccio in MT possono essere distinti nelle seguenti sezioni:

- reparto MT
- conversione
- quadri 3 kV_{CC}
- quadri per distribuzione e protezione ca/cc
- impianto di terra
- ausiliari e SCADA.

Sul perimetro del piazzale verrà realizzato un fabbricato di Consegna in cui verranno installati i dispositivi di sezionamento e di misura fiscale ed il quadro MT utente, quadri che dovranno essere conformi alla specifica RFI, come indicato in § 5.3. Dal fabbricato di consegna sarà derivata l'alimentazione MT ai trasformatori di trazione allocati nel fabbricato di SSE e realizzati in resina in conformità alle specifiche RFI come indicato in § 5.3.

Il sistema di conversione utilizza apparecchiature normalizzate con taglia unificata da 5,4 MW costituite da:

- trasformatori trifasi in MT in resina con uscita esafase 2.71 kV per l'alimentazione di raddrizzatori da 5,4 MW a 3 kV_{CC} con telai in parallelo, specifica **RFI DTC STS ENE SP IFS SS 182 A**
- raddrizzatore costituito da doppio ponte a diodi esafase in parallelo, specifica **RFI DTC STS ENE SP IFS SS 404 A**

- induttanza di livellamento conforme alla specifica **E.006**.

Il quadro a 3 kV_{CC} è conforme invece alle specifiche RFI:

- **RFI DMA IM LA STC SSE 400**
- **RFI DMA IM LA STC SSE 401**
- **RFI DPRIM STC IFS SS402 A**
- **RFI DPRIM STC IFS SS403 A.**

Esso contiene gli scomparti con le partenze 3 kV_{CC} verso la linea di contatto, e lo scomparto di collegamento del negativo e, nel caso di Sottostazioni Elettriche, gli scomparti arrivo gruppi con condensatori e induttanza di livellamento. Tutti questi scomparti, realizzati in carpenteria metallica ed omologati da RFI, sono provati alla tenuta ad arco interno.

I suddetti quadri 3 kV_{CC} sono equipaggiati con protezioni omologate secondo la norma **RFI TC TE STF SSE 001** che agiscono sugli interruttori extrarapidi da 70 kA in SSE, garantendo interventi tempestivi di apertura in caso di guasto.

Il complesso protezione in SSE e circuito di protezione e ritorno TE lungo linea è concepito in maniera da garantire un esercizio sicuro della rete, con valori di tensione di passo e contatto, in sottostazione e in linea, conformi ai limiti imposti dalla norma CEI EN 50122. Le tarature delle protezioni sono calcolate a cura del gestore dell'infrastruttura.

La connessione alla linea di contatto degli stalli alimentatori dotati di interruttore extrarapido avviene attraverso sezionatori 3 kV (sezionatori di 1^a fila), con schema standard che prevede la presenza di un sezionatore di soccorso in parallelo normalmente aperto (sezionatore di 2^a fila).

L'impianto di SSE include l'impianto di terra, finalizzato a garantire la sicurezza degli operatori. La rete di terra è costituita da una corda in rame interrata formante una rete orizzontale con maglia di dimensioni orientative 5x5 m, unita a dispersori verticali costituiti da picchetti in rame. Nelle successive fasi di progettazione, il sistema sarà dimensionato per garantire le prescrizioni di sicurezza di cui alla norma CEI EN 50522. In tale fase verranno calcolati, mediante l'utilizzo di apposito software informatico, i valori delle tensioni di passo e di contatto e confrontati con i limiti imposti dalla suddetta normativa.

Gli impianti, infine, sono completati da un sistema di servizi ausiliari e da un sistema per la gestione in locale e remoto delle apparecchiature, progettati secondo le prescrizioni delle specifiche RFI:

- **RFI TC TE SSE 115**

- **RFI TC TE SSE 110**
- **RFI TC TE SSE 105**
- **RFI TC TE SSE 100**
- **RFI DTC ST E SP IFS SS 114 A**
- **RFI DTC ST E SP IFS SS 500 B.**

6.2. IMPIANTI DI CABINA TE

Gli impianti di Cabina TE possono essere distinti nelle seguenti sezioni:

- quadri 3 kV_{CC}
- quadri per distribuzione e protezione ca/cc
- impianto di terra
- ausiliari e SCADA.

A differenza degli impianti di SSE, le Cabine TE non apportano energia al sistema, ma si rendono necessarie per la gestione e la protezione della catenaria in corrispondenza dei bivi.

Per gli impianti CTE, il quadro a 3 kV_{CC} è conforme alle specifiche RFI:

- **RFI DMA IM LA STC SSE 400**
- **RFI DMA IM LA STC SSE 401**
- **RFI DPRIM STC IFS SS402 A**
- **RFI DPRIM STC IFS SS403 A.**

Esso contiene gli scomparti con le partenze 3 kV_{CC} verso la linea di contatto e lo scomparto di collegamento del negativo. Tutti questi scomparti, realizzati in carpenteria metallica ed omologati da RFI, sono provati alla tenuta ad arco interno.

I suddetti quadri 3 kV_{CC} sono equipaggiati con protezioni omologate secondo la norma **RFI TC TE STF SSE 001** che agiscono sugli interruttori extrarapidi da 70 kA in CTE, garantendo interventi tempestivi di apertura in caso di guasto.

Per il complesso protezione in CTE e circuito di protezione e ritorno TE lungo linea vale quanto descritto in precedenza per le SSE; le tarature delle protezioni sono calcolate a cura del gestore dell'infrastruttura.

La connessione alla linea di contatto degli stalli alimentatori dotati di interruttore extrarapido avviene come per gli impianti di SSE descritti in §6.1.

L'impianto di Cabina TE include l'impianto di terra, finalizzato a garantire la sicurezza degli operatori. La rete di terra è costituita come gli impianti di SSE, descritti in §6.1.

Gli impianti, infine, sono completati da un sistema di servizi ausiliari e da un sistema per la gestione in locale e remoto delle apparecchiature, progettati secondo le prescrizioni delle specifiche RFI già citate in §6.1.

ALLEGATO A – SPECIFICHE TECNICHE RFI

Il presente paragrafo raccoglie una serie di documenti (norme tecniche, specifiche tecniche, ecc.) emanati dalle strutture competenti di RFI alla base della seguente progettazione.

- **RFI DTC P SL 03 1 0** - Esercizio e lavori sugli impianti di energia e trazione elettrica – Documento di III livello. Data emissione 10.6.2020
- **RFI DTC ST E SP IFS SS 370 A** - Cortocircuitatore limitatore di tensione per sottostazioni elettriche e cabine TE a 3 kVcc. Data emissione 16.11.2022
- **RFI DTC ST E SP IFS SS 023 A** – Specifica tecnica per l'impiego dei cavi nelle SSE e nelle Cabine TE a 3kVcc. Data emissione 14.7.2022
- **RFI DTC ST E SP IFS TE 005 A** - Interruttore di manovra-sezionatore per esterno su pali TE in corrente continua 3 kVcc - 3 kA. Data emissione 23.12.2021
- **RFI-DTC.ST\A0011\PI\2021\0000124** - Contattori unipolari in aria per la prova di isolamento delle linee di contatto per trazione elettrica a 3 kVcc - Integrazioni della Specifica Tecnica di Fornitura TE 608 Ed. Dicembre 1995. Data emissione 17.2.2021
- **RFI DTC ST E SP IFS SS 114 A** Trasformatore trifase in MT in resina epossidica per l'alimentazione dei servizi ausiliari delle SSE a 3 kVcc. Data emissione 11.2.2019
- **RFI DTC ST E SP IFS TE 147 A** Cavi elettrici unipolari in rame per l'alimentazione delle linee di trazione a 3 kVcc con classificazione di reazione al fuoco ai sensi del Regolamento UE 305/2011. Data emissione 30.10.2018
- **RFI DTC ST E SP IFS LF 650 A** Istruzione Tecnica per la fornitura e l'impiego dei cavi negli impianti ferroviari del settore energia. Data emissione 14.12.2020
- **RFI DTC ST E SP IFS SS 500 B** Sistema di governo per Sottostazioni Elettriche e Cabine TE a 3kVcc. Data emissione 20.12.2021
- **RFI DTC ST E SP IFS SS 018 A** Condensatore da 360 µF per il filtro del gruppo di conversione per gli impianti di SSE a 3 kVcc. Data emissione 30.3.2017
- **RFI DTC ST E SP IFS SS 144 A** Scaricatore di sovratensione per gli impianti a 3 kVcc. Data emissione 16.12.2016 e relativo disegno RFI E 70013 “carpenteria di montaggio”.
- **RFI DTC STS ENE SP IFS SS 182 A** Trasformatori trifasi in MT in resina epossidica per l'alimentazione di raddrizzatori da 3,6/5,4 MW a 3 kVcc con telai in parallelo. Data emissione 9.6.2015
- **RFI DTC STS ENE SP IFS SS 404 A** Raddrizzatore 5,4 MW - 3 kVcc con telai in parallelo in apparecchiatura blindata. Data emissione 11.12.2014

- **RFI DPRIM STF IFS SS 022 Sper** Disposizioni per prove ad arco elettrico interno per apparecchiature sezionabili ed estraibili prefabbricate protette in involucro metallico del sistema di trazione a 3 kVcc. Data emissione 3.5.2012
- **RFI DPRIM STF IFS SS 020 Sper** Dispositivi portatili di messa a terra e in corto circuito per impianti di SSE e Cabine TE a 3 kVcc. Data emissione 13.4.2012
- **RFI DMA IM LA SP IFS 364 A** Interruttore Extrarapido 3 kV c.c. Data emissione 13.6.2011
- **RFI DPRIM STC IFS SS402 A** Unità funzionali prefabbricate metalliche a 3 kVcc. Parte IV: Misure e Negativi. Data emissione 4.4.2011
- **RFI DPRIM STC IFS SS403 A** Unità funzionali prefabbricate metalliche a 3 kVcc. Parte V: Sezionamento di Gruppo e Filtro. Data emissione 4.4.2011
- **RFI DPRIM STF IFS SS361 A** Unità periferiche di protezione ed automazione - Dispositivo di asservimento tipo ASDE 3. Data emissione 18.3.2011
- **RFI-DPR-IMA.TE\A0011\P\201010000015** Intervento su circuito di comando dei sezionatori sotto carico a 3 kV cc. Data emissione 18.1.2010
- **RFI DMA IM LA STC SSE 400 Ed.2009** Unità funzionali prefabbricate metalliche a 3 kVcc. Parte I: Generalità. Parte II: Caratteristiche costruttive generali. Data emissione 1.7.2009
- **RFI DMA IM LA STC SSE 401 Ed.2009** Unità funzionali prefabbricate metalliche a 3 kVcc. Parte Iii: Alimentatore. Data emissione 1.7.2009
- **RFI DMA IM LA SP IFS 371 A** Relè monostabile di massima corrente a soglia fissa adirezionale ad inserzione diretta a 3 kV cc. Data emissione 1.7.2009
- **RFI-DMA-IM.ETE\A0011\P\200810000033** Istruzione tecnica TE 7/1984. Quesito su modalità di verifica circuito di protezione e messa a terra - (art. 25 "Collaudi" Accordo Quadro TE). Data emissione 4.3.2008
- **RFI DMA IM LA LG IFS 300 A** Quadri elettrici di media tensione di tipo modulare prefabbricato. Data emissione 26.7.2006
- **RFI DMA IM LA SP IFS 330 A** Alimentatore stabilizzato caricabatteria per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari in corrente continua di SSE e cabine TE. Data emissione 26.7.2006
- **RFI DMA IM LA LG IFS 501 A** Realizzazione di fabbricati ad uso degli impianti delle SSE. Data emissione 18.7.2006 per quanto applicabile.
- **RFI DTCSTE SF EN SS 362 1 A** Sistemi di misura, registrazione e analisi dei dati sull'energia per impianti a 3kVcc. Data emissione 11.4.2023

- **RFITC TE STF SSE 001 Ed. 2002** Sistema di protezione per linee di contatto a 3 kVcc .
Data emissione 21 .12.2001
- **RFI TC TE IT SSE 002 Ed. 2006** Sistema di protezione per linee di contatto a 3 kV c.c.
modalità di posa in opera e messa in esercizio. Data emissione 30.5.2006
- **RFI.DMA/IM.LA/SSE 360 Ed.2005** Unità periferiche di protezione ed automazione -
specifica generale. Data emissione 15.6.2005
- **RFI TC TE SSE 120 ed.2002** Stazione di continuità a 24, 132 Vcc e 220 Vca. Data emissione
19.12.2002
- **RFI TC TE SSE 160 ed.2002** Sezionatore unipolare per partitore voltmetrico esterno a 3
kVcc. Data emissione 12.12.2002
- **RFI TC TE SSE 175 ed.2002** Sistema di rilevamento fumi per SSE. Data emissione
12.12.2002
- **RFITC TE SSE 105 ed.2002** Box trafo servizi ausiliari per SSE in MT. Data emissione
12.12.2002
- **RFI TC TE SSE 110 ed.2002** Quadro in bt per servizi ausiliari. Data emissione 12.12.2002
- **RFITC TE SSE 115 ed.2002** Quadro elettrico in bt servizi comuni. Data emissione
12.12.2002
- **RFI TC TE SSE DOTE 1 Ed. 2001** Sistema per il telecontrollo degli impianti di trazione
elettrica a 3kV cc. Data emissione 21.12.2001
- **RE/ST.IE/IE/3/98 - 605** Istruzione tecnica per l'installazione e manutenzione del
trasformatore monofase di corrente MT da esterno per dispositivo di protezione trasformatori
Servizi ausiliari. Data emissione 30.3.1998
- **TE 158** Specifica tecnica di fornitura dei relè di massima corrente a soglia regolabile ad
inserzione diretta a 3kV cc. Data emissione 22.9.1997
- **TE 157** Specifica tecnica di fornitura dei relè di massima corrente a soglia fissa ad inserzione
diretta a 3kV cc. + variante del 5 luglio 1999. Data emissione 22.9.1997
- **TE 155** Specifica tecnica di fornitura dei relè di minima-massima tensione 3kV cc. Data
emissione 22.9.1997
- **TE 29** Specifica tecnica di fornitura di trasformatori monofase di corrente M.T. da esterno
per dispositivo di protezione trasformatori per Servizi Ausiliari. Data emissione 26.6.1997
- **RE/ST.IE/1/97 - 605** Motorizzazione e telecomando dei sezionatori sottocarico a 3 kVcc.
Data emissione 11.2.1997

- **TE 608** Specifica tecnica di fornitura per contattori unipolari in aria per prova di isolamento delle linee di contatto T.E. a 3kV c.c. Data emissione 1.12.1995
- **R/ST.IE./1/95/642** Istruzione tecnica per l'attivazione delle sottostazioni elettriche di conversione ed impianti assimilabili. Data emissione 1.6.1995
- **TE 60** Norme tecniche per la fornitura di resistori da 20 ohm del dispositivo "per la prova di terra" degli alimentatori autorichidenti delle SSE di conversione. Data emissione 21.12.1992
- **TE 110** Norme tecniche per l'omologazione e la fornitura degli argani a motore per la manovra dei sezionatori aerei a corna 3kVc.c. Data emissione 21 .12.1992
- **TE 108** Norme tecniche per la fornitura ed il collaudo degli argani a mano per la manovra dei sezionatori a corna e commutatori di messa a terra. Data emissione 5.11.1991
- **TE 48 Ed. 1990** Istruzione per il funzionamento del comando unificato per la regolazione automatica della tensione nelle SSE con due gruppi di conversione. Data emissione 29.9.1990
- **E.006.Ed.1989** Reattori elettrici in lastra di Alluminio per i filtri delle SSE di conversione, con induttanza nominale 6 mH e corrente continua nominale di 1800 A e di 2500 A per tensione nominale di esercizio di 3,6 kVcc. Data emissione 1.6.1989
- **EA. A . 002/1988** Norma tecnica di fornitura di condensatori livellatori da 30 μ F- 6 kV per i filtri delle Sottostazioni Elettriche di conversione. Data emissione 1.6.1988
- **T.E.13 ed.87** Norme tecniche per la fornitura di apparecchiature per il trattamento sottovuoto e il filtraggio olio: Sez. A dei trasformatori di gruppo sez.B degli interruttori. Data emissione 1.6.1987
- **TE 2/Ed. 1986** Norme tecniche del servizio IE per la fornitura di isolatori I 1075 e I 1076 per sezionatori aerei 3,4kV cc. Data emissione 1.6.1986
- **IE.3.2/27848** Adeguamento delle dimensioni di alcuni componenti dei circuiti di: potenza , messa a terra , ritorno TE, nelle SSE con gruppi da 5400 kW. Data emissione 28.10.1985
- **IE.TE/12 Ed.1985** Norme tecniche del servizio IE delle FS per la fornitura di sezionatori bipolari ed esapolari autostringenti, corrente nominale 3000 A, per SSE a c.c.. Data emissione 1.6.1985
- **DPR MO SL 07 1 1** Verifica degli impianti di terra di protezione delle linee di contatto 3kV_{CC} e 25 kV_{CA}, delle Cabine TE 3kV_{CC} e dei posti di parallelo 25 kV_{CA}. Documento di III livello. Data emissione 1.8.2018

- **DPR MO SL 13 1 1** Verifica degli impianti di terra di protezione delle sottostazioni elettriche. Documento di III livello. Data emissione 1.8.2018
- **TE/6 Ed. 1983** Norme tecniche per la fornitura di teleruttori tipo RL 16. Data 1.6.1983
- **TE. 50 Ed.1983** Norme tecniche per la fornitura di apparecchiature di misura per il rilievo della tensione di passo e di contatto negli impianti di messa a terra. Data emissione 1.6.1983
- **TE. 189 Ed.1976** Norme tecniche per la fornitura di cassette stagne per derivazioni da trasformatori di misura. Data emissione 1.6.1976
- **R/ST.IE/2/95/648** Istruzione Tecnica per l'esecuzione delle prove di controllo e verifica degli impianti di telecomando TE computerizzati. Data emissione 18.12.1995.
- **RFI/DTC.EE.TE 160 Ed. Novembre 2005** Progettazione e costruzione di linee in cavo MT e AT. Data emissione 7.11.2005