



**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  
COMUNICAZIONI FERROVIARIE NON FERROVIARIA**

Scala :

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA	AUTORIZZATO
A	EMISSIONE FINALE	S.Moretti		JM.VANDECLISSE		M. PRÉ	20.02.03	

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

## INDICE

<b>1.</b>	<b>GLOSSARIO</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONE</b>	<b>6</b>
<b>2.1.</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>6</b>
<b>2.2.</b>	<b>PROGETTO FINALE A DUE TUBI FERROVIARI</b>	<b>6</b>
2.2.1.	Utenti della rete di telecomunicazione fissa	6
2.2.2.	Bisogni in telecomunicazioni	7
2.2.3.	Principi di architettura	<b>7</b> <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
2.2.3.1.	<i>Concetti e criteri di base</i>	<b>7</b> <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
2.2.3.2.	<i>Architettura</i>	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
2.2.4.	Robustezza e assicurazione delle trasmissioni	<b>11</b> <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
2.2.4.1.	<i>Interfacce</i>	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
2.2.4.2.	<i>Percorsi</i>	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
2.2.4.3.	<i>Ripartizione di carico</i>	12
2.2.5.	Funzionalità	12
2.2.5.1.	<i>Connettività</i>	12
2.2.5.2.	<i>Allarmi</i>	12
2.2.5.3.	<i>Trattamenti di gestione</i>	13
2.2.5.4.	<i>Sistema di gestione di rete</i>	13
2.2.6.	Principali interfacce	13
2.2.7.	Prestazioni	14
2.2.7.1.	<i>Prestazioni globali</i>	14
2.2.7.2.	<i>Prestazioni particolari</i>	14
<b>3.</b>	<b>RADIO SUOLO / TRENO</b>	<b>15</b>
<b>3.1.</b>	<b>GALLERIA FINALE A DUE TUBI FERROVIARI</b>	<b>15</b>
3.1.1.	Concetti di base	15
3.1.2.	Utenti della radio suolo / treno	17
3.1.3.	Definizione dei bisogni	17
3.1.3.1.	<i>Copertura radio</i>	17
3.1.3.2.	<i>Bisogni in canali radio</i>	19
3.1.4.	Architettura	19
3.1.4.1.	<i>Sottosistema stazione di base in galleria</i>	19
3.1.4.2.	<i>Sottosistema stazione di base in superficie</i>	21
3.1.4.3.	<i>Piattaforma radio</i>	21

3.1.4.4.	<i>Osservazioni</i>	22
3.1.5.	Assicurazione delle radiocomunicazioni	22
3.1.6.	Funzionalità	23
3.1.6.1.	<i>Funzionalità delle attrezzature</i>	23
3.1.6.2.	<i>Allarmi</i>	23
3.1.6.3.	<i>Sistema di gestione di rete</i>	23
3.1.7.	Principali interfacce	24
3.1.8.	Prestazioni	24
3.1.8.1.	<i>Prestazioni a livello globale</i>	24
3.1.8.2.	<i>Prestazioni particolari</i>	24
<b>4.</b>	<b>SISTEMI TELEFONICI</b>	<b>26</b>
<b>4.1.</b>	<b>PROGETTO FINALE A DUE TUBI FERROVIARI</b>	<b>26</b>
<b>4.2.</b>	<b>SISTEMA TELEFONICO D'EMERGENZA E DI GESTIONE</b>	<b>26</b>
4.2.1.	Espressione dei bisogni	26
4.2.2.	Principi d'architettura	27
4.2.3.	Robustezza e assicurazione delle comunicazioni	28
4.2.4.	Funzionalità	28
4.2.4.1.	<i>Funzionalità operative</i>	28
4.2.4.2.	<i>Allarmi</i>	29
4.2.4.3.	<i>Fuzionalità di gestione</i>	29
4.2.5.	Principali interfacce	29
4.2.6.	Prestazioni	29
<b>4.3.</b>	<b>SISTEMA TELEFONICO AMMINISTRATIVO</b>	<b>30</b>
4.3.1.	Espressione dei bisogni	30
4.3.2.	Principi d'architettura	30
4.3.3.	Robustezza e assicurazione delle comunicazioni	31
4.3.4.	Fuzionalità	32
4.3.4.1.	<i>Funzionalità di base</i>	32
4.3.4.2.	<i>Allarmi</i>	32
4.3.4.3.	<i>Funzionalità di gestione</i>	32
4.3.5.	Principali interfacce	33
4.3.6.	Prestazioni	33

## 1. GLOSSARIO

---

API	: Automa Programmabile Industriale
APD	: Progetto di massima dettagliato
APS	: Bozza Sommaria
AUC	: Autenticazione Centro
BSC	: Base Station Controller
BSS	: Base Station System
BTS	: Base Transceiver Station
CdC	: Centro di Crisi
CEI	: Commissione Elettrotecnica Internazionale
EIA	: Electronic Industries Association
EIRENE	: European Integrated Railway radio Enhanced Network
ERTMS	: European Rail Traffic Management System
ETCS	: European Train Control System
ETSI	: European Telecommunication Standardisation Institute
EVS	: European Vital System
GSM-R	: Global System Mobile - Railway
GTC	: Sistema di gestione tecnica centralizzata
GTF	: Sistema di gestione del traffico ferroviario
HLR	: Home Location Register
HO	: Hand-over
IEEE	: International Electronic and Electrical Engineers
ISO	: International Standardisation Organisation
IT	: Tecnologia dell'Informazione
IWF	: InterWorking Functions
LCR	: Least Cost Routing
LTF	: Lyon-Turin Ferrovia
MS	: Mobile Station
MSC	: Mobile Switching Centre
NSS	: Network Switching System
OMC-R	: Operation and Maintenance Centre – Radio
OMC-S	: Operation and Maintenance Centre – Switching
PCC	: Stazione di Comando Centralizzato
PCM	: Pulse Code Modulation
PRC	: Primary Rate Clock
PSTN	: Public Switched Telephone Network
R	: Ripetitore Radio
RBC	: Radio Blocco Centro
REM	: Radio per il personale di Gestione e di Manutenzione
RST	: Radio Suolo/Treno
SAMU	: Servizio di Aiuto Medico di Emergenza
SC	: Sistemi di comunicazione
SCC	: Sistemi di Controllo / Comando, di supervision e di sorveglianza del collegamento in galleria

SCF & NF	: Sistema di comunicazione ferroviaria e non ferroviaria
SdC	: Centro di Controllo
SGI	: Sistema di Gestione dell'Informazione
SGM	: Sistema di Gestione e di Manutenzione
SGR	: Sistema di Gestione della Rete
SMSC	: Short Message Centre
STF	: Sistema di Telecomunicazione Fissa
STM-1	: Synchronous Transport Module - 1
STM-4	: Synchronous Transport Module - 4
STM-16	: Synchronous Transport Module - 16
TA	: Sistema Telefonico Amministrativo
TCU	: Transcoding Unit
TRS	: Teleservices and Railway specific Services
TSM	: Quadro Sinottico Murale
TUE	: Système téléphonique d'Urgence et d'Exploitation
UIC	: Unione Internazionale delle Ferrovie
VLR	: Visitor Location Register

## **2. SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONE**

---

### **2.1. INTRODUZIONE**

Le comunicazioni ferroviarie e non ferroviarie raggruppano in realtà un insieme di sistemi di telecomunicazione e di radiocomunicazione, chiamato nel seguito “sistema di telecomunicazione” (in breve: SC). Il sistema di telecomunicazione comporta i seguenti sottosistemi:

- Il sistema di telecomunicazione fissa (STF);
- Il sistema di radiocomunicazione suolo / treno (RST);
- Il sistema di radiocomunicazione per il personale di gestione e di manutenzione (REM);
- Il sistema di telefonia di emergenza e di gestione del Collegamento (TU/E);
- Il sistema di telefonia amministrativa (Tuo);
- Il sistema di sonorizzazione (trattato nel lotto attrezzatura di sicurezza).

### **2.2. PROGETTO FINALE A DUE TUBI FERROVIARI**

#### **2.2.1. Utenti della rete di telecomunicazione fissa**

I sistemi utenti che sono connessi al sistema STF sono i seguenti:

1. stazioni di segnalazione e di supervisione locale;
2. sotto stazioni elettriche di alimentazione della trazione;
3. stazioni di base radio suolo / treno RST e REM;
4. sistema telefonico di emergenza e di gestione;
5. sistema telefonico amministrativo;
6. sistemi di GTC, di GTF e del quadro sinottico in PCC,;
7. sistemi di centri di crisi;
8. sistemi delle attrezzature di sicurezza ", in ramo elementare ed in ramo tecnico;
9. sotto stazioni elettriche di alimentazione delle attrezzature;
10. centrali di ventilazione e di uscita fumo;
11. installazioni di “brumisation”;
12. centrali di lotta contro l'incendio;
13. pompaggio del drenaggio;
14. stazioni di base della radio di soccorso;
15. centrali di localizzazione incendio;
16. videocamere di video sorveglianza;
17. sistema di controllo degli accessi.

#### **2.2.2. Bisogni in comunicazione**

La stima in prima approssimazione dei bisogni in comunicazione del Collegamento LTF, nel caso del progetto finale a 2 tubi, è dato nella tabella dell'allegato N° 1.

Questa tabella quantifica questi bisogni ripartiti sui diversi siti del Collegamento LTF. In particolare, mostra che un STF concepito per una capacità nominale di trasmissione di 622 Mbps, disporrebbe ancora, nei casi più sfavorevoli, di circa il 20% di riserva.

L'ulteriore studio dettagliato APD dovrà determinare in modo più preciso i bisogni in bande passanti dal STF.

## **2.2.3. Principi di architettura**

### **2.2.3.1. Concetti e criteri di base**

L'architettura proposta è sviluppata a partire dalle funzionalità da raggiungere in modo da lasciare aperta l'esecuzione di tutte le tecnologie moderne essendo state già collaudate al momento della realizzazione di questo progetto.

In considerazione dei bisogni in comunicazione del Collegamento LTF, il STF raccomandato è costituito da una rete numerica a supporto su fibre ottiche, rispondendo al minimo ai concetti e criteri di base, indicati nel seguito:

1. rete alte portate, ad alte prestazioni multi-servizio per video, voci e dati.
2. assicurazione del sistema di trasmissione;
3. architettura modulare, che favorisce l'estensione o la modifica della rete, pure assicurando la continuità del servizio ed la manutenzione (architettura a struttura aperta che ne autorizza l'estensione agevole e la sua evoluzione nel tempo);
4. minimizzazione del grado di complessità di gestione e di manutenzione delle attrezzature di trasmissione;
5. sistema che autorizza il mixage dei diversi tipi di interfacce utenti e che copre una varietà molto grande di queste;
6. gestione della qualità di servizio;
7. eccellenti criteri FDMS;
8. sistema che risponde agli standard internazionali per quanto riguarda la compatibilità elettromagnetica (CEI ed ETSI);
9. sistema conforme alle norme internazionali, almeno per ciò che riguarda le interfacce di accesso (ITU-T, ETSI, ISO, RFC, IEEE, CEI).

### **2.2.3.2. Architettura**

Per assicurare la trasmissione delle informazioni anche in caso di mancato funzionamento di un segmento di rete, l'architettura raccomandata è basata sull'utilizzazione di circuiti a fibre ottiche ad alto rendimento in modo da permettere il reinstradamento delle informazioni da trasmettere per un percorso alternativo.

Tenuto conto dei bisogni in comunicazione, nel caso del progetto finale a due tubi, l'architettura di base del sistema STF è rappresentata sullo schema riferimento APS-2085-TSE1-SCGA-S - - 12252-0. In particolare esso mostra che:

- La rete risponde ad una struttura con parecchi circuiti, un circuito per tubo con ramo di ritorno che si trova per delle ragioni di segregazione di avanzamento nell'altra galleria;
- La rete per il secondo tubo è sensibilmente simmetrica rispetto a quella del primo tubo;
- Il STF per un tubo comprende un circuito primario che lavora a 622 Mbps (o equivalente), ed una serie di circuiti secondari che lavorano a 155 Mbps (o equivalente);

- I nodi a 622 Mbps (o equivalente) servono i siti delle stazioni St Jean e Bruzolo, dei portali di galleria, dei piedi delle discenderie e di Modane;
- I nodi a 155 Mbps (o equivalente) servono i siti localizzati in rami tecnici, sottostazioni elettriche, centrali di ventilazione, ecc.
- I supporti di trasmissione corrispondono ai cavi a fibre ottiche monomodo;
- I collegamenti indispensabili per raccordare i rami elementari sono effettuati dalle reti localizzate ai livelli 0 / 1 dell'architettura.

Il cavo a fibre ottiche che corrisponde al ramo di inserzione / estrazione delle informazioni in un tubo è nascosto in camicia sotto il marciapiede di evacuazione mentre l'altro ramo del circuito è nascosto in camicia situato sotto il marciapiede del tubo opposto (caso della configurazione del progetto finale a 2 tubi).

Per rispondere in modo efficace ed ad alto rendimento ai bisogni importanti di trasmissione del Collegamento LTF, il sistema STF serve tutti i siti locali e centrali di acquisizione e/o di trattamento localizzati in gallerie e/o in superficie. Lo schema riferimento APS-2085-TSE1-SCGA-S - -12252-0 fornisce la quantità approssimativa di nodi di trasmissione da prevedere per coprire i bisogni in comunicazione del Collegamento LTF.

Questo sistema di trasmissione costituirà peraltro, una vera spina dorsale sulla quale circolano le informazioni del Collegamento .

Tre sottosistemi costituiscono il STF, e cioè:

- Il sotto sistema di inserzione / estrazione delle informazioni;
- Il sotto sistema di trasmissione in superficie e discenderia;
- Il sotto sistema di trasmissione diretta delle informazioni tra PCC attivi e di soccorso.

#### A. Sottosistema di inserzione / estrazione

La funzione del sottosistema di inserzione / estrazione del STF è di convogliare le informazioni di tutti i siti di attrezzature esistenti in gallerie ed in superficie lungo il Collegamento verso i siti destinatari. Ogni sito di inserzione / estrazione corrisponde ad un nodo di trasmissione connesso alla rete di trasmissione.

Tutti i siti che comportano delle concentrazioni di informazioni da trasmettere / da ricevere saranno attrezzati con nodi di trasmissione (centrali di ventilazione, rami tecnici, sottostazioni elettriche, compressori, quadri di illuminazione, ecc.).

Peraltro, i due circuiti di inserzione / estrazione in gallerie forniscono sufficiente capacità e flessibilità per assicurare i bisogni di assicurazione delle trasmissioni. Con questo scopo, i principi attivati sono i seguenti:

- Ripartizione molteplice tra circuiti inter-centri di controllo;
- Ripartizione dei circuiti duplicati sui due circuiti o per ridondanza dei nodi interessati dalla duplicazione dei circuiti;
- Utilizzo del sistema di commutazione di percorso di trasmissione per fornire l'assicurazione delle trasmissioni per i circuiti utenti individuali; utilizzo della tecnica di commutazione di percorso per gestire le due vie di trasmissione alternative.

#### B. Sottosistema di trasmissione in superficie e discenderie

In questo studio sono state previste delle informazioni localizzate agli accessi Ovest ed Est della galleria, in stazioni di Modane e lungo le discenderie, dei circuiti ausiliari di trasmissione, basati sulle stesse tecniche che il sistema STF in gallerie ed annesse alla rete principale STF.



Questi circuiti costituiscono dei circuiti secondari annessi, per le domande di assicurazione a due nodi distinti dei circuiti primari.

#### *C. Sottosistema di trasmissione diretta*

Il sistema STF permette la comunicazione diretta tra SdC attivo e SdC di soccorso.

Altri circuiti diretti sono previsti anche al livello di questi SdC ed i circuiti secondari, come i circuiti delle stazioni di St Jean, Modane e di Bruzolo.

Peraltro, il sistema di trasmissione diretta non richiede cavo supplementare rispetto a quello utilizzato per il sistema di inserzione / estrazione.

#### *D. Sottosistema di sincronizzazione*

Quando richiesti, un sistema orologio di riferimento di grande precisione e stabilità composto da una sorgente principale attiva e da un altro di soccorso permette la sincronizzazione del STF.

La selezione della sorgente di sincronizzazione, in caso di mancato funzionamento della sorgente attiva, è effettuata automaticamente.

### **2.2.4. Robustezza e assicurazione delle trasmissioni**

L'assicurazione è data in diversi modi, in funzione del tipo di servizio interessato, e dell'elemento interessato dal mancato funzionamento, e cioè:

- Le interfacce duplicate per i servizi essenziali;
- I “routings” e commutazioni alternative per tutti i circuiti inferiori a 2Mbps;
- Le ripartizioni di carico per i circuiti multipli di 2 Mbps;
- Ecc.

#### **2.2.4.1. Interfacce**

Le interfacce sono duplicate in caso di servizi essenziali, tanto sul nodo locale quanto sul nodo in PCC in modo da permettere la continuità del funzionamento.

Lo schema riferimento APS 2085 TSE1 SCGA: : S: : :1012 :0 mostra l'architettura di una trasmissione in funzionamento normale di un servizio punto a punto nel caso di un'interfaccia duplicata e lo schema riferimento APS 2085 TSE1 SCGA: : S: : :1013 :0 mostrano la protezione che è associata quando si verifica un difetto sul servizio punto a punto b del nodo locale NT-1.

#### **2.2.4.2. Percorsi**

Nessun semplice mancato funzionamento di un segmento della rete STF può influenzare la trasmissione (o la perdita) di servizi essenziali. La rete deve restaurare automaticamente la buona trasmissione delle informazioni in caso di situazione di errore e/o durante le modifiche/estensioni, in modo da garantire la disponibilità massima. Ogni momento, l'attrezzatura utente connessa deve potere aver accesso alla rete STF in modo da trasmettere / ricevere simultaneamente le informazioni e alle differenti portate specificate.

Lo schema riferimento APS 2085 TSE1 SCGA: : S: : :1014: 0 mostra la trasmissione prevista quando un difetto sopraggiunge sul cavo di trasmissione nel caso di un circuito punto a punto che si occupa di un servizio essenziale.

Lo schema riferimento APS 2085 TSE1 SCGA: : S: : :1015: 0, mostra la protezione che si stabilisce in trasmissione “multipoint”, quando si verifica un mancato funzionamento tra i nodi NT-2 e NT-3.

Il sistema di assicurazione della commutazione di percorso è effettuato su una base di trattamento locale ed è distribuito, senza nessun intervento del sistema di gestione/manutenzione di rete (SGR). Ogni commutazione di protezione ed ogni indicazione di difetto è riportata al SGR.

Questa funzione di assicurazione di circuito deve essere ben disponibile tanto dal nodo locale quanto dal nodo centrale (Centro di Controllo).

Nel caso in cui sono trattati dei servizi non essenziali, i relativi nodi associati non sono ridondati.

### **2.2.4.3. Ripartizione di carico**

In certi collegamenti dove la modalità degradata è accettabile, l’assicurazione è effettuata da una ripartizione giudiziosa di carico sui due percorsi.

## **2.2.5. Funzionalità**

### **2.2.5.1. Connettività**

Il sistema proposto permette tutte le seguenti connettività:

- “Point-à-point” tra nodi di Centro di Controllo e nodi di stazione locale;
- “Point-à-point” tra nodi di stazione locale e nodo di Centro di Controllo;
- “Multipoint” tra centri di controllo e stazioni locali;
- “Multipoint” tra stazioni locale principale e stazione locali secondarie;
- “Broadcast e/o Multicast” tra centri di controllo e stazioni locali;
- “Broadcast e/o Multicast” tra stazione locale e centri di controllo.

### **2.2.5.2. Allarmi**

Risalite di allarmi urgenti e non urgenti. Visualizzazione ed impressione degli avvenimenti ed allarmi secondo la corrente e i rapporti.

### **2.2.5.3. Trattamenti di gestione**

Inventari a distanza delle configurazioni al livello di schede.

Carico di software senza interruzione del traffico.

Supervisione delle prestazioni che seguono la rete ITU-T.

Protezione LASER.

#### **2.2.5.4. Sistema di gestione di rete**

Il sistema di gestione di rete autorizza le seguenti funzionalità:

- Gli Ordini ed operazioni locali;
- Gli Ordini ed operazioni a lunga distanza;
- La configurazione del sistema per l'assicurazione delle trasmissioni a seguito di mancati funzionamenti;
- La gestione delle informazioni di configurazione statica e dinamica della rete, delle risorse e presentazione di queste informazioni in schedari dettagliati di configurazione di nodi (NDDDB): (Network Definition Data Base);
- La gestione e l'analisi dei guasti (ed incidenti) a posteriori come anche la gestione statistica dei trasferimenti di informazioni;
- La gestione dei software delle attrezzature della rete;
- La supervisione del funzionamento della rete;
- la misura della qualità di servizio offerto agli utenti.

#### **2.2.6. Principali interfacce**

Interfacce da prevedere per l'applicazione: a / b 2 wire analog LD; 4-wire digital 2B+D (S0); 2 - wire digital 2B+D; E1 30B+D a 2 Mbps; V24/V28; V24/V11; Ethernet IEEE 802.3 10/100 Mbps; ecc.

Interfaccia per SGR.

La rete STF si interfaccia indirettamente sulle reti pubbliche di telecomunicazione, rispettivamente al livello dello SdC attivo e dello SdC di soccorso, così come alle reti ferroviari RFF e RFI.

#### **2.2.7. Prestazioni**

##### **2.2.7.1. Prestazioni globali**

Test in resistenza: periodo di 24 ore e di 28 giorni.

Le prestazioni del STF permettono di coprire i bisogni in comunicazione per la gestione del traffico ferroviario massimo di 20 treni/ore/senso (migliorabile a termine a 24 treni), alla velocità di 220 km/h, con le prestazioni particolari definite qui di seguito.

##### **2.2.7.2. Prestazioni particolari**

Prestazioni che si conformano alle norme in vigore ed al tipo di tecnologia scelta: ITU-T, EIA, RFC, IEEE, ETSI CEI. In particolare (così applicabile):

- Prestazioni delle interfacce dei servizi utenti che si conformano alle norme ITU-T, a/b wire LD; 2/4-wire E&M; 2 Mbps 30B+D G.703/G704, V24/V28, X.21; Nx64 kbps; ecc..
- Prestazioni globali in caso di traffico in ora di punta: BER inferiore a 10E-12.
- MTBF globale superiore a 20 anni; Disponibilità: minimo 99,9885%.

- Margine di guadagno dei collegamenti ottici: minimo 6 dB.
  - Tempo di ritardo totale di circuito (da un estremità all'altra), in caso di traffico massimo: 10 ms.
  - Prestazioni dei circuiti analogici che si conformano alla ITU-T G.711, G.712, G.713.
  - Strutture delle trame sincrone ai livelli 2 Mbps e 8 Mbps, G.703 / G.704,
  - Misure delle prestazioni che si conformano alla ITU-T G.732 a 64 kbps.
  - Circuiti digitali che si conformano alle ITU-T G.821, G.826, G.823, e G.921; ITU-T G.811 (PRC);
  - Prestazioni dei cavi e delle attrezzature che si conformano alle ITU-T e CEI.
  - Tempo di connessione / deconnessione: massimo 1 ms;
  - ITU-T G.707/708: Interfaccia dei nodi di rete per SDH;
  - ITU-T G.711 / 712: Prestazioni della modulazione per impulsi codificati alle frequenze vocali;
  - Cavi ottici che si conformano alle CEI 794 ed ITU-T G.652; che resistono al fuoco e non sono propagatori di incendio che si conformano alle CEI 331 e CEI 332, integrità di circuito fino a 3 ore, senza gas alogeno e basso tenore di fumo;
  - Protezione Laser che si conforma all' ITU-T G.825; Ecc.
-

### **3. RADIO SUOLO / TRENO**

---

#### **3.1. GALLERIA FINALE A DUE TUBI SECONDARI**

---

##### **3.1.1. Concetti di base**

Tenuto conto dei servizi di comunicazione mobile da assicurare per gestire un collegamento ferroviario in gallerie, si raccomanda che i sistemi radio gestiti sul Collegamento LTF coprano almeno i seguenti campi:

- Campo delle comunicazioni suolo / treno (RST), che permettono la trasmissione di :
- Comunicazioni vocali tra PCC attivo e conducenti di treni, e viceversa;
- Dati di ordini, di informazioni e di consegne di movimento di treni tra i sistemi ERTMS-livello 2 ed i diversi treni, e viceversa;
- Comunicazioni vocali annesse, legate direttamente alla gestione ferroviaria;
- Campo delle comunicazioni indispensabili per assicurare la gestione e la manutenzione (REM), dei sistemi elettromeccanici ;
- Trasmissione radio GSM-P in gallerie;
- Campo delle radiocomunicazioni indispensabili ai Servizi di soccorso (trattato nell'APS delle attrezzature non ferroviarie e di sicurezza).

Pertanto, lo studio APS relativo alla segnalazione ferroviaria che ha raccomandato il sistema ERTMS-2, la radio suolo / treno definita nel seguito deve essere basata obbligatoriamente sul sistema GSM-R tenuto conto che:

1. la trasmissione delle comunicazioni suolo / treno sia vocali che dei dati, deve essere effettuata secondo lo standard GSM-R definito nel sistema ERTMS-2;
2. il sistema GSM-R, basato sulla tecnologia della radio numerica cellulare pubblica, specificamente sviluppato per permettere l'interoperatività delle circolazioni dei treni in Europa, presenta i seguenti vantaggi:
  - Funzionamento e componenti basati su norme europee per le ferrovie;
  - Sistema già provato nella rete mobile pubblica (GSM-P);
  - Costi ridotti di investimenti e di gestione;
  - Sistema che offre i servizi specifici alle ferrovie, in ciò che riguarda le trasmissioni radio;
  - Strutture ad architettura materiale e di software aperta che permette la sua evoluzione ai bisogni futuri di radiocomunicazione;
  - Integrazione di tutti i servizi ferroviari in seno ad una sola rete di comunicazione;
  - Alta affidabilità ed alta disponibilità, che offre una buona qualità di trasmissione fino a 500 km/h.

Il GSM-R funziona in due bande di frequenze comuni, internazionali e rigorosamente riservate alle comunicazioni ferroviarie vocali e di dati. Queste frequenze GSM-R sono nella banda 876-880 MHz per i collegamenti MS, up-link e 921-925 MHz BS, downlink. Lo schema della figura N°1 di sotto, rappresenta le bande di frequenze utilizzate per il GSM-R, (espresso in MHz).

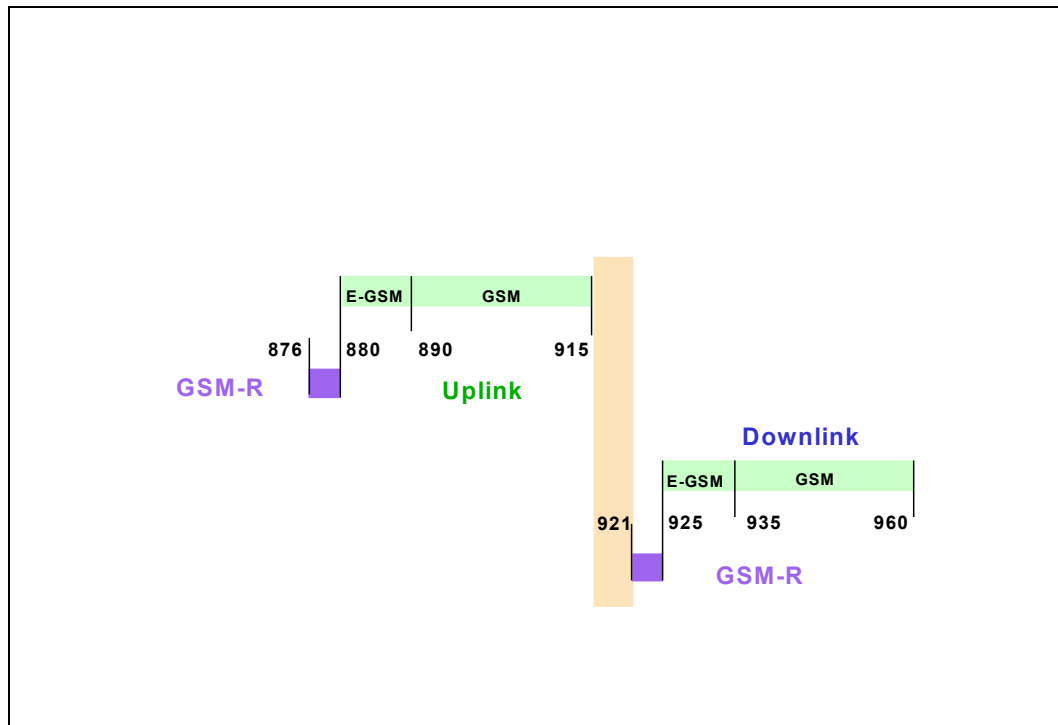


Figura N°1 - Bande di frequenze GSM-R, in MHz,

D'altra parte, tenuto conto dei vantaggi importanti del sistema GSM-R (bande di frequenza riservate per la gestione ferroviaria, funzionamento del sistema in grappolo, chiamate di gruppo, chiamate di emergenza, ecc.), le comunicazioni indispensabili per assicurare la gestione e la manutenzione delle attrezzature elettromeccaniche possono essere coperte vantaggiosamente anche dal sistema GSM-R.

Infine, è anche utile prevedere in galleria fin dalla costituzione di dossiers di consultazione delle imprese, l'investimento di sistema radio GSM-P (investimento da mettere a punto per LTF coi diversi operatori GSM-P).

### 3.1.2. Utenti della radio suolo / treno

Gli utenti della radio suolo / treno sono:

- Gli operatori e supervisori dei centri dei controllo ed i conducenti dei treni;
- Gli operatori in stazioni di segnalazione/manovre ferroviarie e in centri di controllo;
- Gli operatori in centrali di ventilazione, in sottostazioni elettriche, in rami di comunicazione, in rami tecnici, ecc.;
- I sistemi ETCS/RBC al suolo ed EVS applicati.

### 3.1.3. Definizione dei bisogni

#### 3.1.3.1. Copertura radio

Si distinguono due tipi di copertura radio che assicurino:

- La copertura in superficie (stazioni, linea, fascio di vie “relais” di stazionamento, rimessa, ecc.), situata essenzialmente tra la stazione di St-Avre ed il portale Ovest di St-Jean-de-Maurienne, la zona della stazione di Modane, la zona di Valle Cenischia e la zona tra i portali Est della galleria di Bussoleno fino a e compreso l'attenzione di Bruzolo;
- La copertura in gallerie (galleria di base e galleria di Bussoleno);
- La copertura in discenderie (accesso di St-Martin-la-Porte) accesso di La Praz, galleria ovest di Venaus e stazione sotterranea di Modane.

Per definire un'architettura di base del sistema suolo/treno, sono state considerate parecchie soluzioni in questo studio APS. L'architettura di base presentata nel seguito è quella che offre la migliore garanzia di funzionamento e di assicurazione al piano di copertura radio in galleria, (sulla base dei dati disponibili al momento della realizzazione dell'APS).

Peraltro, l'architettura proposta è anche sviluppata secondo le funzionalità da raggiungere, in modo da lasciare spazio all'applicazione di tutte le tecnologie moderne che sono già state provate nel momento in cui il progetto è realizzato.

L'allegato N°2 dà i dati serviti come base allo studio di copertura radio in galleria. Di questo studio, si può raccomandare:

- Una copertura radio assicurata per ridondanza, in modo da garantire la continuità di servizio anche in caso di mancato funzionamento di un'attrezzatura;
- Una copertura radio divisa da tubo;

· L'applicazione dei seguenti principi, (tenuto conto della configurazione di genio civile e di attrezzature e dell'esperienza acquisita nel campo delle comunicazioni in gallerie ferroviarie):

- Stazioni di base radio (BTS), installate in superficie (rispettivamente per coprire in ridondanza la zona tra la stazioni di St-Avre e la stazione di St-Jean, la zona delle installazioni di superficie di Modane, la zona dell'installazione della stazione di Bruzolo);
- Stazioni di base radio (BTS), installate ai piedi di discenderie e che coprono le sezioni di galleria localizzate da una parte e dall'altra della discenderia (così, sarebbero attrezzate: St-Martin, La Praz, la stazione di Modane, l'accesso ovest della galleria di Venaus, Venaus ed i portali da parte a parte della galleria di Bussoleno);
- Ogni BTS installato in discenderia copre anche la discenderia propriamente detta con cavo a raggiera;
- Stazioni Ripetitore (R) in galleria installate ad ogni intervallo medio di 2 x 400 m, e delimitate dai rami di comunicazione. Da notare che i calcoli effettuati mostrano in 1<sup>a</sup> approssimazione che le coperture radio sono assicurate fino alle lunghezze che possono raggiungere 550 m da una parte all'altra del ramo;
- Parecchie antenne GSM-R installate in superficie e pilotate dalle stazioni di base delle estremità, via rete di trasmissione a fibre ottiche.
- Due cavi a raggiera in galleria per tubo, serviti dai BTS e dai Ripetitori. Questi sono pilotati dai controllori BSC delle stazioni di base, via rete di trasmissione STF.

Osservazioni:

1. tenuto conto delle tensioni provocate dalla configurazione della galleria LTF (coefficiente di occupazione importante in sezione corrente nel caso di autostrade ferroviarie, galleria in via unica, raggi di curvatura, lunghezze di galleria tra discenderie), la trasmissione aria/aria in gallerie per cavi a raggiera è stata privilegiata rispetto alla tecnica che utilizza delle antenne direttive (lo stesso del tipo “phased array”), molto soggetta a "incidenti" di copertura ma meno

costose e che non sono state a tutt'oggi provate sufficientemente nei progetti a configurazione simile.

Nel caso in cui il ritorno di esperienza si rivelasse positivo per questo tipo di copertura nelle condizioni delle gallerie LTF, sarà sempre possibile, durante l'ulteriore processo di studio APD o durante la consultazione delle imprese, introdurre quest'ultima tecnologia (sia in soluzione propria sia in soluzione mista: un cavo + antenne).

2. la copertura radio in superficie, sebbene non dando normalmente nessun problema al piano tecnico, dovrà ugualmente essere sviluppata anche al momento dello studio APD, in modo da verificarne la configurazione in funzione delle particolarità geografiche ed urbanistiche delle zone interessate.

Lo schema riferimento APS 2085 TSE 1 SCGA S 1622 0 dà la configurazione radio tipo su una sezione di galleria delimitata tra due accessi (esempio dato fra la stazione di Saint Jean de Maurienne e l'accesso di St-Martin-La Port).

### **3.1.3.2. Bisogni in canali radio**

Il dimensionamento approssimativo in canali radio per determinare il costo finanziario figura nella tabella dell'allegato N°3.

Questo quadro dà:

- Le cellule radio coperte da ciascuna dei BTS;
- La stima del numero di canali assicurati richiesti dal sito di emissione/ricezione, per la radio RST e la radio REM.

### **3.1.4. Architettura**

#### **3.1.4.1. Sottosistema stazione di base in galleria**

L'architettura di base di radio suolo/treno è stata sviluppata per permettere di coprire con la più alta affidabilità e disponibilità possibile, tutte le zone dove i diversi tipi di treni possono essere presenti lungo il Collegamento LTF così come tutte le zone in cui il personale di gestione e di manutenzione possono essere presenti.

Il sistema di radio suolo/treno presenta un'architettura assicurata al livello attrezzature e copertura radio.

Peraltro, in modo da ottimizzare la distribuzione delle attrezzature radio in gallerie, il presente studio ha privilegiato, per quanto possibile, il posizionamento dei BTS ai piedi di discenderie o in portali di galleria, laddove l'accesso è agevole per i bisogni della manutenzione.

I rami di comunicazione sono coperti anche dai cavi a raggiera.

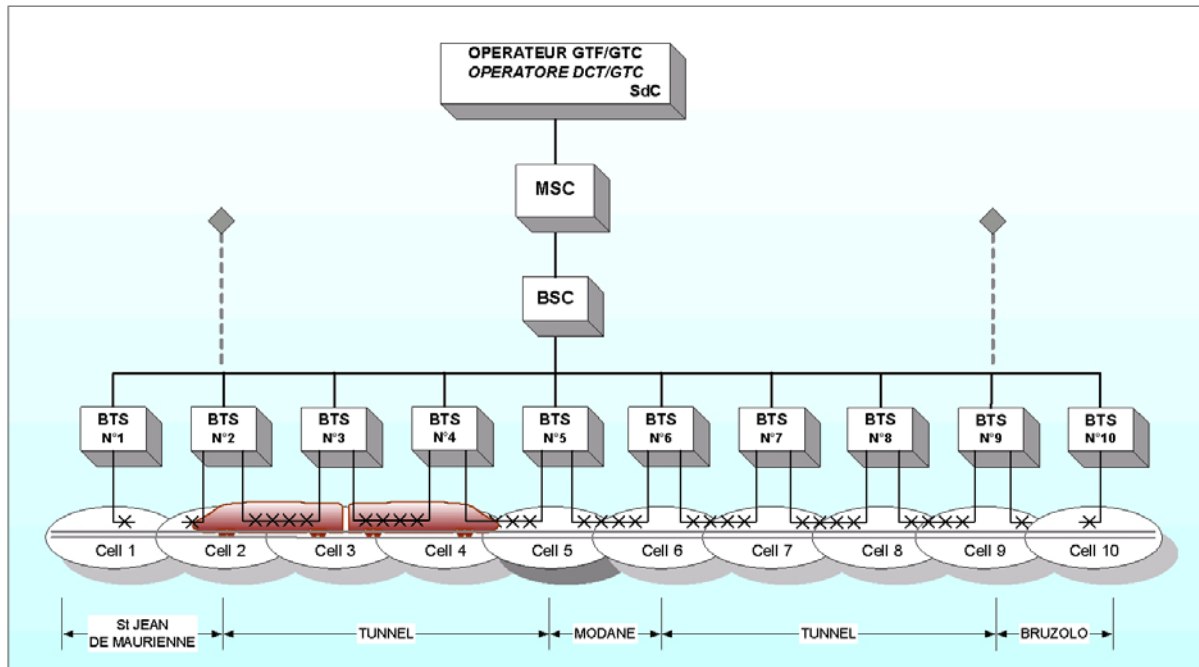
In tal modo, ogni BTS copre le due sezioni di galleria che si estendono da una parte all'altra della discenderia. Gli ulteriori studi dettagliati affineranno, all'occorrenza, il posizionamento ed il numero di BTS.

Lo studio di copertura radio in galleria ha mostrato che i livelli minimi di copertura erano assicurati totalmente per le sezioni di 400 m. Queste sezioni di 400 m corrispondono alle sezioni previste tra rami di comunicazione. Questo significa che una stazione di base situata ai piedi di discenderie può, grazie all'intervento di ripetitori collocati ad intervalli regolari (compresi tra 400



m a 500 m), coprire simultaneamente le due sezioni di galleria che gli sono longitudinalmente adiacenti. I ripetitori R possono così essere posti nei rami di comunicazione.

Le suddette considerazioni conducono ad un taglio in cellule di emissione / ricezione come rappresentato in figura.



**LEGENDE / LEGGENDA**

SdC :	Centre de contrôle Centro di controllo
MSC :	Centre de commutation mobile GSM-R Centro di commutazione mobile GSM-R
BSC :	Contrôleur de station de base Controllore di stazione di base
BTS :	Station transceiver Stazione transceiver
Cell :	Cellule radio GSM-R Cellula radio GSM-R

LTF - Architecture de base radio GSM-R  
N°pièce: 12.25 Lot 1 (Figure N°3)  
LTF - Architettura di base radio GSM-R  
N° documento : 12.25 Lotto 1 (Figura N°3)

Questo schema blocco mostra, in particolare, la distribuzione delle cellule lungo il collegamento associato alle zone di superficie così come alle diverse sezioni di galleria. Da notare che le cellule di estremità corrispondono alle zone delle stazioni di St-Jean-di-Maurienne (cell.1 e 2) e di Bruzolo, (cell.9 e 10).

Lo schema riferimento APS 2085 TSE1 - SCGA-S - -16222-0 mette in evidenza, per una sezione di galleria tipo, la successione dei tronconi di 2 x 400 m di cavo a raggiera che forma la cellula così come la copertura radio assicurata in discenderia per cavo a raggiera addizionale. Le

lunghezze delle sezioni di galleria (situate tra due accessi) permettono di restare nei limiti accettabili del numero di ripetitori radio per un BTS.

La copertura radio in ciascuna delle sezioni di galleria è ridondata: queste sezioni di galleria sono coperte da due BTS, rispettivamente da quella situata alla sua estremità sinistra e da quella situata alla sua estremità di destra.

Il pilotaggio dei ripetitori e BTS si effettuano grazie all'intervento della rete STF che è pure assicurata.

### **3.1.4.2. Sottosistema stazione di base in superficie**

Oltre le gallerie, la copertura radio suolo / treno è assicurata in superficie sull'area delle stazioni e vie di emergenza, di scansamento e di rimessa delle stazioni di St Jean, Modane sotterraneo e Bruzolo. Di conseguenza, sono da prevedere dei BTS configurati in assicurazione collocati al livello di ciascuna delle stazioni.

Le antenne GSM-R sono poste su dei pali aventi un'altezza da 20 a 30 m; questi serviranno anche al supporto delle antenne GSM-P. Da notare che gli studi ulteriori dovranno sviluppare il posizionamento, la quantità e l'altezza dei pali (studio dettagliato effettuato al livello dell'APD ed al livello costruttore).

### **3.1.4.3. Piattaforma radio**

L'architettura della piattaforma radio mobile GSM-R è stata definita congiuntamente dai progetti al livello europeo EIRENE/MORANE. Questa piattaforma dunque costituisce il supporto di trattamento e di trasmissione delle comunicazioni ferroviarie suolo / treno di servizio (dati ERTMS e vocali del tipo telefonico ASCII). Le specificazioni dovranno dunque rispettare necessariamente le norme EIRENE e MORANE di riferimento in materia.

L'architettura della piattaforma radio GSM-R, che è un'architettura tipica di una rete cellulare, è rappresentato sullo schema riferimento APS 2085 TSE1 SCGA: : S: : :1016 :0. Questa si richiama alle seguenti attrezzature:

- MSC/VLR: server che assicura le funzioni di commutazione e di coordinamento delle chiamate da/verso i MS e banca dati delle informazioni degli utenti visitatori;
- HLR/AUC: banca dati dei profili utenti e delle funzioni di mobilità così come l'unità di trattamento dei parametri di autenticazione e del criptaggio del segnale;
- IWF: interfaccia tra la rete GSM-R e la rete ISDN;
- TRS: sistema che implementa i servizi ferroviari specifici;
- SMSC: sistema di trasmissione di messaggi corti;
- OMC-S: sistema di gestione e di manutenzione, livello rete di commutazione;
- OMC-R: sistema di gestione e di manutenzione dei BSC;
- TCU: sistema di transcodifica interfaccia Abis/A;
- BSC: sistema di gestione delle risorse radio.

Per minimizzare i costi, queste attrezzature in ridondanza sono comuni ai 2 tubi.

### **3.1.4.4. Osservazioni**

a) Riguardo allo studio dettagliato del sistema radio da realizzare sull'insieme del Collegamento LTF, particolarmente in superficie, è indispensabile effettuare i passaggi tecnico-amministrativi necessari da parte delle autorità francesi ed italiane incaricate della radiocomunicazione, per ottenere le autorizzazioni richieste per il piano di frequenze.

b) Sebbene la banda GSM-R sia una banda riservata, è anche indispensabile che sulla base delle frequenze proposte, una prima stima sia effettuata durante lo studio APD allo scopo di determinare le caratteristiche reali di emissione/ricezione sul terreno per assicurare una buona copertura radio (assenza di perturbazioni, ecc.). Le altezze dei pali delle antenne saranno confermate da questi studi.

c) Lo studio della copertura stabilisce anche se potrebbero essere evitate delle attrezzature supplementari o determinate attrezzature (ripetitori, BTS, ecc.).

### **3.1.5. Assicurazione delle radiocomunicazioni**

Nessun mancato funzionamento di un'attrezzatura può influenzare il trattamento (o decisamente la perdita) di servizi di trasmissione radio essenziali. La rete deve restaurare automaticamente il buon trattamento delle informazioni in caso di situazione di errore e/o durante le modifiche/estensioni, in modo da garantire la massima disponibilità.

In ogni momento, l'attrezzatura utente connessa deve potere aver accesso al STF in modo da trasmettere / ricevere simultaneamente le informazioni e alle differenti portate specificate (vedere capitolo che tratta l'assicurazione del STF).

La presentazione dell'architettura proposta ha mostrato che la copertura radio in ciascuna delle sezioni di galleria ed in superficie era assicurata grazie alla duplicazione dei BTS, dei ripetitori, delle antenne e dei cavi a raggiera.

Il pilotaggio dei BTS e ripetitori si effettua via STF che è anche assicurato. Parimenti, le attrezzature di architettura della piattaforma di commutazione, che intervengono nei trattamenti di informazioni essenziali, sono ridondate (MSC/VLR, HLR/AUC, TCU, BSC, ecc.).

Peraltro, tutte le attrezzature di radio suolo / treno sono alimentate da sistemi di alimentazione in soccorso, caricatori/batterie -48 Vcc, UPS 220 Vac.

Le interfacce sono duplicate per i servizi essenziali. In questo caso, i servizi essenziali sono presentati via interfacce duplicate, tanto sul nodo locale quanto sul nodo in PCC in modo da permettere la continuità del funzionamento.

### **3.1.6. Funzionalità**

La funzione principale della radio suolo/treno è di fornire:

- Un mezzo di comunicazione selettivo, di emergenza e di gruppo affidabile tra il PCC ed i conducenti dei treni presenti su concessione LTF (treni AF, Trasporto e TGV);
- Un mezzo di comunicazione necessario per trasmettere i dati di controllo / ordine in tutta sicurezza dei movimenti di treno in modalità ERTMS-2.

#### **3.1.6.1. Funzionalità delle attrezzature**

Le funzionalità assicurate dalle attrezzature della radio cellulare sono le seguenti:

- Gestione della mobilità: procedura di attivazione della posizione del mobile, “hand-over”, attivazione dello stato del mobile e “roaming”;
- Gestione degli utenti che comprendono tutte le procedure per assicurare la sicurezza delle comunicazioni come la gestione delle identità temporanee, la gestione delle procedure di autenticazione e di criptaggio, la rintracciabilità delle chiamate e l'intercettazione delle chiamate;
- Connessione alla rete telefonica, (via PABX, o altro);
- Controllo e supervisione, della rete cellulare e delle risorse radio;
- Attivazione delle misure trasmesse dalle attrezzature;
- Gestione di procedure di “hand-over”;
- Gestione dei controlli e di manutenzione in provenienza del sistema OMC-R;
- Gestione della configurazione e dei software del BSS.

### **3.1.6.2. Allarmi**

L'acquisizione e la gestione degli allarmi (risalite di allarmi urgenti e non urgenti). Visualizzazione e stampa degli eventi ed allarmi secondo la corrente e rapporti.

### **3.1.6.3. Sistema di gestione di rete**

I sistemi OMC-R ed OMC-S costituiscono i principali sistemi di gestione e di manutenzione della rete GSM-R.

Gli allarmi specifici attivati per questi sistemi sono mandati sul sistema GTC del PCC.

Il sistema di gestione di rete autorizza le seguenti funzionalità:

- Ordini ed operazioni locali;
- Ordini ed operazioni a lunga distanza;
- Configurazione del sistema per l'assicurazione delle trasmissioni a seguito della presenza di mancati funzionamenti;
- Gestione e analisi di guasti ed incidenti, a posteriori;
- Gestione dei software delle attrezzature della rete GSM-R;
- Supervisione del funzionamento della rete GSM-R;
- Misura della qualità di servizio offerto agli utenti GSM-R.

### **3.1.7. principali interfacce**

Interfaccia col sistema ETCS/Euroradio come anche con EVC/Euroradio.

Interfaccia con la rete TU ed interfaccia indiretta con la rete PSTN.

Interfaccia con la rete TA ed interfaccia indiretta con la rete PSTN.

Interfaccia con la rete GSM-P.

Interfaccia col sistema GTC.

Interfaccia col sistema GTF.

### 3.1.8. Prestazioni

#### 3.1.8.1. Prestazioni al livello globale

Le prestazioni del RST e REM permettono di coprire i bisogni in comunicazione per la gestione del traffico ferroviario massimo di 20 treni / ora / senso (estensibile a termine, a 24 treni), alla velocità di 220 km/h (estensibile a termine a 250 km/h), con le prestazioni particolari definite qui di seguito.

Test in resistenza: su dei periodi di 24 ore e di 28 giorni.

#### 3.1.8.2. Prestazioni particolari

Prestazioni che si conformano alle Norme / Direttive in vigore: ETSI, EIRENE/MORANE, ITU-T, CEI. In particolare, l'ultime versione di UIC e gruppo di lavoro:

- Euroradio FFFIS;
- EIRENE Functional Requirements Specification;
- MORANE - Radio trasmissione FFFIS per Euroradio, FFFIS per Interfaccia Terminale Mobile di Stazione Eirene Mobile, Rapporto sul terreno al protocollo treno, SSRS Subsystem Requirements Specification;

Come anche:

- Distorsione BF: inferiore al 3%;
- Prestazioni delle interfacce dei servizi che si conformano alle Norme ITU-T, 4-wire E&M; 2 Mbps 30B+D G.703/G704, ITU-T G.711 / 712, G.721 e V24/V28/V11;
- Prestazioni globali in caso di traffico di punta: BER inferiore a  $10E-12$ ;
- MTBF globale superiore a 20 anni; Disponibilità: minimo 99,9885%;
- Cavi a raggiera resistenti al fuoco e non propagatori di incendio che si conformano alle CEI 331 e CEI 332, integrità di circuito fino a 3 ore, senza gas alogeno e basso tenore di fumo;
- Ecc.

##### A. Livello minimo di copertura

Il sistema dovrà assicurare un livello minimo di copertura di - 92 dBm (vocale) con probabilità del 98% e - 83 dBm per i dati.

Margine di guadagno radio: minimo 10 dB.

##### B. Prestazioni rete

Tasso di successo delle connessioni: minimo 98%;

Velocità di trasferimento dei dati: 9,6 kbps pieno addebito (TCH/F9,6);

Tasso di errore nel trasferimento di informazioni:  $1 E-12$ .

Tempo di attivazione di una connessione: inferiore a 5 secondi (il 98% - chiamata origine MS);

Tempo di attivazione di una chiamata di emergenza: inferiore a 2 secondi in ogni caso.

Tempo di transito del segnale sulla rete GSM-R: inferiore o uguale a 300 ms.

Interruzione per "hand-over" nei casi più sfavorevoli, dalla stazione fissa alla mobile:

max. 700 ms;

Interruzione per "hand-over" nei casi più sfavorevoli (della stazione mobile alla fissa):

max. 400 ms;

ITU-T G.173, ITU-T I.241,;

Capacità HLR: 100.000 utenti, VLR,: 20.000 utenti.

## **4. SISTEMI TELEFONICI**

### **4.1. PROGETTO FINALE A DUE TUBI FERROVIARI**

Si distinguono due tipi di telefonia sul Collegamento LTF:

- Il sistema telefonico di emergenza e di gestione, TUE
- Il sistema telefonico amministrativo (TA).

### **4.2. SISTEMA TELEFONICO DI EMERGENZA E DI SFRUTTAMENTO**

#### **4.2.1. Espressione dei bisogni**

Il sistema telefonico di emergenza e di gestione, dovrà fornire l'accesso ai punti telefonici di emergenza e di gestione alle posizioni chiavi del Collegamento LTF, come:

- 1 due punti telefonici in ciascuno dei rami di comunicazione;
- 2 i punti telefonici lungo i marciapiedi delle stazioni e delle vie di relè, di rimessa, di scansamento, minimo 1 punto in testa e 1 punto in coda di via,);
- 3 i punti telefonici in ciascuno dei siti di intervento e stazione di sicurezza in galleria (minimo 1 punto telefonico per 50 m<sup>2</sup>);
- 4 i punti telefonici nelle gallerie di transito (1 punto per 100 m);
- 5 i punti telefonici lungo i marciapiedi delle stazioni e delle vie di relè, di rimessa, di scansamento (minimo 1 punto in testa e 1 punto in coda di via);
- 6 i punti telefonici nel centro di controllo attivo, il centro di controllo di soccorso ed i centri di crisi (1 telefono multipoint per stazione operatore o supervisore);
- 7 i punti telefonici nelle sottostazioni elettriche di consegna, di alimentazione delle attrezzature e di alimentazione della trazione (minimo 1 punto telefonico per 40 m<sup>2</sup>);
- 8 i punti telefonici in ciascuna delle centrali di ventilazione e di uscita fumo, nei siti di intervento ed in stazione di sicurezza (minimo 1 punto telefonico per 40 m<sup>2</sup>);
- 9 i punti telefonici nei locali tecnici in galleria ed in PCC, (minimo 1 punto telefonico per 40 m<sup>2</sup>);

I punti telefonici ripresi ai suddetti punti 1 e 5 possono essere utilizzati tanto dallo staff LTF quanto dagli utenti pubblici (durante situazioni anomale), mentre i punti dal 6 al 9 sono utilizzati esclusivamente dallo staff LTF.

Tutte le linee telefoniche d'urgenza/di gestione permettono le comunicazioni tra i centri di controllo attivo ed i telefoni, o tra i centri di controllo di soccorso ed i punti telefonici, in caso di attivazione del PCC di soccorso.

La tabella dell'allegato N°4 dà una stima, in prima approssimazione, dei bisogni in punti telefonici.

#### **4.2.2. Principi di architettura**

L'architettura proposta è sviluppata secondo le funzionalità da raggiungere, in modo da lasciare aperta l'esecuzione in opera di tutte le tecnologie moderne che sono state già provate al momento della realizzazione di questo progetto.

Qualunque sia il sistema tecnologico scelto, l'installazione telefonica funzionerà in rete in modo da assicurare le comunicazioni. Le centrali telefoniche (PABX, call manager, ecc.), del tipo numerico, saranno assicurate ed interconnesse, via STF.

In aggiunta alle linee di connessione numerici x 2 Mbps, le centrali disporranno anche di un numero ridotto di linee di connessione analogiche di soccorso.

Le stazioni telefoniche situate in una stessa zona geografica (rami, locali tecnici, ecc.), saranno duplicati e connessi su due linee di trasmissione distinte e segregate in modo da assicurare un'alta disponibilità delle comunicazioni.

Le chiamate delle stazioni telefoniche di campo verso il centro di controllo attivo sono attivate appena gli apparecchi sono sganciati, nessuna numerazione è necessaria per chiamare il centro di controllo.

Il centro di controllo identifica automaticamente la stazione che chiama. Il centro di controllo può chiamare selettivamente qualunque stazione telefonica di campo.

Tutte le comunicazioni di emergenza e di gestione sono assicurate per l'utilizzazione di centrali telefoniche ridondanti (CPU, alimentazioni, interfacce di linee, ecc.).

Gli scambi di informazioni, tra il sistema telefonico ed i GTC, sono previsti al livello 2 dell'architettura.

Il sistema è concepito per fornire gli accessi multipli a tutte le comunicazioni vocali, di controllo microtelefoni delle stazioni operatore in centro di controllo. Questi composti telefonici danno anche accesso al sistema telefonico amministrativo. I trasferimenti delle chiamate da un sistema all'altro sono possibili con l'intervento dell'operatore in un centro di controllo.

E' prevista una ripartizione giudiziosa dei carichi di traffico, in modo da garantire la continuità di servizio nelle situazioni "degradata".

L'architettura di base rappresentata sullo schema riferimento APS 2085 TSE1 SCGA: : S: : :1019 :0 mette in evidenza i suddetti principi.

#### **4.2.3. Robustezza e assicurazione delle comunicazioni**

L'assicurazione è data in diversi modi, in funzione del tipo di servizio interessato e dell'elemento interessato dal mancato funzionamento, e cioè:

- Le reti di trasmissione sono assicurate;
- Le stazioni telefoniche di campo ed in centro di controllo sono duplicate;
- Le unità centrali di trattamento sono sdoppiate;
- I collegamenti inter-centrali sono duplicati;
- Le linee esterne sono protette contro le sovratensioni di origine atmosferica;
- Il trattamento di gestione ordine di attesa, di segnale di messa in attesa, di seguitemi, ecc. sono attivati in modo da evitare le perdite delle chiamate;
- L'alimentazione è in soccorso;
- Le interfacce con PSTN, RFF, RFI, GTC, sono duplicate ecc.
- La ripartizione giudiziosa di carico è applicata sui percorsi alternativi (modalità degradata).

I telefoni sono affidabili, stagni, robusti del tipo murale, semplici e facile da utilizzare e permettono le chiamate automatiche dirette al centro di controllo appena gli apparecchi sono sganciati.

#### **4.2.4. Funzionalità**

##### **4.2.4.1. Funzionalità operative**

Le chiamate, lanciate dalle stazioni telefoniche di emergenza e di gestione, sono smistate automaticamente verso la stazione operatore del centro di controllo attivo o verso il centro di controllo di soccorso, se è attivato.

La centrale telefonica permette di identificare il chiamante appena l'apparecchio è sganciato.

La stazione operatore permette di visualizzare le chiamate e di gestire le chiamate in ordine di attesa, con passaggio da una comunicazione all'altra.

Nel caso in cui l'operatore in centro di controllo non è pronto a rispondere immediatamente alla chiamata, il sistema manda un messaggio parlato al chiamante, per rassicurarlo. Peraltro, la centrale è attrezzata con la funzione "guida audio" in lingua francese ed italiana.

La registrazione, di tutte le conversazioni con il centro di controllo attivo e dei dati relativi alle chiamate, è effettuata automaticamente.

L'operatore in centro di controllo può trasferire le chiamate verso un numero esterno, tramite la rete telefonica pubblica o linea specializzata.

Nel caso in cui l'operatore del centro di controllo non risponde entro un tempo prestabilito, la chiamata è indirizzata verso un'altra stazione operatore in centro di controllo.

Commutazione di linee di rete analogica di ciascuna delle centrali verso le stazioni analogiche.

##### **4.2.4.2. Allarmi**

Risalite delle chiamate e degli allarmi urgenti e non urgenti. Visualizzazione ed impressione degli avvenimenti ed allarmi secondo la corrente e rapporti.

Archiviazione su memoria di massa.

##### **4.2.4.3. Funzionalità di manutenzione**

Sistema di gestione e di manutenzione (supervisione, configurazione, parametraggio, traffico, ecc.) unità di tassazione/tariffazione delle comunicazioni telefoniche (con programma di analisi del traffico).

La centrale è attrezzata con una comunicazione di telegestione specializzata che verifica continuamente il buon funzionamento del sistema.

#### **4.2.5. Principali interfacce**

Interfacce con i servizi di soccorso (SAMU, Pompieri, Gendarmeria, ecc.).



La rete telefonica si interfaccia direttamente sulle reti telefoniche pubbliche (St. Jean di Maurienne, Modane, Bruzolo).

Interfacce reti RFF e RFI.

Interfacce con GSM-R ed eventualmente con GSM-P.

Interfaccia col GTC.

#### **4.2.6. Prestazioni**

Le prestazioni di impedenza, tempo di propagazione, resistenza di circuito, paradiafonia, attenuazione, ecc. si conformano alle norme ITU-T in vigore.

Il registratore di comunicazioni permette la registrazione minima di 8 ore di comunicazione su 12 canali.

Basculamento delle unità di comando senza perdita di comunicazione.

### **4.3. Sistema Telefonico Amministrativo**

#### **4.3.1. Espressione dei bisogni**

Il sistema telefonico amministrativo, fornisce l'accesso ai telefoni amministrativi situati nei locali amministrativi e tecnici del Collegamento LTF, come indicato nel seguito:

- 1 un punto telefonico in ciascuno dei locali tecnici in ramo di comunicazione in galleria;
- 2 i punti telefonici in ciascuna delle sottostazioni elettriche a St Jean, Modane e Bruzolo;
- 3 i punti telefonici nelle centrali di ventilazione e di uscita fumo, le stazioni di pompaggio, le stazioni di lotta contro l'incendio, ecc.;
- 4 i punti telefonici negli uffici localizzati negli edifici tecnici, PCC attivo e di soccorso ed edifici amministrativi del Collegamento LTF;
- 5 i punti telefonici nei diversi uffici delle stazioni di St-Jean, Modane e Bruzolo;
- 6 i punti telefonici nei siti di intervento e stazione di sicurezza;
- 7 il dimensionamento in traffico delle centrali è effettuato su base di:

- Traffico totale per stazione esterna di 0,12 E;
- Traffico in entrata per stazione esterna di 0,04 E;
- Traffico in uscita per stazione esterna di: 0,04 E
- Traffico locale per stazione: 0,04 E.

Questi punti telefonici sono utilizzati dallo staff LTF. I punti telefonici in gallerie e locali tecnici sono utilizzati essenzialmente dal personale di manutenzione.

La tabella dell'allegato N°4 dà una stima in prima approssimazione dei bisogni in punti telefonici amministrativi. L'assegnazione delle funzionalità per ciascuna di queste stazioni sono effettuate secondo lo studio dettagliato APD.

#### **4.3.2. Principi di architettura**

L'architettura proposta è sviluppata secondo le funzionalità da raggiungere, in modo da lasciare aperta l'attivazione di tutte le tecnologie moderne che sono state già provate al momento della realizzazione di questo progetto.

Le chiamate telefoniche sono completamente automatiche con numerazione digitale o DTMF. Il sistema telefonico amministrativo, a struttura aperta, funziona in rete con integrazione di servizi.

L'architettura del sistema è modulare in modo da permettere l'ulteriore aggiunta di attrezzature e di software (capacità di crescere col tempo).

Il sistema telefonico copre la totalità del Collegamento LTF su una struttura basata su 3 centrali in rete.

Le centrali sono interconnesse da collegamenti 2 Mbps via STF. Tutte le centrali sono connesse alle reti telefoniche pubbliche FT e Telecom Italia per fascio numerico 2 Mbps.

L'architettura di base, che realizza i suddetti principi, è rappresentata sullo schema riferimento APS 2085 TSE1 SCGA: : S: : :1018 :0.

### **4.3.3. Robustezza e assicurazione delle comunicazioni**

Per evitare le discontinuità di servizio, sono attivati sul TA i seguenti aspetti:

- Sistema articolato su una rete di trasmissione assicurata;
  - Collegamenti inter-centrali duplicati;
  - Sdoppiamento delle unità centrali di trattamento di St-Jean, Modane e Bruzolo;
  - Ripartizione giudiziosa di carico sulle diverse centrali;
  - Protezione delle linee esterne contro le sovratensioni di origine atmosferica;
  - Nessuna perdita di chiamata (gestione ordine di attesa, segnale di collocamento in attesa, seguitemi, ecc.);
  - L'alimentazione è di soccorso;
  - Le interfacce con PSTN, RFF, RFI, GTC, sono duplicati ecc.
- I telefoni sono affidabili, robusti, semplici e facili ad utilizzare.

### **4.3.4. Funzionalità**

#### **4.3.4.1. Funzionalità di base**

Il TA dispone almeno delle seguenti funzionalità:

- Sistema di numerazione aperta ed a selezione diretta all'arrivo e chiamata in uscita diretta;
- Funzionalità Euro-RNIS standard e supplementari (visualizzazioni di chiamata, filtraggi, invio automatico, messaggi di assenza, ecc.);
- Conferenza a 30 partecipanti (interni e/o esterni);
- Linea diretta verso stazioni operatore o utente esterno predeterminato;
- Straripamento verso un altro fascio di linee rete libera;
- Richiamo automatico;
- Raggruppamento di stazioni (con precedenza fissa o variabile);
- Chiamata simultanea di un raggruppamento di stazioni (suoneria);
- Rinvii differiti, fissi e variabili;
- Categorie di restrizione e bloccaggio individuale di chiamate in uscita dirette;

- Servizio notturno;
- Guide audio e registrazioni di messaggi;
- Servizio di messaggia vocale e scritta;
- Musica in attesa e messaggio di accoglienza;
- Accesso o no alla rete pubblica nazionale / internazionale;
- Commutazione di linee di rete analogica di ciascuna delle centrali verso le stazioni analogiche.

#### **4.3.4.2. Allarmi**

Risalite delle chiamate e degli allarmi di mancato funzionamento di attrezzature. Visualizzazione ed impressione degli avvenimenti ed allarmi secondo la corrente e rapporti.

Archiviazione su memoria di massa.

#### **4.3.4.3. Funzionalità di manutenzione**

LCR e diminuzione dei costi in telefonia mobile GSM

Sistema di gestione e di manutenzione della centrale (SGM) con supervisione traffico;

Sistema di tariffazione con stampa del rapporto;

La centrale è attrezzata con una comunicazione di telemanutenzione specializzata che verifica continuamente il buon funzionamento del sistema.

#### **4.3.5. Principali interfacce**

Il sistema telefonico amministrativo si interfaccia direttamente sulle reti telefoniche pubbliche, St Jean di Maurienne, Modane, Bruzolo).

Interfaccia con GSM-R e GSM-P.

Interfaccia con GTC.

#### **4.3.6. Prestazioni**

Le prestazioni di impedenza, tempo di propagazione, resistenza di circuito, paradiafonia, attenuazione, misure di traffico, ecc. e delle interfacce sono in conformità alle norme ITU-T e CEI.

Basculamento delle unità centrali di ordine senza perdita di comunicazione.

## **Allegato n° 1 - Rete di telecomunicazione STF**

Dimensionnement approximatif de la capacité en équivalent PCM du réseau de télécom						
N°	Désignation système	St Jean	St Martin	La Praz	Modane	Acco
1	Postes de signalisation	180	60	60	60	
2	Sous stations d'alimentation traction	4	8	4	8	
3	Stations de base radio sol / train RSTet REM	90	60	60	120	
4	Postes téléphoniques déportés de secours	98	82	82	98	
5	Postes téléphoniques administratifs	415	19	19	139	
6	Inter PABX/Call Manager TUE + Interfaces	78				
7	Inter PABX/Call Manager TA + Interfaces	90				
8	Systèmes en rameaux (lot 2)	28	28	28	28	
9	Sous stations d'alimentation des équipements	24	16	4	36	
10	Centrales de ventilation et de désenfumage	20	16	16	20	
11	Installations de brumisation	4	4	4	4	
12	Centrales de lutte contre l'incendie et déluge	8	8	8	8	
13	Installations de pompage			4		
14	Stations de base de la radio de secours	60	60	60	60	
15	Centrales de détection incendie	52	52	52	52	
16	Système de contrôle des accès	24	14	14	24	
17	Total	1175	427	415	657	
18	Total général	<b>4611</b>				
19	Caméras de vidéo surveillance	512		256		
20	Total avec caméras	<b>6147</b>				
21	Réserve en %	<b>19</b>				

## Allegato n° 2 – Copertura radio in galleria

### 1. Dati di base

La stima sommaria della copertura radio è stata effettuata di modo approssimativo, sulla base dei dati disponibili al momento dello studio. In particolare, è stato tenuto conto degli aspetti e/o dei seguenti documenti:

1. il piano di linea riferimento APS 2085 TSE NT NA E 1004C, alla data del 4/10/02,;
2. i piani di sezioni correnti in gallerie riferimento Aps 2085 TSE 3 rs GCGG 3402 rév. A del 12/09/02;
3. una distanza media tra rami di comunicazione in galleria di 400 m;
4. un ramo di comunicazione su 4 in galleria, per quanto possibile, serve il locale tecnico, (chiamato ramo tecnico) ;
5. una copertura radio in gallerie basata sull'utilizzazione di cavi a raggiera, pilotati dai BTS di ogni lato della sezione di galleria e dei ripetitori regolarmente ripartiti lungo la sezione di galleria (a intervalli di 2 x 400 m circa) ;

6. in uscita di galleria, un'antenna direzionale, collegata al cavo a raggiera permette di assicurare il processo di hand-over su una zona di circa 330 m;
7. posizionamento e sistemazione dei cavi a raggiera in gallerie effettuate secondo le regole ed in un ambiente naturale adeguato (perdite dovute all'ambiente naturale stimate a 10 dB) ;
8. le perdite di accoppiamenti sono state determinate sulla base della Raccomandazione CEI 96. Tenuto conto dell'aspetto vitale delle informazioni da trasmettere, le perdite di accoppiamento sono state prese per il 98% di probabilità;
9. il calcolo delle perdite al livello di cavo a raggiera è stato stimato tenendo conto che il cavo utilizzato rispondeva al tipo raggiera di 7/8 pollici, resistente al fuoco e non propagatore di incendio in conformità con CEI 331 e CEI 332-3, integrità di circuito fino a 3 ore, senza gas alogeno e basso tenore in fumi (lo studio dettagliato APD dovrà determinare con maggiore dettaglio il tipo di cavo da raccomandare);
10. copertura minima da assicurare di - 83 dBm (data) e -92 dBm (voce);
11. il guadagno di antenna del mobile è stato preso uguale a 5 dBi;
12. la sensibilità del MS è stata presa uguale a - 104 dBm;
13. la frequenza in uplink è stata presa uguale a 876 MHz ed a 921 MHz in downlink;
14. la potenza trasmessa dal BTS uguale a 43 dBm e quella dei ripetitori a 33 dBm;
15. il calcolo è stato fatto per il ripetitore che dal punto di vista della potenza trasmessa è più sfavorevole.

## 2. Riassuntivo dei risultati

<b>Copertura radio nel caso di ripetitore</b>					
<b>N°</b>	<b>Parametro</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Valori Downlink</b>	<b>Valori Uplink</b>	<b>Unità</b>
1	Frequenza	f	900	876	MHz
2	Potenza trasmessa	Pt	33,0	39,0	dBm
3	Lunghezza del cavo	L	400	400	m
4	Coefficiente d'attenuazione	alpha	4,2	4,2	dB/100m
5	Perdita longitudinale	Arc	16,8	16,8	dB
6	Perdita potenza splitter	Aps	3	0	dB
7	Perdite cavi e connettori	Acl	0,3	0,3	dB
8	Perdite d'ambiente	Ae	10	10	dB
9	Perdite di accoppiamento (IEC96)	c95	75	75	dB
10	Distanza massima di lavoro	d	4	4	dB
11	Perdita di accoppiamento a d	Cd	78,01	78,01	dB
12	Perdite totali sistema	PT	108,1	105,1	dB
13	Campi minimo ricevuto	E	362	460	[µV/m]
14	Sensibilità ricevitore	Pr	-83	-81	W
15	Guadagno d'antenna	G	2,8	2,8	dBi

16	Margine di guadagno	M	10,7	17,4	dB
----	---------------------	---	------	------	----

## Allegato n° 3 - Dimensionamento radio suolo/treno Saint-Jean-de-Maurienne - Bruzolo

		Gare de Saint-Jean	Portail Ouest	Tunnel d'Ambin (Portail Ouest-Discenderia de St Martin)	Accès St Martin	Tunnel d'Ambin (Desc. de St Martin - Desc. de La Praz)	Accès de La Praz	Tunnel d'Ambin (La Praz-Modane)	Modane	Tunnel d'Ambin (Modane - Ouest gal. de Venaus)	Ouest gal. Venaus	Gal.Venaus-Portail Est Ambin	Venaus
Long. section Tunnel		1800 m		7300 m		12600 m		8600 m	3300 m	11300 m		10000 m	1200 m
BTS de Saint-Jean	BTS N° 1												
BTS de Saint-Jean			BTS N° 2										
BTS de Saint-Martin					BTS N° 3								
BTS la Praz							BTS N° 4						
BTS de Modane									BTS N° 5 et 6				
BTS gal. Venaus											BTS N° 7		
BTS Est Venaus													BTS N° 8
BTS Bruzolo													

Nombre section													
bloc (Ni)		7		4		8		5	2	7		6	1
Nr train		7		4		8		5	2	7		6	
Com. vocal		2		2		2		2	2	2		2	
Com. data	2	4		2		4		3	1	4		3	
Canaux RST		8		4		6		5	7	6		5	
Canaux REM		4,9		7		7		5		6		6	
Total canaux		12	0	11	0	13	0	10	7	12	0	11	0
Nbre TRX	2		3		3		3		5		3		3

Il dimensionamento approssimativo in canali radio è stato effettuato considerando i seguenti dati di base:

- La gestione dei movimenti ferroviari sul Collegamento LTF si effettua con un solo RBC;
- I limiti di azione di questo RBC sono definiti dalla (ed inclusa) stazione di St-Avre fino (ed inclusa) alla stazione di Bruzolo; gli hand-over (HO) di RBC sono dunque localizzati al livello di questi due limiti;
- I blocchi di segnalazione hanno in media una lunghezza di 1600 m;
- L'intervallo massimo tra treni e per direzione è di 2 min 30 sec e in modalità di gestione fortemente disturbata, un treno può trovarsi su ciascuno dei blocchi del sito radio;
- Una sola stazione operatore, per tubo, può dialogare coi conducenti di treno;
- Per la radio RST e REM, il coefficiente di simultaneità è di 0,5 in galleria e di 0,7 in superficie.

#### **Allegato n° 4 - Dimensionamento approssimativo della telefonia d'urgenza e di gestione**



Description	St Jean	Modane	Bruzolo	Tunnel
Lignes internes analogiques	12	12	12	
Lignes internes numériques	40	40	40	400
Lignes internes pour poste opérateur	8		8	
Lignes réseaux PSTN numériques	60	60	60	
Lignes réseaux PSTN analogiques	16	16	16	
Interfaces RFI et RFF (analogique)	24		24	
Interfaces Ligne historique (analogique)	24		24	
Totaux	184	128	184	400
Réserve équipée	37	26	37	80
Totaux	221	154	221	480

Dimensionnement approximatif de la téléphonie administrative				
Description	St Jean	Modane	Bruzolo	Tunnel
Lignes internes analogiques	16	8	16	180
Lignes internes numériques	400	120	400	300
Lignes internes (opératrice + système)	4	4	4	
Lignes réseaux PSTN numériques	60	60	60	
Lignes réseaux PSTN analogiques	16	8	16	
Interfaces RFI et RFF	60		60	
Interfaces Ligne historique (analogique)	60		60	
Totaux	616	200	616	480