

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001

EQUIPEMENTS / IMPIANTI

INSTALATIONS FIXES DE TRACTION ELECTRIQUE / IMPIANTI FISSI DI TRAZINE ELETTRICA
POSTES AUTO TRANSFOS / POSTI DI AUTOTRASFORMAZIONE
GENERALITES / ELABORATI GENERALI

TECHNIQUES SPÉCIFICATIONS / SPECIFICHE TECNICHE

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	26/10/2012	Emission pour vérification C2B et validation C3.0 / Emissione per la verifica C2B e la validazione C3.0	M. FRANCISI (ITALFERR)	G. BOVA C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
A	31/12/2012	Emissione per commenti di LTF e CCF	M. FRANCISI (ITALFERR)	G. BOVA C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
B	08/02/2013	Emissione a seguito commenti LTF e CCF	M. FRANCISI (ITALFERR)	G. BOVA C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO

 **Tecnimont**
Civil Construction
Dott. Ing. Aldo Mancarella
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R



CODE DOC	P	D	2	C	2	B	T	S	3	0	6	5	0	B
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C2B	//	//	30	02	00	10	01
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
--

SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO	3
1. INTRODUZIONE	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1 Riferimenti normativi	5
2.2 Riferimenti ad elaborati di progetto.....	6
3. POSTI DI AUTOTRASFORMAZIONE	6
3.1 Configurazione del posto di autotrasformazione.....	6
4. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI QUADRI 2X25KVCA	8
4.1 Caratteristiche Costruttive	8
4.2 Caratteristiche Elettriche del quadro	10
4.3 Interruttore bipolare 25 kV	10
4.4 Sezionatore bipolare 25 kV	11
4.5 Installazione.....	11
4.6 Protezione, controllo e misura	12
4.7 Documentazione	12
5. AUTOTRASFORMATORI	13
5.1 Caratteristiche Generali	13
5.2 Caratteristiche Elettriche	14
5.3 Caratteristiche Costruttive	14

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Schema di principio alimentazioni elettriche tratta St-Jean-de-Maurienne – Modane – Susa	4
Figura 2 – Principio di funzionamento degli autotrasformatori.....	6
Figura 3 – Schema elettrico di potenza.....	8

RESUME/RIASSUNTO

Ce document fournit une description de la conception et de la fonction des postes auto transformation installés sur le ligne ferroviaire international Lyon-Turin. Il décrit également les caractéristiques techniques des principaux équipements utilisés.

Tous les choix effectués au niveau de projet préliminaire sont confirmés.

Il presente documento fornisce una descrizione progettuale e funzionale delle di posti di auto trasformazione installati sulla tratta internazionale della linea ad alta velocità Torino-Lione. Vengono altresì descritte le principali caratteristiche delle apparecchiatura da prevedersi al loro interno.

Tutte le scelte del progetto preliminare sono confermate.

.

1. Introduzione

La linea AV Torino-Lione è alimentata da 3 sottostazioni elettriche situate a St. Jean de Maurienne, Modane, e Susa. Le prime due sono posizionate in territorio francese, ed alimentate pertanto dalla rete nazionale francese (RTE), mentre la terza è posizionata in Italia e pertanto alimentata dalla rete di trasmissione nazionale (GRTN).

Di seguito è riportato uno schematico rappresentativo dell'architettura del sistema di alimentazione della tratta con partilare riferimento alla fase progettuale "1".

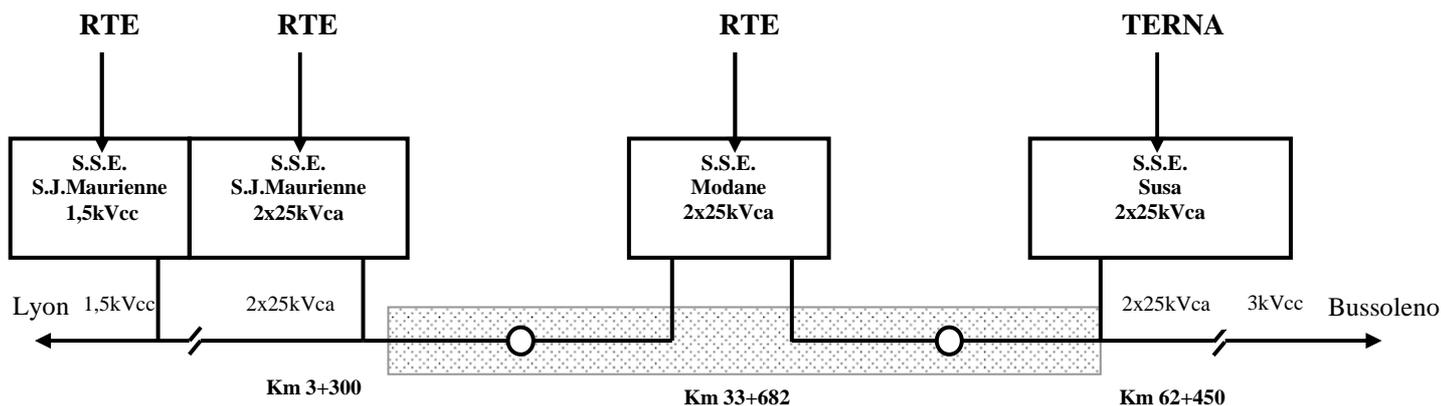


Figura 1 – Schema di principio alimentazioni elettriche tratta St-Jean-de-Maurienne – Modane – Susa

Le caratteristiche peculiari della linea, che si sviluppa prevalentemente in galleria, e l'ingente potenzialità richiesta al sistema di trazione, impongono la necessità di elettrificare la tratta con il sistema 2x25 kV (un feeder a +25 kV ed un feeder a -25 kV), con stazioni di auto-trasformazione posizionate ogni circa 7-8 km.

2. Documenti di riferimento

La presente relazione, nonché tutta la documentazione progettuale che verrà successivamente citata, è conforme alle indicazioni contenute negli elaborati standard a riferimento, per quanto applicabili. Nei punti seguenti vengono citate le principali Norme e documenti tecnici cui nel prosieguo della relazione verrà fatto esplicito od implicito riferimento.

2.1 Riferimenti normativi

Per la esecuzione del presente progetto sono state adottate le Norme CEI nella loro edizione più recente nonché le NT, Istruzioni e Circolari RFI vigenti, delle quali si elencano qui di seguito le principali:

- **ANSI / IEEE Std 80** – Guide for Safety in AC Substation Grounding.
- **L. 1/3/1968, n. 186** “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”
- **CEI EN 50119** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane. Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica
- **CEI EN 50122-1** Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. - Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra
- **CEI EN 50163** Applicazioni ferroviarie- Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione
- **CEI EN 50124-1** Applicazioni ferroviarie tranviarie, filotranviarie, metropolitane. Coordinamento degli isolamenti. - Parte 1: Requisiti base, distanze in aria e distanze superficiali per tutta l'apparecchiatura elettrica e elettronica.
- **CEI EN 50124-2** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane. Coordinamento degli isolamenti. - Parte 2: Sovratensioni e relative protezioni
- **Norma CEI EN 50522** Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in Corrente Alternata"

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

2.2 Riferimenti ad elaborati di progetto

Costituiscono parte integrante della presente relazione gli elaborati di progetto definitivo di seguito riepilogati, ai quali si rimanda per gli aspetti di dettaglio non esplicitamente menzionati nel presente documento:

- **P2B.C2B.TS3.0577.0.PA.PLA** – Schema dell'alimentazione della trazione Elettrica 2x25kV;
- **C2B.30.01.00.11.01** – SSE e Cabine TE – Relazione tecnica dimensionamento del sistema di trazione
- **PD2-C2B-TS3-0575-0-PA-NOT** - Relazione tecnica generale di dimensionamento
- **PD2-C2B-TS3-0651-0-PA-PLA** - Posto di auto trasformazione – Schema di potenza

3. Posti di autotrasformazione

3.1 Configurazione del posto di autotrasformazione

Scopo degli autotrasformatori di linea è quello di equilibrare le correnti tra il feeder a +25 kV e quello a -25 kV. Come mostrato in Fig.3, nella sezione dove è presente un treno la corrente di carico è ripartita al 75% sul feeder del +25 kV e al 25% sul feeder del -25 kV. Nelle altre sezioni di linea il carico è invece equilibrato al 50% tra i due feeder. Questa soluzione tecnica consente quindi di trasportare una maggior potenza rispetto alla soluzione a 25 kV.

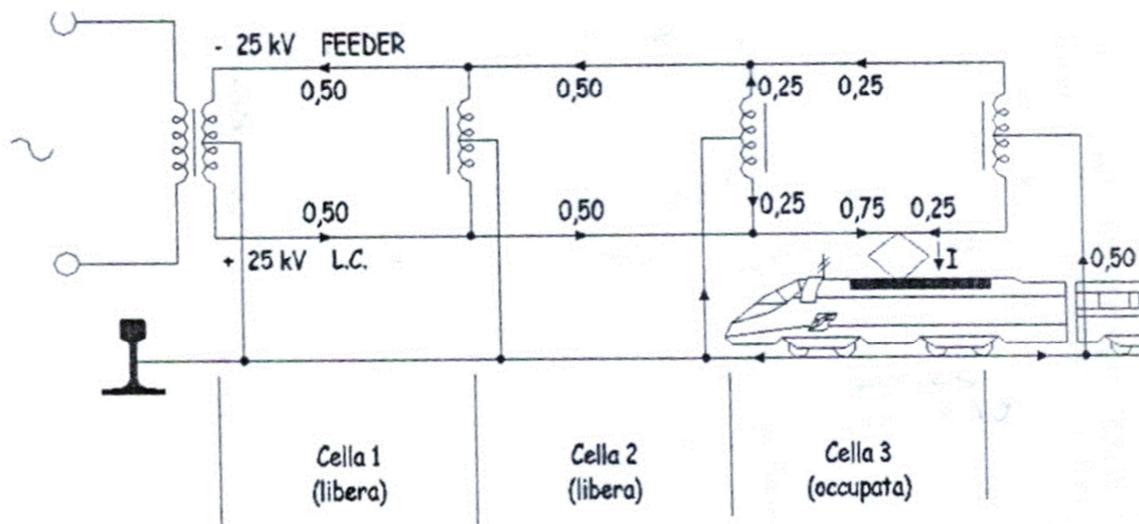


Figura 2 – Principio di funzionamento degli autotrasformatori

Ogni posto di auto trasformazione sarà realizzato installando all'interno di apposite nicchie realizzate durante lo scavo delle gallerie, un autotrasformatore e un quadro 2x25 per ogni binario.

L'autotrasformatore avrà il compito di permettere la richiusura delle correnti dal binario al feeder negativo -25 kV, mentre il quadro elettrico alloggerà gli organi di manovra e protezione che permetteranno di:

- Effettuare la disinserzione e l'inserzione del trasformatore sulla linea di contatto;
- Effettuare la protezione del Trasformatore;
- Stabilire o disinserire il parallelo tra la linea di contatto del binario pari e quella del binario dispari.

Quest'ultima manovra potrà essere effettuata in caso di emergenza. Le simulazioni del sistema trazione hanno evidenziato che in caso di esercizio in regime degradato (fuori servizio di una SSE) l'esercizio alla piena potenzialità della linea è possibile solo con il parallelo tra i due binari nel caso del traffico di tappa 3 mentre per il traffico di tappa 1 può essere mantenuta la separazione tra i due binari.

Nella figura 3 riportata a lato è indicata la struttura schematica dei posti di parallelo sopra descritta.

Complessivamente nella tratta, in fase 1, sono previsti 14 posti di auto-trasformazione, distanziati ognuno di circa 7-8 km, di cui 10 di tipo PATS (posti di autotrasformazione semplice) e 4 di tipo PATD (posti di autotrasformazione doppi) associati ai tratti neutri di separazione di fase.

Tutti i posti di auto trasformazione avranno un'architettura pressochè identica tra loro.

In corrispondenza dei posti di tratto neutro ove è previsto il cambio della fase di alimentazione della linea di contatto, verranno installati due posti di auto trasformazione per ogni binario, disposti su due rameaux adiacenti.

Rispetto al progetto preliminare sono stati inoltre introdotti, nella tratta presa in considerazione in questo progetto definitivo, di due ulteriore posti di auto trasformazione (tipo PATS ma senza il collegamento di parallelo tra i due) rispettivamente all'imbocco della galleria di interconnessione binario dispari (0+110 BD) e all'interno della galleria di interconnessione binario pari (0+175 BP).

Per uniformità, le apparecchiature saranno le medesime installate all'interno dei posti di autotrasformazione di galleria.

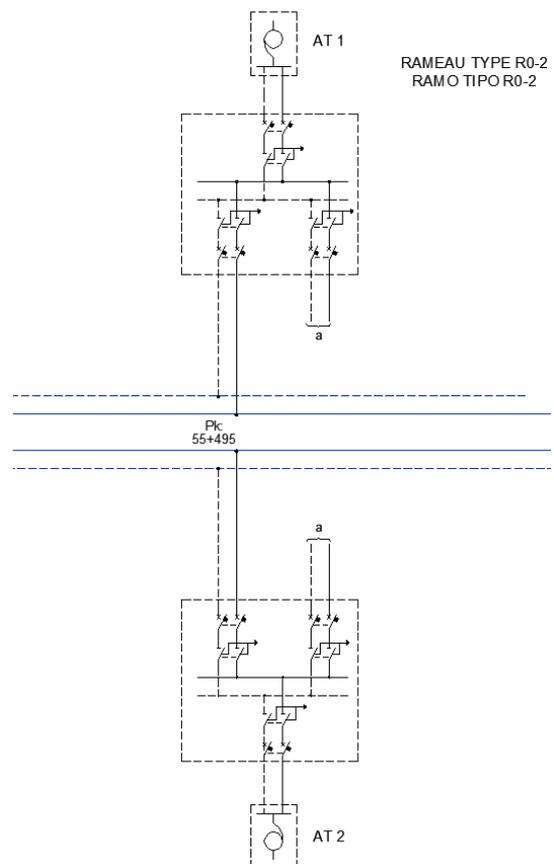


Figura 3 – Schema elettrico di potenza

Ogni posto di autotrasformazione riceverà una doppia alimentazione (una di riserva all'altra), in bassa tensione della potenza di 10kW, dal quadro di bassa tensione della cabina MT/BT più vicina per l'alimentazione dei servizi ausiliari. Per tale motivo in galleria, ove possibile, si è cercato di far coincidere i raeaux R0-2, dei posti di auto trasformazione, con i rameaux delle cabine MT/BT (R1).

4. Caratteristiche tecniche dei quadri 2x25kVca

Le installazioni a 2x25 kV sono realizzate mediante l'impiego di quadri elettrici metal-enclosed, con isolamento in SF6. La scelta di questa tecnologia è giustificata da:

- riduzione drastica degli ingombri rispetto alle installazioni aperte,
- elevata sicurezza per il personale, non essendo in nessuna maniera accessibili parti in tensione,
- elevata sicurezza operativa, per la presenza di blocchi elettrici e meccanici che impediscono l'esecuzione di manovre errate o pericolose,
- totale immunità ai fattori ambientali ostili presenti in galleria (umidità, onde di pressione, polveri conduttive, vibrazioni,...)
- elevatissima affidabilità dovuta alla segregazione spinta delle parti in tensione,
- riduzione dei tempi di messa in servizio,
- possibilità di compiere test funzionali completi in sede di FAT.
- totale assenza di manutenzione per i circuiti di potenza, isolati in SF6.

Sono di seguito riportate le principali caratteristiche tecniche dei quadri MT dei posti di autotrasformazione.

4.1 Caratteristiche Costruttive

Item	Dato	Descrizione
.1	Tipologia	quadro protetto in carpenteria metallica
.2	Isolamento	in SF6
.3	Sezionamento	in SF6
.4	Interruzione	sotto vuoto
.5	Norme	IEC 62271-100, "High-voltage switchgear and controlgear - Part 100: High-voltage alternating-current circuit-breakers" IEC 62271-200: "High-voltage switchgear and controlgear - Part 200: A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV" IEC 62271-301, "High-voltage switchgear and

TECHNIQUES SPÉCIFICATIONS –
SPECIFICHE TECNICHE

		controlgear - Part 301: Dimensional standardisation of terminals”
--	--	---

4.2 Caratteristiche Elettriche del quadro

Item	Dato	Descrizione
.1	Tensione nominale	2x25 kV, 50 Hz
.2	Tensione isolamento	2x27,5 kV
.3	Tensione di breve durata a frequenza industriale 50Hz	95 kV verso terra 110 kV tra i poli
.4	Tensione di tenuta (BIL)	250 kV verso terra 325 kV tra i poli
.5	Corrente sbarre	2.000 A alle condizioni di riferimento (40°)
.6	Tenuta al cortocircuito	25 kA, 3 s
.7	Tenuta arco interno	25 kA (IEC 60298, app.AA)
.8	Corrente di picco	65 kA
.9	Grado di protezione	≥ IP3X (sezione ausiliari)
.10	Alimentazione aux.	comandi e segnalazioni: 110 Vcc illuminazione e anticondensa: 230 Vac

4.3 Interruttore bipolare 25 kV

Item	Dato	Descrizione
.1	Tensione nominale	25 kV, 50 Hz
.2	Tensione isolamento	27,5 kV
.3	Tensione di breve durata a frequenza industriale 50Hz	95 kV verso terra 110 kV tra i poli
.4	Tensione di tenuta (BIL)	250 kV verso terra 325 kV tra i poli
.5	Corrente nominale	2.000 A alle condizioni di riferimento (40°)
.6	Tenuta al cortocircuito	25 kA, 3 s
.7	Corrente di picco	65 kA
.8	Sequenza assegnata di operazioni	O-0,3''-CO-3'-CO
.9	Alimentazione aux.	comandi e segnalazioni: 110 Vcc illuminazione e anticondensa: 230 Vac

.10	Norme	EN 62271-100 Ed. 2005 EN 62271-100/A2 Ed. 2007
------------	-------	---

4.4 Sezionatore bipolare 25 kV

Item	Dato	Descrizione
.1	Tensione nominale	25 kV, 50 Hz
.2	Tensione isolamento	27,5 kV
.3	Tensione di breve durata a frequenza industriale 50Hz	95 kV verso terra 110 kV tra i poli
.4	Tensione di tenuta (BIL)	250 kV verso terra 325 kV tra i poli
.5	Corrente nominale	2.000 A alle condizioni di riferimento (40°)
.6	Tenuta al cortocircuito	15 kA
.7	Corrente di picco	37,5 kA
.8	Alimentazione aux.	comandi e segnalazioni: 110 Vcc illuminazione e anticondensa: 230 Vac
.9	Norme	EN 62271-102 Ed. 2003 EN 62271-102/EC Ed. 2008

4.5 Installazione

Item	Dato	Descrizione
.1	Ingresso cavi	dal basso
.2	Dimensioni pannello	800x1800x2900 mm (approx.)
.3	Accessori	scaldiglie anticondensa
.4	Ambiente	presenza di polveri conduttrici vibrazioni umidità condensante

4.6 Protezione, controllo e misura

Item	Dato	Descrizione
.1	Tele-comandi	interruttori e sezionatori
.2	Tele-segnalazioni	per ogni scomparto: interruttore aperto/chiuso sezionatore aperto/chiuso pronto (Vaux OK, caricamolle OK, ecc.) allarme scatto protezioni
.3	Misure dirette	tensione sbarre corrente di ciascun scomparto
.4	Tele-misure	multimetro V, I, P, Q, Ph, Qh con uscita seriale per ogni scomparto
.5	Protezioni	scomparto di protezione dell'autotrasformatore: relè digitale di massima corrente (50-51) relè di minima tensione (27) scomparto di messa in parallelo: relè digitale di massima corrente (51) relè direzionale (67) relè di minima tensione (27) scomparto alimentatore: relè di minima tensione (27)
.6	Protezioni di terra	no
.7	Protezioni di tensione	relè digitale di minima tensione su ogni arrivo
.8	Interblocchi	meccanici tra interruttori, sezionatori, e sezionatori di terra

4.7 Documentazione

Item	Dato	Descrizione
.1	Schemi elettrici	Gli schemi saranno realizzati in accordo alle Norme CEI, e conterranno: layout quadro, ingombri e forature schemi funzionali

		elenco materiali e componenti
.2	Manuali	I manuali d'uso e manutenzione conterranno almeno: data-sheet e/o cataloghi di tutti i componenti procedure per la manutenzione dei quadri manovre per la messa in sicurezza dei circuiti
.3	Certificazioni (n.3 copie)	Saranno forniti: certificati di collaudo, dichiarazione di conformità

5. Autotrasformatori

E' stata preferita l'adozione di autotrasformatori con isolamento in resina in quanto tale tipologia di trasformatori presenta i seguenti vantaggi rispetto ai trasformatori con isolamento in carta-olio:

- riduzione del rischio di incendio,- minori opere civili per l'installazione,
- minori ingombri,
- manutenzione limitata alle operazioni di pulizia.

Sono di seguito riportate le principali caratteristiche tecniche degli autotrasformatori.

5.1 Caratteristiche Generali

Item	Dato	Descrizione
.1	Tensione primaria	55 kV
.2	Tensione secondaria	27,5 kV (a vuoto)
.3	Gruppo	Autotrasformatore monofase
.4	Potenza nominale	12 MVA
.5	Isolamento	in resina non propagante l'incendio
.6	Norme di riferimento	CEI 14-4 (e var.): "Trasformatori di potenza" CEI 14-8: "Trasformatori di potenza a secco" CEI 14-9: "Determinazione dei livelli di rumore di trasformatori e reattori"

5.2 Caratteristiche Elettriche

Item	Dato	Descrizione
.1	Tensione primaria	55 kV, 50 Hz (± 10 %)
.2	Icc primaria	25 kA, 1 s
.3	Tensione cto. cto.	1,33 % (approx.)
.4	Classe di isolamento	52 / 95 / 250 kV
.5	Classe termica	F
.6	Sovratemperatura	100 K
.7	Raffreddamento	AN
.8	Sovraccaricabilità	150 % per 15' 200 % per 5'
.9	Perdite	A vuoto a 120°C ≤ 19 kW Perdite di coto circuito ≤ 23 kW
.10	Linea di Fuga isolatori (IEC 60815 - 2008)	≥ 25 mm/kV

5.3 Caratteristiche Costruttive

Item	Dato	Descrizione
.1	Montaggio	su ruote
.2	Sonde temperatura	n. 2 Pt100 per avvolgimenti e ferro
.3	Centralina termometrica	digitale con porta seriale
.4	Installazione	interno ($-5 \div +40$ °C)
.5	Grado protezione	IP 00
.6	Dimensioni	2600x1800x3900 mm (WxDxH)