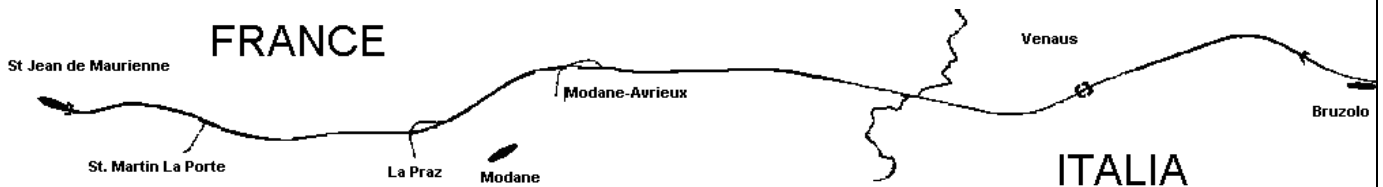


**NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO TRANSALPINO TORINO - LIONE**  
**NOUVELLE LIAISON FERROVIAIRE TRANSALPINE LYON-TURIN**  
**TRATTA CONFINE DI STATO ITALIA/FRANCIA – BRUZOLO**

INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE  
 DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N° 443/2001



**PROGETTO PRELIMINARE**  
**CATENARIA**

Scala :

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
B	EMISSIONE FINALE	Lancellotti		JM.Vandeclicse		M. Pré	20.02.03	

Rif. Doc	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>T</b>	<b>S</b>	<b>E</b>	<b>1</b>	<b>N</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>X</b>	<b>:</b>	<b>:</b>	<b>F</b>	<b>:</b>	<b>:</b>	<b>:</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>B</b>
	fase		n° S.C.				emittente			tipo doc.			codice geografico				oggetto				n° doc				indice

<Insérer première page note TSE1-1049-B>

# Catenaria

**référence du document :**

<b>A</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>T</b>	<b>S</b>	<b>E</b>	<b>1</b>	<b>N</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>X</b>	<b>:</b>	<b>:</b>	<b>F</b>	<b>:</b>	<b>:</b>	<b>:</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>B</b>
fase				n° S.C.			emettente				tipo doc.			codice geografico			oggetto				n° doc			indice	
phase				n° S.C.			émetteur				type doc.			code géographique			objet				n° doc			indice	



**INDICE**

<b>1. INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>2. ANALISI DEGLI STUDI PRECEDENTI</b>	<b>2</b>
<b>3. IPOTESI DI BASE</b>	<b>3</b>
3.1. Caratteristiche dei conduttori	3
3.2. Caratteristiche delle sezioni del tunnel	4
3.3. Caratteristiche del gabarit di transito	4
3.4. Caratteristiche della linea	5
<b>4. SPECIFICHE DI RIFERIMENTO FUNZIONALI</b>	<b>6</b>
4.1. Franchi elettrici	6
4.2. Pantografo	6
4.3. Feeder –25kV	7
<b>5. DEFINIZIONE DELL' ARCHITETTURA DEL SISTEMA</b>	<b>8</b>
<b>5.1. Caratteristiche funzionali della catenaria</b>	<b>8</b>
5.1.1. Schema longitudinale	8
5.1.2. Sezioni Tipo – Sospensione	9
5.1.3. Linea di contatto	10
5.1.4. Sovrapposizioni della catenaria	10
5.1.5. Sezionatori	12
5.1.6. Collegamenti elettrici	12
5.1.7. Pendinatura	13
5.1.8. Ormeggi	13
5.1.9. Escursione termica	14
<b>5.2. Caratteristiche di altri conduttori</b>	<b>15</b>
5.2.1. Feeder –25kV	15
5.2.2. Cavi di Terra	15
<b>5.3. Caratteristiche dei componenti</b>	<b>16</b>
5.3.1. Catenaria	16
5.3.2. Sospensioni	16
5.3.3. Isolatori	16
5.3.4. Isolatori di sezione	17
<b>6. INTERFACCE CON ALTRI SISTEMI</b>	<b>18</b>
6.1. Alimentazione	18
6.2. Telecomando	18

<b>6.3. Pantografo e binario</b>	<b>18</b>
<b>6.4. Opere civili</b>	<b>18</b>
<b>7. ALLEGATI</b>	<b>19</b>

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento ha lo scopo di definire le soluzioni tecniche da adottare per l'impianto della linea di contatto nella galleria di base del collegamento ferroviario transalpino fra Lione e Torino.

La parte del documento relativo alla catenaria ha come presupposti le definizioni derivanti dallo studio del sistema di alimentazione primaria della trazione elettrica, che determina il tipo di alimentazione al pantografo e le sezioni dei conduttori.

I vincoli ed i limiti geometrici di inserimento della catenaria sono costituiti dai profili di intradosso dei tunnels e dai profili dinamici del gabarit Autoroute Ferroviaire (AF), nel contesto delle norme vigenti.

## 2. ANALISI DEGLI STUDI PRECEDENTI

Uno studio in proposito è stato eseguito dal raggruppamento Alpetunnel nell' anno 1998 : in quella indagine si definivano le possibili soluzioni per i sistemi di alimentazione al pantografo conseguenti alle ipotesi fatte per il sistema di alimentazione primario e delle altre condizioni al contorno.

Lo studio era basato sulla disposizione di una o più sottostazioni di alimentazione parallelamente al confronto fra i sistemi 1x25kV e 2x25kV ca, essendosi preventivamente, ma con valide motivazioni, escluso il sistema 3kV cc.

Dal confronto, valutato a posteriori, risulta un oneroso impiego di cavi coassiali per il sistema 1x25kV, mentre per il sistema 2x25kV si evidenzia la perplessità relativa alla disponibilità di affidabili autotrasformatori a secco.

Le sezioni della catenaria richiedono una linea di contatto appesantita da conduttori in parallelo ; lo scarso spazio a disposizione fra il profilo del tunnel ed il gabarit impone l' impiego di conduttori isolati per il feeder -25kV.

La sospensione della catenaria, come la catenaria stessa, risultano molto compresse, ed i parametri massimi consentiti sono i seguenti :

-ingombro	350	mm
-campata	27	m
-sollevamento tirante di poligonazione	150	mm
-lunghezza tirante di poligonazione	800	mm

Alcuni di questi parametri potrebbero rendere critica la percorribilità della catenaria alla velocità di riferimento richiesta ( 220 km/h ) per il progetto in corso.

### 3. IPOTESI DI BASE

#### 3.1. *Caratteristiche dei conduttori*

La sezione elettrica totale di dimensionamento del sistema di alimentazione è stata composta con conduttori di normale impiego o comunque standardizzati presso le ferrovie europee.

Il tiro meccanico sui componenti della linea di contatto è stato attribuito tenendo conto degli ultimi orientamenti per le linee ad alta velocità.

Il tiro meccanico della corda portante è stato incrementato, rispetto ad impianti simili, anche allo scopo di ridurre la freccia in campata e quindi poter aumentare la distanza fra le sospensioni.

I conduttori che costituiscono il sistema catenaria e conseguenti al dimensionamento del sistema di alimentazione, sono i seguenti :

<i>Tipo</i>	<i>Caratteristiche</i>			<i>Tiro</i>
-filo di contatto	Cu	150	mmq	2000 daN
-corda portante	Bz	181.6	mmq	2000 daN
-conduttore -25kV	lega All	307	mmq	750 daN a 20 °C
-cavo di terra	lega All	147	mmq	500 daN a 20 °C
-dispersore lineare	Cu	95	mmq	----

Il tiro e la campata del conduttore -25kV sono stati determinati da considerazioni legate alla necessità di contenere al massimo la libertà di spostamento del conduttore in campata per mantenere le distanze di isolamento anche negli scarsi spazi disponibili; questo compatibilmente con il contenimento dei costi.

Nella scelta del conduttore per il feeder -25kV si è preferito adottare il cavo nudo in aria rispetto al cavo isolato in quanto di minor costo e di più semplice gestione: soprattutto in relazione alle condizioni funzionali e di esercizio.

Infatti il conduttore isolato risulta molto oneroso quando è posato in sospensione aerea; la onerosità del conduttore isolato è conseguenza sia del costo del cavo che dei materiali di sospensione; sono onerose anche le operazioni di posa, a causa della frequenza degli ancoraggi alla opera civile e per le operazioni di stendimento e di giunzione del cavo stesso.

Altre indicazioni contrarie al cavo isolato aereo derivano dal fatto di essere esposto alle condizioni di traffico in una posizione dove la temperatura ambiente raggiunge i massimi valori: queste condizioni ambientali possono provocare prima di tutto urti e rotture derivanti dalla circolazione, ed anche surriscaldamento del cavo stesso.

Queste condizioni critiche e gli eventuali guasti sopra elencati sono comuni sicuramente anche ai conduttori non isolati; ma nel caso dei cavi isolati i guasti provocati



dalla circolazione o dal surriscaldamento sono causa di notevoli perdite di tempo per il ripristino, con ripercussioni non trascurabili sull' esercizio.

### **3.2. Caratteristiche delle sezioni del tunnel**

La sezione di riferimento del tunnel è rappresentata nel disegno:

#### **1024 TUN-3-2-A Sezione tipo del tunnel in rettilineo**

Nel profilo della sezione sono evidenziate le tolleranze di esecuzione del tunnel e del relativo rivestimento; ai fini dell' inserimento della catenaria si considera come valido il profilo di intradosso con raggio  $R = 4.05$  m.

Il raggio  $R = 4.05$  m deve essere inteso come involuppo degli intradossi dei profili reali aventi centro coincidenti con l' asse di progetto del binario riportato verticalmente alla quota di 2.42 m.

Per definire con esattezza le condizioni di inserimento della catenaria, si evidenziano le seguenti quote caratteristiche della sezione :

- quota del piano ferro
- quota del centro degli intradossi

Nelle condizioni di linea in curva si deve tener conto della sopraelevazione prevista nei seguenti valori massimi :

- sopraelevazione 120 mm
- raggio di curva corrispondente 2174 m

corrispondentemente, la sezione di riferimento in curva è rappresentata dal disegno:

#### **1025 TUN-3-2-B Sezione tipo del tunnel in curva**

Nello studio si deve anche tener conto di altre tipologie di intradossi, previste per casi particolari come posti di movimento o di interconnessione, ma per linea a doppio binario, rappresentate in seguito.

### **3.3. Caratteristiche del gabarit di transito**

Nel contesto dello studio è stato previsto l' inserimento del gabarit Autoroute Ferroviaire (AF), rappresentato nei dis. :

#### **1026 GAB-3-3-A Sagoma limite "AF" in rettilineo**

#### **1027 GAB-3-3-B Sagoma limite "AF" in curva**

L' inserimento dei gabarit nelle sezioni di intradosso previste in 3.2, porta ai seguenti disegni corrispondenti :

#### **1028 SEZ-3-3A Sezione semplice binario in rettilineo**

#### **1029 SEZ-3-3B Sezione semplice binario in curva**

#### **1030 SEZ-3-3C/3D Sezioni per doppio binario**

Nei disegni delle sezioni sopra elencate sono stati inseriti anche i profili del pantografo descritti al capoverso seguente 4.2.

### **3.4. Caratteristiche della linea**

La linea ferroviaria ha le seguenti caratteristiche principali :

-armamento		60	UIC
-scartamento		1435	mm
-raggio di curva minimo		2174	m
-sopraelevazione corrispondente		120	mm
-deviatoi di interconnessione	tg	0.04	0.05
-comunicazioni	tg	0.066	0.074
-deviatoi di servizio	tg	0.090	0.12

La tabella schematica del tracciato di riferimento è riportato nella relazione del Sistema Alimentazione

## 4. SPECIFICHE DI RIFERIMENTO FUNZIONALI

In generale il presente studio è in linea con le raccomandazioni contenute nell' Annex III della Direttiva 96/48/EC relativamente ai requisiti RAMS, al rispetto dell' ambiente ed alle compatibilità tecniche, requisiti riportati nelle Specifiche Tecniche di Interoperabilità STI-Energy, per quanto di competenza.

In particolare si riportano di seguito i valori e le considerazioni di più immediato riscontro.

### 4.1. *Franchi elettrici*

Oltre alle condizioni al contorno descritte nel capitolo.3, nella definizione della catenaria del sistema 2x25kV, devono essere rispettate le distanze di franco elettrico previste nelle norme EN in vigore: queste distanze sono previste nella EN-50124-1 (UIC-606-1), ed hanno i seguenti valori, in condizioni ambientali normali:

-franco fase-terra in condizioni statiche	320*	mm
-franco fase-fase in condizioni statiche	530	mm
-franco fase-terra in condizioni dinamiche	170	mm

\*-il valore attuale è di 270 mm, ma si ritiene che in futuro questo valore sarà incrementato di 50 mm

### 4.2. *Pantografo*

Il profilo e le caratteristiche del pantografo sono previste nelle Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI-Energy).

Le suddette peculiarità sono precisate nell' allegato "Annex H.3.2" delle specifiche suddette; le stesse sono riprodotte nel dis.:

#### 1031 *PANT-4-2-A*

#### *Profilo del pantografo statico*

La quota minima delle parti in tensione (filo di contatto) dal piano del ferro è stata fissata in 5.57 m; questa quota è la somma dalle seguenti quote parziali:

-altezza del piano di carico	1.0 m
-altezza della sagoma di carico AF	4.2 m
-tolleranza sulla sagoma AF	0.05 m
-franco elettrico	0.32 m

Nel rapporto pantografo-catenaria si ipotizza un possibile sollevamento del pantografo di 250 mm rispetto alla quota a riposo.

Il profilo dinamico del pantografo, calcolato alla quota di m  $5.57 + m 0.25 = 5.82$  m e per la sopraelevazione del binario in curva di 120 mm, secondo quanto previsto in STI-Energy al punto H.3.6, è riportata nel dis.:

1032 PANT-4-2-B

*Profilo del pantografo dinamico*

### **4.3. Feeder –25kV**

Il feeder –25kV è posto alla quota di 4.6 m sul piano ferro a fianco del gabarit AF, in quanto il posizionamento al di sopra del gabarit avrebbe condizionato eccessivamente la sospensione della catenaria, comprimendone la geometria.

La posizione del feeder, per quanto riguarda la sicurezza, è in linea con quanto previsto in EN-50122

Il franco elettrico, fra il conduttore –25kV ed il profilo dinamico del gabarit AF, è assicurato, come risulta dal dis. SEZ-5-1-2A/B, citato nel prossimo capitolo.

## 5. DEFINIZIONE DELL' ARCHITETTURA DEL SISTEMA

Il presente studio riguarda soprattutto la definizione degli impianti della catenaria in galleria, in quanto il tracciato è quasi totalmente sotterraneo.

Nei brevi tratti di binario all' esterno, o nei tratti di collegamento sia alla nuova linea che a quella esistente saranno adottate le tipologie di impianto della catenaria e delle strutture di supporto e di ancoraggio definite per dette tratte esterne.

In caso di non idoneità, per condizioni di impiego non previste o inadeguate, si provvederà all' adeguamento delle tipologie.

Il disegno che segue è solo un esempio indicativo

**1064 SEZ-5**

*Sezione tipo all' aperto*

### 5.1. **Caratteristiche funzionali della catenaria**

#### 5.1.1. SCHEMA LONGITUDINALE

La distribuzione longitudinale delle sezioni di catenaria è stata armonizzata con le logiche di passo di altri enti per ottenere una distribuzione cadenzata delle postazioni dei vari servizi, delle numerazioni e dei riferimenti, ecc.

Il passo teorico compatibile alle diverse discipline è stato fissato in 800 m

Per quanto si riferisce alla catenaria il passo teorico di 800 m fra gli assi di due sovrapposizioni comporta, per ogni sezione, una lunghezza dei conduttori di circa 900 m, e l' impiego di 21-24 sospensioni : questo ultimo valore deve essere considerato come massimo per non ingenerare, lungo la sezione di catenaria, eccessive perdite di carico meccanico causate dalle variazioni di assetto delle sospensioni corrispondenti a variazioni della temperatura dei conduttori.

Si è esclusa la eventualità di una sezione meccanica della catenaria di  $2 \times 800 = 1600$  m, per i seguenti principali motivi :

- le pezzature dei conduttori sarebbero risultate fuori standard e di difficile gestione
- il punto fisso sarebbe stato un dispositivo poco opportuno su una linea con pendenza, soprattutto perchè linea di tipo AV
- si prospettavano maggiori difficoltà per eventuali ripristini e nelle operazioni di manutenzione ordinaria o straordinaria, come la sostituzione del filo di contatto.

Lo schema longitudinale adottato è quindi quello di avere una sovrapposizione fra le sezioni di catenaria ogni 800 m, circa.

Le sovrapposizioni isolate, o sezionamenti elettrici, possono essere impostate ogni due sezioni, e quindi ogni 1600 m ; questo valore del passo delle sovrapposizioni isolate è compatibile con le raccomandazioni della Commissione Intergovernativa.

In corrispondenza di ogni sovrapposizione isolata sarà installata una postazione di sezionatori bipolari sia telecomandati che manovrabili sul posto per consentire in ogni caso la separazione o rialimentazione delle sezioni adiacenti.

Nelle disposizioni generali i vari componenti del sistema catenaria sono stati disposti e rappresentati secondo il seguente schema:

-feeder e corda di terra, ormeggi fissi	lato sinistro
-sospensioni della catenaria	alternate
-ormeggi regolati	lato destro
-sezionatori bipolari	lato sinistro

Queste disposizioni possono essere invertite, ma è importante mantenere i sezionatori allo stesso lato del feeder per consentire i relativi collegamenti; mentre l'ormeggio regolato deve essere opposto al feeder per evitare interferenze.

### 5.1.2. SEZIONI TIPO – SOSPENSIONE

Le sezioni tipo sono rappresentate nei dis.:

**1033 SEZ-5-1-2A** *Sezione tipo in rettilo*

**1034 SEZ-5-1-2B** *Sezione tipo in curva*

Nelle sezioni è stata inserita la linea di rispetto dei franchi elettrici (320 mm ) come offset dell' intradosso del profilo del tunnel: questo al fine di individuare meglio, nelle varie condizioni, le possibilità di inserimento delle apparecchiature.

La linea di contatto e la sospensione, nel rispetto delle distanze e franchi previsti dalle norme, sono state impostate per i seguenti parametri:

-ingombro	0.55	m
-campata standard/massima	40/ 43	m
-sollevamento consentito al pantografo	250	mm
-lunghezza del tirante di poligonazione	1000	mm
-sbalzo della sospensione da asse pantografo	1800	mm

La sospensione tipo è rappresentata nel dis.:

**1035 SOSP-5-1-2** *Sospensione tipo*

La sospensione è del tipo a sbalzo, incernierata al supporto ; la mensola orizzontale consente una ragionevole regolazione reciproca del supporto della fune e dell' attacco del braccio di poligonazione, eventualmente vincolati reciprocamente.

Il vantaggio funzionale è duplice in quanto la mensola orizzontale ha sia la funzione di mantenere la planarità verticale del piano della linea di contatto che quella di fungere da asta di registrazione.

Il supporto di fune è sollevato sulla mensola per consentire una buona funzionalità nelle sovrapposizioni, anche in curva.

Si può notare come la sospensione consenta un sollevamento del pantografo fino a 250 mm, misura che garantisce un buon fattore di sicurezza per l' esercizio.

Le geometrie del tirante di poligonazione e del braccio di attacco alla mensola consentono inoltre di poter poligonare il filo di contatto fino al valore zero, quindi lo stesso

materiale può essere impiegato nella quasi totalità dei casi con evidenti vantaggi nella gestione dei componenti.

Lo stesso vantaggio può dedursi dal fatto che in quasi tutti i casi di impiego previsti, l'ingombro della catenaria si mantiene costante.

### 5.1.3. LINEA DI CONTATTO

La linea di contatto è stata impostata con ingombro di 0.55 m, senza freccia positiva del filo di contatto.

La campata massima di 43 m comporta una freccia della corda portante a centro campata di 0.35 m, quindi la lunghezza teorica dei pendini nella zona centrale della campata è di 200 mm o di poco superiore.

La eventuale adozione di freccia positiva del filo di contatto, a pari lunghezza di campata, migliora la lunghezza del pendino minimo di 60-70 mm, ma obbliga ad adottare un ingombro di catenaria di 0.5 m con conseguente variazione dei parametri della sospensione.

In particolare, con l'adozione della freccia positiva si è costretti a limitare il sollevamento del tirante di poligonazione, e perciò del pantografo: anche se in teoria potrebbe essere accettata la misura di 200 mm nel sollevamento massimo del pantografo, questo diventa di discutibile opportunità se si considera che comporta una riduzione dei margini di sicurezza nelle condizioni reali di esercizio.

In alternativa, la riduzione della distanza fra corda portante e mensola nella parte superiore della sospensione, potrebbe pregiudicare gli aspetti funzionali della sospensione stessa negli impieghi in corrispondenza delle sovrapposizioni.

Il rapporto dinamico fra pantografo e catenaria deve mantenersi ottimale fino a velocità di 220 km/h, con possibilità di estensione fino a 250 km/h.

Queste prestazioni sono ormai acquisite sulle recenti linee europee, non solo per le numerose simulazioni e sperimentazioni eseguite su tipologie di catenaria aventi parametri simili, ma soprattutto con riferimento ai riscontri provenienti dall'esercizio.

I parametri indicati in 5.1.2 e le condizioni di posa indicate per le condutture sono quindi in linea con le prestazioni richieste: il tipo di catenaria adottato può quindi assicurare, per i treni tipo AV aventi le caratteristiche previste dalle STI, la velocità di percorrenza di 220 km/h.

### 5.1.4. SOVRAPPOSIZIONI DELLA CATENARIA

Le sovrapposizioni di due sezioni di catenaria adiacenti in senso longitudinale o in avvicinamento laterale sono indispensabili per consentire i reciproci movimenti causati dalle dilatazioni dei conduttori al variare della temperatura.

La disposizione delle due condutture deve essere studiata al meglio per non perturbare l'assetto del pantografo in transito; nella campata di sovrapposizione in particolare si devono osservare alcuni accorgimenti:

-mantenere equidistanti dall' asse del pantografo statico le due condutture nella zona centrale della campata, dove il pantografo subisce lo scambio delle catenarie

-ridurre quanto possibile gli angoli formati delle catenarie in corrispondenza delle sospensioni attive

-per la catenaria che esce all' ormeggio è importante impostare un corretto e certo sollevamento del filo di contatto per non alterare la disposizione sopra detta

Nella campata di ormeggio le quote e le distanze longitudinali devono quindi essere valutate con cura per localizzare con precisione gli ormeggi sia nelle quote verticali che nelle progressive longitudinali a causa degli spazi molto contenuti nei quali si è costretti.

Le posizioni devono essere ottimizzate soprattutto in relazione ai franchi elettrici fra parti a terra e parti in tensione ed in funzione di non alterare, a ritroso, le condizioni della campata di sovrapposizione e/o le sospensioni adiacenti.

Un altro accorgimento opportuno, ai fini di maggior sicurezza nell' esercizio, è quello di evitare per quanto possibile gli incroci fra le catenarie: questo in quanto, in spazi ristretti, le intersezioni sono di difficile gestione, ma anche perché, in caso di rotture di conduttori, possono provocare effetti "domino" fra le sezioni di catenarie contigue eventualmente intersecantesi.

Gli schemi dei dispositivi di sovrapposizione fra due sezioni di catenaria sono rappresentate nei dis:

**1036 RA-5-1-4A**

***Sovrapposizione in rettilo***

**1037 RA-5-1-4B**

***Sovrapposizione in curva***

Gli schemi dei dispositivi di sovrapposizione isolata fra due sezioni di catenaria sono rappresentate nei dis:

**1038 TS-5-1-4A**

***Sovrapposizione isolata in rettilo***

**1039 TS-5-1-4B**

***Sovrapposizione isolata in curva***

La distanza di separazione fra le catenarie è stata fissata in 400 mm in quanto, per i valori ridotti di campata e la poco significativa spinta del vento, sicuramente le catenarie non potranno avvicinarsi fra loro in modo dinamico fino alla misura di rispetto (170 mm) prevista dalle norme.

Gli schemi dei dispositivi di tratto neutro fra due tratte di catenaria alimentate da diverse sottostazioni sono previste nel dis:

**1040 TN-5-1-4**

***Tratto neutro***

Il dispositivo è stato disegnato tenendo conto del tipo particolare di catenaria ed in relazione alle tipologie delle composizioni ferroviarie previste, oltre che a quanto prescritto dalle STI-Energy.

Gli schemi del dispositivo della Sezione di separazione di sistema (o Posto di confine) fra due tronchi di catenaria alimentati da differenti sistemi sono attualmente previste negli elaborati:

**1041 POC-5-1-4**

***Sezione di separazione di sistema***

**1080 APPENDICE**



Le decisioni relative a questo dispositivo, comportano preventivamente anche il coinvolgimento di altre discipline del progetto.

Le distanze di isolamento a spazio d'aria fra le catenarie, per il Tratto neutro e per la Sezione di separazione di sistema, sono le stesse adottate nelle sovrapposizioni isolate, cioè 400 mm.

Gli schemi dei dispositivi di deviatoio per le due catenarie afferenti sono previste nei dis:

**1042 DEV-5-1-4A** *Deviatoio  $tg < 0.065$  per interconnessione*

**1043 DEV-5-1-4B** *Deviatoio  $tg > 0.074$  per comunicazione*

Il diverso schema di elettrificazione dipende dalla velocità massima di transito in deviata: per velocità uguali o superiori a 80 km/h, cioè per  $tg \leq 0.065$ , sia sul binario in ingresso che sul retto tracciato i pantografi devono trovarsi nelle condizioni di transito ottimale: in questo caso, per privilegiare comunque il retto tracciato, è previsto l'inserimento di un filo di contatto ausiliario.

La funzione del filo ausiliario è quella di imporre al pantografo una accelerazione verso il basso nella zona critica dello scambio

Al contrario, se la velocità consentita in deviata risulta contenuta, si ipotizza una soluzione che salvaguardi principalmente la percorribilità sul retto tracciato, a scapito del binario deviato: nella zona di avvicinamento delle catenarie il filo di contatto deviato sarà sollevato di 50 mm sul piano di contatto teorico.

### 5.1.5. SEZIONATORI

I sezionatori bipolari sono inseriti per la continuità dell'alimentazione in corrispondenza di ogni sezionamento della catenaria, e quindi in corrispondenza delle sezioni longitudinali con passo  $2 \times 800 = 1600$  m; sono pure inseriti nei posti di alimentazione e di autotrasformazione, nei tratti neutri, nei posti di confine e nei posti di parallelo.

Lo schema di posa e la disposizione dei componenti il sezionamento bipolare tipologico sono previsti nel dis.:

**1044 SEZB-5-1-5** *Sezionamento bipolare della catenaria*

### 5.1.6. COLLEGAMENTI ELETTRICI

I collegamenti elettrici fra le sezioni di condutture che costituiscono il sistema catenaria sono previsti in corrispondenza di ogni posto di sezionamento come detto sopra in 5.1.5: questo tipo di collegamento di potenza fra due sezioni di catenaria passa attraverso il sezionatore unipolare.

In corrispondenza delle sovrapposizioni non isolate e nei dispositivi di deviatoio, sono previsti collegamenti diretti fra le catenarie: questi collegamenti devono avere almeno la stessa sezione complessiva della catenaria.

I collegamenti sono costituiti da uno o più conduttori di sezione e tipo adeguati alla potenza da trasmettere ed alla funzione da svolgere nelle varie condizioni, connessi alle catenarie da collegare con idonea morsetteria.

Date le notevoli potenze da trasmettere è anche necessario ripartire parte del carico alla corda portante, lungo tutta la sezione di catenaria; per questo è indispensabile prevedere collegamenti equipotenziali fra i conduttori, con cadenza predeterminata; in alternativa questa funzione può essere svolta da un idoneo tipo di pendino.

Le parti metalliche dei supporti di sospensione e dei supporti di ormeggio sono collegati al cavo di terra ed al dispersore lineare.

### 5.1.7. PENDINATURA

La pendinatura della linea di contatto è costituita da trefolo flessibile in bronzo collegato ai conduttori longitudinali con morsetteria adeguata.

La distanza fra i pendini è variabile fra 4 e 6 m.

Essendo ridotto l'ingombro della catenaria, è necessario che i morsetti di collegamento fra il pendino ed i conduttori siano snodati in senso longitudinale per evitare il pericolo di rotture a fatica del pendino in caso di scorrimenti relativi fra i conduttori.

Se la ripartizione del carico di corrente fra filo di contatto e corda portante deve essere svolta o implementata da un idoneo tipo di pendino, si devono prevedere, essendo snodato il tipo di pendino adottato, opportuni collegamenti flessibili atti a favorirne la conducibilità elettrica.

### 5.1.8. ORMEGGI

Gli ancoraggi della catenaria si effettuano alla volta del tunnel per ciascuna estremità della conduttura; gli spazi a disposizione sono molto ridotti ed è quindi indispensabile individuare con cura le quote verticali e le progressive longitudinali che consentano il rispetto delle distanze elettriche associate ad un corretto funzionamento dei dispositivi.

Ogni estremità è ancorata alla volta mediante la interposizione di carpenteria metallica.

Per lo schema della catenaria descritto in 5.1.1, in ogni sezione di catenaria si deve prevedere un ormeggio fisso ed un ormeggio con dispositivo di regolazione automatica del tiro.

Il dispositivo di regolazione automatica è interposto fra la terminazione della conduttura e la carpenteria di ormeggio; l'apparecchio è di tipo tradizionale, cioè a gravità con contrappesi.

Il dispositivo, attraverso bilanciare di equilibrio, è soggetto alla somma dei tiri del filo di contatto e della fune portante; il rapporto caratteristico è 1:4.

**1045 ORM-5-1-8**

***Ormeggio regolato della catenaria***

### 5.1.9. ESCURSIONE TERMICA

In attesa di analisi più approfondite, si fa riferimento ad una escursione termica sui conduttori di 40°C, comprensiva delle variazioni termiche ambientali e del riscaldamento dei conduttori.

La lunghezza massima delle sezioni meccaniche della catenaria è di 900 m, quindi le escursioni massime, rispetto all'assetto relativo alla temperatura media, sono:

-lunghezza dei conduttori e spostamento delle sospensioni in testa     +/- 30 cm

-escursione dei contrappesi     +/- 120 cm

A causa degli spazi ristretti, dovrà essere adottata una opportuna geometria delle contrappesature; dovrà essere preso in considerazione anche la opportunità di ricavare apposite nicchie nel rivestimento del tunnel, per favorire o avere margini sulle escursioni previste teoricamente.

## **5.2. Caratteristiche di altri conduttori**

### **5.2.1. FEEDER –25KV**

Il feeder –25 kV è costituita da conduttore in lega All di 307 mmq di sezione tesato al tiro di 750 daN alla temperatura media di 20 °C.

Il feeder, per i motivi detti in 4.3 , è posato a lato del gabarit AF ed alla quota di 4,6 m sul piano ferro; questa quota assicura la quota minima sul piano di calpestio del marciapiede prevista dalla norma EN 50122.

Il feeder è posato su sospensione rigida orizzontale a sbalzo dal profilo del tunnel, ancorato alla stessa con apposita carpenteria; il passo delle sospensioni è variabile ma compreso fra 8 e 12 m per consentire la saltuaria corrispondenza con le sospensioni della catenaria, che hanno passo di circa 40 m.

Questa corrispondenza facilita i collegamenti fra la corda di terra e le carpenterie delle sospensioni della catenaria, in quanto la corda di terra è sospesa alla carpenteria del feeder.

I limiti di campata sopra detti, associati alle caratteristiche del conduttore ed a variazioni di temperatura ambiente stabilite in via cautelativa in +/- 20 °C rispetto alla temperatura media attualmente valutata in 20 °C, consentono di contenere la freccia massima del conduttore in 95 mm.

La sospensione del feeder è costituita principalmente da un isolatore avente le stesse caratteristiche elettriche dell' isolatore della sospensione della catenaria e da un idoneo morsetto di accoppiamento.

Il feeder è sezionato in corrispondenza di ogni sezionamento elettrico della catenaria e opportunamente collegato al sezionatore bipolare.

In corrispondenza di ogni sezionamento è necessario inserire ormeggi rompitratta del feeder per consentire operazioni di manutenzione o eventuali ripristini, senza il rischio di ripercussioni incontrollate sulle tratte adiacenti.

### **5.2.2. CAVI DI TERRA**

La corda di terra è costituita da conduttore in lega All di 147 mmq di sezione tesato al tiro di 500 daN alla temperatura di 20 °C.

La corda di terra è posata e bloccata, attraverso morsetto, alla carpenteria della sospensione del feeder –25kV; la morsetteria deve essere di adeguata conducibilità, altrimenti si deve provvedere con adeguati collegamenti accessori mediante cavallotti e capicorda di sicura conducibilità.

Il collegamento di sospensione avviene in corrispondenza di ogni sospensione del feeder –25kV; è anche necessario eseguire gli stessi ormeggi rompitratta previsti per il feeder, per ragioni pratiche, ricostituendo la continuità con collegamenti pressati.

Alla corda di terra devono essere collegate tutte le carpenterie di supporto delle sospensioni della linea di contatto, a mezzo di collegamenti in derivazione costituiti dal conduttore e collegamenti pressati.

Lo stesso tipo di collegamento deve essere previsto per ogni carpenteria installata per gli ormeggi della catenaria, sia fissi che regolati, del feeder e della corda di terra.

In aggiunta devono essere previsti collegamenti fra la corda di terra e le casse induttive.

Il dispersore lineare ha le funzioni di collettore di terra e, fatte salve le verifiche del caso, può essere utile per collegare a terra anche altri enti.

Il dispersore lineare è collegato in parallelo, a distanza cadenzata, alla corda di terra.

La maglia che costituisce l'insieme dei conduttori e dei collegamenti di terra è conforme a quanto previsto da EN 50122.

### **5.3. Caratteristiche dei componenti**

#### **5.3.1. CATENARIA**

Tutti i conduttori che costituiscono la catenaria, elencati al punto 3.1, inclusi anche quelli relativi ai vari collegamenti elettrici ed alla pendinatura, sono previsti di qualità e conformi alle specifiche in uso nelle maggiori amministrazioni ferroviarie.

Lo stesso principio è applicato anche al tipo, alla composizione e qualità delle varie morsetterie metalliche.

#### **5.3.2. SOSPENSIONI**

La parte metallica e strutturale della sospensione è prevista in lega di alluminio, ormai adottato negli impianti simili per alcuni motivi:

-non presenta le controindicazioni dei materiali tradizionali per la manutenzione alle protezioni

-è materiale di più facile e conveniente lavorabilità per il basso costo energetico di trasformazione, associato comunque a buone caratteristiche meccaniche

-è maneggevole e leggero nella gestione

Tutte le parti della sospensione in movimento relativo hanno accoppiamenti in acciaio inox per mantenere nel tempo la qualità degli accoppiamenti stessi.

#### **5.3.3. ISOLATORI**

Gli isolatori delle sospensioni della catenaria e del feeder –25kV, gli isolatori delle terminazioni e dei sezionamenti longitudinali della catenaria, devono essere conformi a quanto previsto nelle norme EN 50124.

#### 5.3.4. ISOLATORI DI SEZIONE

Gli isolatori di sezione percorribili che separano elettricamente diverse zone elettriche sono di tipo tradizionale; gli isolatori oggi disponibili hanno prestazioni adeguate anche in caso di comunicazioni che consentano velocità di transito sostenute.

## 6. INTERFACCE CON ALTRI SISTEMI

La catenaria risponde ai requisiti precisati nelle STI-Energy in 4.3.2 e 5.3.1 per quanto si riferisce alla sicurezza ed alle prestazioni richieste: velocità di percorrenza e trasmissione di potenza.

### 6.1. *Alimentazione*

La catenaria si interfaccia con l' alimentazione in corrispondenza delle sottostazioni di trasformazione ed in corrispondenza dei posti di autotrasformazione.

Gli schemi delle disposizione dei collegamenti sono previsti nei dis. :

1046 *AL-6-1A*

*Collegamenti dalle sottostazioni*

1047 *AL-6-1B*

*Collegamenti dai posti di autotrasformazione*

### 6.2. *Telecomando*

In corrispondenza dei sezionatori bipolari posti nei vari dispositivi (sovrapposizioni isolate, tratti neutri, separazioni di zone, posti di confine, ecc) , un armadio di comando e controllo interfaccia i sezionatori bipolari con il Posto di Controllo Centrale attraverso idonei cavi.

### 6.3. *Pantografo e binario*

La catenaria oggetto dello studio si interfaccia con il pantografo avente le caratteristiche previste dalle Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI-Energy, Annex H).

Il pantografo stesso, evidentemente attraverso il locomotore, interfaccia alla catenaria anche il binario ed i relativi dispositivi di armamento.

### 6.4. *Opere civili*

Nel caso specifico la catenaria si interfaccia in continuità con l' intradosso dell' opera civile e con il gabarit AF, ed in modo solido e puntuale con le opere civili in corrispondenza delle sospensioni (della linea di contatto, del feeder e della corda di terra) ed in corrispondenza degli ormeggi fissi e regolati.

Fra i suddetti organi e le opere civili sono interposte carpenterie metalliche di vario tipo per le diverse funzioni.

## 7. ALLEGATI

Nro-Agg.		Titolo
1024	TUN-3-2-A	Sezione tipo del tunnel in rettilifo
1025	TUN-3-2-B	Sezione tipo del tunnel in curva
1026	GAB-3-3-A	Sagoma limite "AF" in rettilifo
1027	GAB-3-3-B	Sagoma limite „AF“ in curva
1028	SEZ-3-3A	Sezione semplice binario in rettilifo
1029	SEZ-3-3B	Sezione semplice binario in curva
1030	SEZ-3-3C/3D	Sezioni per doppio binario
1031	PANT-4-2-A	Profilo del pantografo statico
1032	PANT-4-2-B	Profilo del pantografo dinamico
1033	SEZ-5-1-2A	Sezione tipo in rettilifo
1034	SEZ-5-1-2B	Sezione tipo in curva
1035	SOSP-5-1-2	Sospensione tipo
1036-A	RA-5-1-4A	Sovrapposizione in rettilifo
1037-A	RA-5-1-4B	Sovrapposizione in curva
1038-A	TS-5-1-4A	Sovrapposizione isolata in rettilifo
1039-A	TS-5-1-4B	Sovrapposizione isolata in curva
1040-A	TN-5-1-4	Tratto neutro
1041-A	POC-5-1-4	Sezione di separazione di sistema
1042-A	DEV-5-1-4A	Dispositivo su deviatoio $tg < 0.065$
1043-A	DEV-5-1-4B	Dispositivo su deviatoio $tg > 0.074$
1044	SEZB-5-1-5	Sezionamento bipolare della catenaria
1045	ORM-5-1-8	Ormeggio regolato della catenaria
1046	AL-6-1A	Collegamenti sottostazione-catenari
1047	AL-6-1B	Collegamenti autotrasformatori-catenaria
1064	SEZ-5	Sezione tipo all' aperto
1065 – 1070	-----	Numeri disponibili per catenaria