

LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

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

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

Equipements – Impianti

Telecommunications – Telecomunicazione

SISTEMI RADIO TERRA-TRENO (GSM-R) / SYSTEMES RADIO SOL-TRAIN (GSM-R)

Dossier d'étude d'architecture générale/Relazione di architettura generale :
Réseau GSM-R/Rete GSM-R

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	09/11/2012	Emission pour vérification C2B et validation C3.0	P. ARAUJO (SYSTRA)	G. BOVA C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
A	31/12/2012	Révision suite aux commentaires LTF et CCF / Emissione a seguito commenti LTF e CCF	D. CHRISTIEN (SYSTRA)	G. BOVA C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
B	08/02/2013	Révision suite aux commentaires LTF et CCF / Emissione a seguito commenti LTF e CCF	D. CHRISTIEN (SYSTRA)	G. BOVA C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO

CODE DOC	P	D	2	C	2	B	T	S	3	0	3	4	0	B
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero				Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C2B	//	//	20	15	00	10	01
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
-


Dott. Ing. Aldo Mastrella
Ordine Ingegneri Prof. TC n. 6271 R




LYON TURIN FERROVIAIRE

LTF sas – 1091 Avenue de la Boisse – BP 80631 – F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété LTF Tous droits réservés – Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Ce projet
est cofinancé par
l'Union européenne
(DG-TREN)



Questo progetto
è cofinanziato
dall'Unione europea
(TEN-T)

Tavola delle materie

RÉSUMÉ/RIASSUNTO	5
1 AVVERTENZE.....	6
2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
3 PRESENTAZIONE GENERALE DELLA RETE GSM- R LTF	7
4 NORME APPLICABILI	12
5 FUNZIONALITÀ.....	13
5.1.1 Utenti.....	13
5.1.2 Funzionalità.....	13
5.1.3 Localizzazione intracellulare e enhanced Location Dependant Addressing.....	14
5.1.4 Visualizzare i treni per i regolatori	15
5.1.5 Segnale di avviso VACMA	15
5.1.6 Livello di servizio	15
5.1.7 Copertura.....	18
6 INFRASTRUTTURA CONDIVISA.....	19
6.1 Il principio della condivisione dell'infrastruttura.....	20
7 FRONTIERA GSM-R	20
7.1 Problematica di modifica di rete GSM-R	21
7.2 Casi differenti di cambiamento di rete GSM-R.....	22
7.3 La lunghezza della zone di sovrapposizione tra RFF e RFI alla frontiera GSM-R.....	23
7.4 Localizzazione della frontiera GSM-R RFF-RFI	24
7.5 Il segnalamento di modifica della rete.....	26
7.6 Esigenze rispetto agli operatori GSM-R RFF e RFI.....	27
8 VINCOLI D'IMPIANTO GSM-R DELLE LOCOMOTIVE.....	28
9 BASI DEL DIMENSIONAMENTO DELLA RETE.....	29
9.1 Traffico collegato a ERTMS	29
9.2 Traffico collegato alle chiamate voce radio suolo treno.....	29
9.3 Traffico collegato alle reti del soccorso italiano (vigili del fuoco)	30
9.4 Altri elementi per il dimensionamento	30
9.5 Conclusione dimensionamento GSM-R	30
10 ARCHITETTURA NSS&SVA	31
10.1 Rete RFF.....	31
10.2 Rete RFI.....	32
11 ARCHITETTURA BSS	33
11.1 Tipologia dei siti radio.....	33
Configurazione O1+1 o O2	33

11.2	Gestione degli strati radio in una configurazione a “doppia copertura”:	33
12	ARCHITETTURA OMC	37
13	ARCHITETTURA TERMINALE GSM-R FILARE	38
14	ESERCIZIO FERROVIARIO	39
14.1	Configurazione ferroviaria	39
14.2	Le schede SIM del personale LTF	39
14.3	Piano di numerazione	39
14.4	Allarme radio	40
15	ARCHITETTURA SICURIZZATA	41
16	ACCORDO DI SERVIZIO E DI COORDINAZIONE	43
16.1	Aspetto finanziario	43

Tavola delle illustrazioni

Figura 1: Autorità della rete GSM-R RFI	7
Figura 2: Schema sinottico frontiere di rete GSM-R.....	8
Figura 3: Schema sinottico generale GSM-R LTF	9
Figura 4: Componenti della rete GSM-R RFI.....	19
Figura 5: Frontiera GSM-R tra RFF e RFI.....	21
Figura 6: Frontiera delle reti GSM-R	23
Figura 7: Frontiera GSM-R ETCS – Calcolo della sovrapposizione	24
Figura 8: Frontiera GSM-R ETCS – Localizzazione.....	25
Figura 9: Architettura NSS&SVA.....	31
Figura 10: Architettura BSS rete RFI.....	32
Figura 11: Tipologie dei BTS 01+1	33
Figura 12: Soluzione con strato prioritario	34
Figura 13: Soluzione senza strato prioritario	34
Figura 14: Architettura OMC.....	37
Figura 15: Architettura GSM-R sicurizzata.....	41
Figura 16: Ridondanza strato Radio	42

Résumé/RIASSUNTO

Ce document présente l'architecture générale du réseau de radiocommunications GSM-R de la section internationale de la ligne ferroviaire Lyon-Turin.

Ce réseau est utilisé pour la Radio Sol Train (phonie et ERTMS) et par les pompiers Italiens (uniquement sur réseau RFI).

Questo articolo presenta l'architettura generale della rete radio GSM-R nella sezione internazionale della Torino-Lione ferroviaria.

Questa rete è utilizzata per Radio Terra Treno (voce e ERTMS) e vigili del fuoco italiani (solo rete RFI).

1 AVVERTENZE

Per un abuso di linguaggio e in assenza di ulteriori informazioni, questo documento utilizza l'acronimo LTF, per designare sia l'entità incaricata di realizzare l'opera che l'entità incaricata della gestione dell'infrastruttura.

Negli schemi gli impianti BTS, sono rappresentati come "dal lato" LTF rispetto al lato RFF e RFI. Si tratta di una convenzione grafica per indicare che questi impianti sono installati sull'autorità di LTF e a priori al di fuori dalle aree della stazione, di esclusivo utilizzo di LTF. Questo non significa in alcun modo che si tratti di proprietà o forniture appartenenti a LTF.

La messa in servizio della linea LTF non verrà realizzata prima di diversi anni, bisogna quindi prevedere di revisionare l'ingegneria dei sistemi di telecomunicazioni prima della loro installazione e messa in servizio sulla linea. In effetti, le tecnologie e norme coinvolte sono in costante evoluzione. Inoltre, il feedback sull'esperienza di superamento delle frontiere con ETCS2 è ancora ridotto, e forse ci saranno possibilità di ottimizzazione da qui all'installazione degli impianti.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- APS LTF Comunicazioni ferroviarie e non ferroviarie

- Sintesi delle esigenze in telecomunicazioni che risultano dal modo di esercizio

- Relazione di architettura del sistema radio

- GSM pubblico su infrastruttura LTF

- Revisione del progetto preliminare: LTF lotto C2 PP2 Studio radiocomunicazioni _V1.0

- UIC ERTMS/GSM-R Border Crossing ; FFFS for Voice and Data Services Functionality at borders between GSM-R networks : Documento No. O-8300

3 PRESENTAZIONE GENERALE DELLA RETE GSM- R LTF

LTF sarà, secondo le specifiche tecniche di interoperabilità, equipaggiato di una rete GM-R che servirà alle radio comunicazioni terra/suolo treno di supporto al sistema di controllo comando ERTMS. Inoltre, è più importante considerare che i vigili del fuoco italiani possano intervenire fino alla stazione di Saint Jean de Maurienne e quindi in conseguenza utilizzare anche la rete GSM-R di RFI.

Per ridurre i problemi di esercizio tra le reti italiane e francesi, è importante ottimizzare l'interoperabilità delle reti e ridurre al minimo le problematiche di transizione delle reti (in particolare per i vigili del fuoco italiani).

Si è quindi stabilito di spostare la frontiera GSM-R delle reti RFF e RFI tra la stazione di Saint de Maurienne e all'entrata della galleria di base. Questa soluzione è compatibile alle esigenze in ERTMS, in Radio Terra Treno e soprattutto per i servizi di sicurezza italiani.

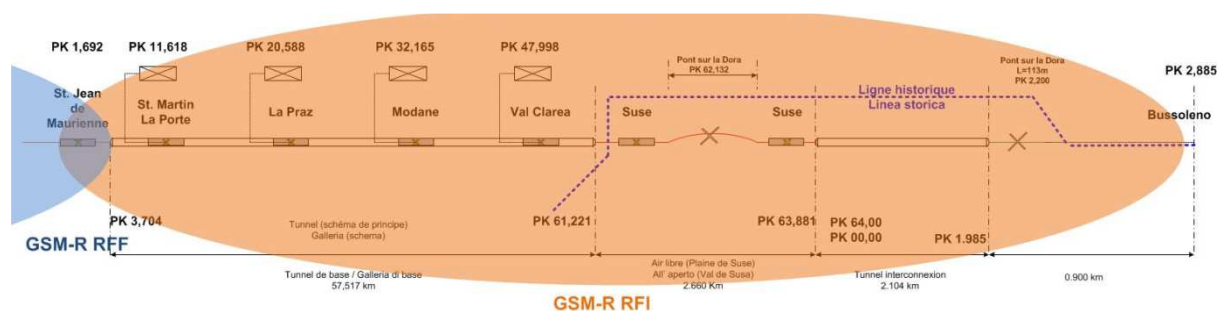


Figura 1: Autorità della rete GSM-R RFI

Questa rete verrà realizzata secondo il principio dell'accordo di servizio con condivisione delle infrastrutture e con altri operatori GSM-R: RFF e RFI.

La condivisione dell'infrastruttura si suddivide come segue:

- LTF installerà la rete di accesso radio, più precisamente, ripetitori e infrastruttura irradiante lungo il binario e se necessario nelle gallerie.
- RFI fornirà il core della rete detto NSS, Network Sub-system, i servizi a valore aggiunto e la gestione degli abbonati. Le reti BSC e BTS, sebbene installate nell'area di competenza LTF, è importante che siano fornite dalla RFI.
- RFI sarà il partner principale, la maggior parte del sistema radio GSM-R di LTF dipenderà dalla rete RFI così che le postazioni GSM-R dei regolatori LTF, esercizio ferroviario e energia trazione elettrica.
- Le aree di transizione radio GSM-R tra la rete RFF, la rete LTF e la rete RFI verrà localizzata tra la galleria di Glandon e la linea storica, la stazione di Saint Jean de Maurienne e l'entrata della galleria di base.
- Le schede SIM necessarie all'LTF saranno fornite dalla principale rete GSM-R RFI.
- RFI è incaricata della supervisione e l'esercizio di tutti i servizi e le attrezzature GSM-R.

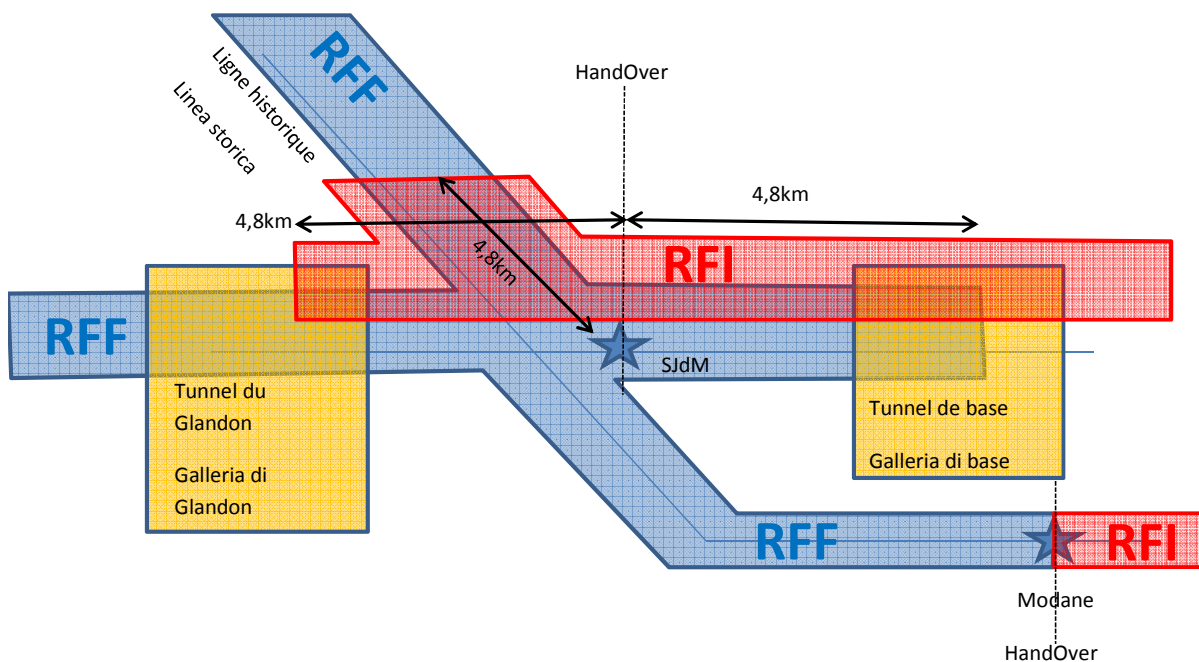


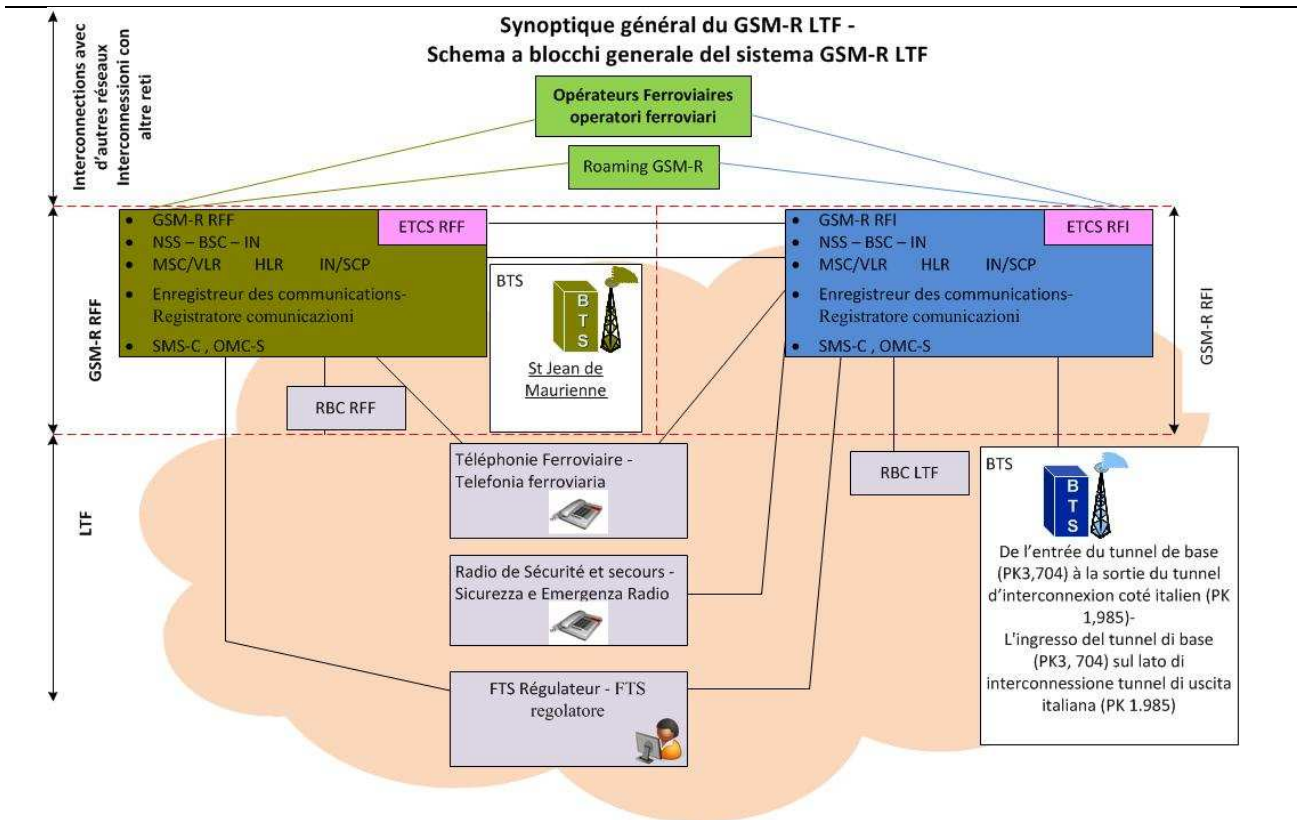
Figura 2: Schema sinottico frontiere di rete GSM-R

La rete GSM-R LTF, per la parte compresa tra l'entrata della galleria di base a Saint-Jean de Maurienne (PK 3,704) e l'uscita del tunnel di interconnessione, lato italiano (PK 1,985), collegato alla rete RFI. Viene dunque gestito nel suo complesso (NSS, BSS, gestione abbonati e parametri ferroviari) dal Centro Nazionale GSM-R RFI a Roma.

A questo scopo, deve essere redatto e trattato tra LTF, RFF e RFI un protocollo di accordo di servizio.

Questa ripartizione può cambiare a seconda dei bisogni e dei vincoli di LTF così come secondo i termini dell'accordo realmente concluso con RFF e RFI. I principi e le regole di ingegneria qui presentate non dovrebbero variare per questo.

Dossier d'étude d'architecture générale réseau GSM-R - Relazione di architettura generale Rete GSM-R



Glossario

Elenco dei principali acronimi utilizzati:

APR	Avant Projet de Référence (Progetto di riferimento)
APS	Avant Projet Sommaire (Progetto preliminare)
AuC	Authentication Centre
BSC	Base Station Controller
BSS	Base Station System
BTS	Base Transceiver Station
CAMEL	Customised Application for Mobile network Enhanced Logic; Una funzionalità IN (Intelligent Networks, reti intelligenti) delle reti GSM che consente agli utenti di accedere a dei servizi personali IN in caso di roaming verso altre reti che supportino la norma CAMEL
EIR	Equipment Identification Register
ENRC	EIRENE Network ReConnection zone
ENRS	EIRENE Network ReSelection zone
ETCS	European Train Control System
ERTMS	European Rail Traffic Management System
FTS	Fixed Terminal subsystem (Terminal GSM-R fixe, terminale GSM-R fisso)
GSM-R	Global System for Mobile communication/Railway
HLR	Home Location Register
IN	Intelligent Network
ISC	International Switching Center
ISDN	Integrated Services Digital Network
IWF	InterWorking Function
LTF	Lyon Turin Ferroviaire
MSC	Mobile Switch Center
MSISDN	Mobile Station ISDN Number
NSS	Network Sub-System
OMC-R	Operation and Maintenance Centre - Radio
OMC-S	Operation and Maintenance Centre – Switch
OTA	Over The Air – sistema che consente di inviare delle informazioni alla scheda SIM via la rete GSM-R. Spesso via SMS.

PABX	Private Automatic Branch Exchange
PK	Point kilométrique (Punto chilometrico)
QoS	Quality of Service
RBC	Radio Block Centre
RFF	Réseau Ferré de France
RFI	Rete Ferroviaria Italiana
RST	Radio Sol Train (Rete terra treno)
RSM	Radio Subsystem Management
SCP	Service Control Point
SIM	Subscriber Identity Module
SMSC	Short Message Service Centre
SVA	Services à Valeur Ajoutée/ Servizi a valore aggiunto (Servizi tra i quali gli SMS, messaggeria vocale, reti intelligenti...)
SS7	Signaling System 7
TETRA	Terrestrial Trunked Radio
TCU	Transcoder Unit
VACMA	Veille Automatique par Contrôle du Maintien d'Appui (sistema di controllo automatico del mantenimento della vigilanza)
VLR	Visitor Location Register
VMSC	Visited Mobile Switching Center

4 NORME APPLICABILI

Specifiche	Titolo
EIRENE FRS	'UIC Project EIRENE Functional Requirements Specification', V7
EIRENE SRS	UIC Project EIRENE System Requirements Specification; V15
MORANE EURO FFFIS	'Radio Transmission FFFIS for Euroradio', MORANE A 11 T 6001 12
MORANE ASCI OPTIONS	'ASCI Options for Interoperability', MORANE A 01 T 0004 1
MORANE CHPC FFFS	'FFFS for Confirmation of High Priority Calls', MORANE F 10 T 6002 3
MORANE CHPC FIS	'FIS for Confirmation of High Priority Calls', MORANE F 12 T 6002 3
MORANE FA FFFS	'FFFS for Functional Addressing', MORANE E 10 T 6001 3
MORANE FA FIS	'FIS for Functional Addressing', MORANE E 12 T 6001 4
MORANE LDA FFFS	'FFFS for Location Dependent Addressing', MORANE F 10 T 6001 3
MORANE LDA FIS	'FIS for Location Dependent Addressing', MORANE F 12 T 6001 2
MORANE PFN FFFS	FFFS for Presentation of Functional Numbers to Called and Calling Parties', MORANE F 10 T 6003 3
MORANE PFN FIS	'FIS for Presentation of Functional Numbers to Called and Calling Parties', MORANE F 12 T 6003 3
MORANE SIM	'FFFS for GSM-R SIM Cards'. MORANE P 38 T 9001 2
MORANE UUIE	'Specification on Usage of the UUIE in the GSM-R environment', MORANE H 22 T 0001 2
SUBSET-093	"GSM-R Interfaces ; Class 1 Requirements"
UIC ERTMS/GSM-R Border Crossing GROUP	FFFS: Voice and Data Services Functionality when Crossing Borders between GSM-R Networks

5 FUNZIONALITÀ

5.1.1 Utenti

Tenuto conto che la rete GSM-R supporta l'ERTMS con una densa griglia di circolazione, l'utilizzo della rete per altre utilizzazioni, come la manutenzione, può portare a problemi di sovraccarico in certe zone. D'altra parte si osservi che anche i vigili del fuoco italiani possono utilizzare la rete GSM-R e di conseguenza aumentare il carico della rete.

Per i vigili del fuoco italiani viene presa in considerazione la seguente ipotesi: in caso di intervento dei servizi di sicurezza, si può supporre che la circolazione ferroviaria sia fortemente ridotta (addirittura interrotta). La capacità radio sarà allora completamente disponibile per i vigili del fuoco.

Per il prosieguo dello studio, l'ipotesi accolta è di utilizzare la rete GSM-R per

- la Radio Terra Treno: comunicazione tra il conduttore e i regolatori
- l'applicazione ETCS
- le squadre catenarie e consegna dei lavori
- i vigili del fuoco italiani

Consentirà inoltre di stabilire le comunicazioni tra:

- Il regolatore trasporto e i conduttori,
- Il regolatore trasporto e le squadre di lavoro che intervengono sul binario o si trovino in una zona pericolosa,
- Il regolatore energia e i conduttori,
- Il regolatore energia e le squadre catenarie,
- Gli agenti circolazione e i conduttori,
- Le squadre di lavoro tra di loro,
- I vigili del fuoco tra di loro

5.1.2 Funzionalità

Le funzionalità richieste sono presentate nelle seguenti norme:

- EIRENE FRS 'UIC Project EIRENE Functional Requirements Specification_v7';
- EIRENE SRS 'UIC Project EIRENE System Requirements Specification_v15';

Le seguenti funzionalità (principali) sono in particolari richieste (O= opzionali, M= Mandatory)

- **Servizi voce**
 - Chiamata punto a punto
 - Chiamata di emergenza
 - Diffusione chiamata
 - Chiamata di gruppo
 - Conferenza.

- **Servizi dati**
 - Messaggi testo; (O)
 - Trasmissione dati; (M)
 - Fax; (O)
 - Train control applications. (O)

- **Servizi di chiamata**
 - Presentazione del numero chiamante / destinatario (M)
 - Numero nascosto; (O)
 - Priorità e prelazione; (M)
 - Gruppo ristretto di abbonati; (M)
 - Trasferimento di chiamata; (M)
 - Call hold; (M)
 - Call waiting; (M)
 - Informazioni fatturazione (O)
 - Call barring. (M)

- **Servizi specifici ferroviari**
 - Indirizzo funzionale che comprende la registrazione e la cancellazione della registrazione; (M)
 - Indirizzo (routing) in funzione della localizzazione; (M)
 - Modo smistamento (modo diretto); (M)
 - Chiamata di urgenza/ emergenza ferroviaria. (M)

- **Enhanced location dependant addressing**

5.1.3 Localizzazione intracellulare e enhanced Location Dependant Addressing

La funzionalità EIRENE “Location Dependant Addressing (LDA)” permette di indirizzare le chiamate verso un destinatario identificato grazie alla localizzazione del chiamante. Ad esempio, per poter chiamare i responsabili dell'esercizio ferroviario il conduttore ha a sua disposizione dei tasti dedicati sul cab radio GSM-R, che azionati provocano l'invio di un codice breve. La rete GSM-R, a partire da questo numero di codice breve e della cella di origine determina il numero da chiamare.

L'UIC ha fatto evolvere la norma EIRENE per poter implementare la funzione eLDA (enhanced Location Dependant Addressing). Questa funzione GSM-R consente l'invio di un messaggio standard per la localizzazione del treno a una applicazione che sarà in grado di elaborare questa informazione per poter indirizzare la chiamata con maggior precisione rispetto alla semplice cella. Tuttavia, i procedimenti di localizzazione (GPS, odometro e segnalamento...) e di elaborazione del messaggio di localizzazione non hanno uno standard. Questo tipo di scelte appartengono alla responsabilità degli operatori dell'infrastruttura e ferroviari.

A causa della sovrapposizione della nuova linea con gli impianti delle linee classiche a Saint Jean de Maurienne e dal lato italiano, sarà difficile, dal punto di vista tecnico, separare le coperture radio di questi impianti differenti. Per poter realizzare il corretto routing delle chiamate verso l'interlocutore appropriato può essere necessaria l'installazione di un sistema di localizzazione cellulare.

5.1.3.1 eLDA e GPS, odometro, segnalamento di localizzazione

Le specifiche EIRENE definiscono il formato delle coordinate scambiate sull'interfaccia terra - aria. L'informazione di localizzazione deve essere acquisita dal treno in qualsiasi modo possibile.

Nel contesto di LTF, la lunghezza dei tunnel pregiudica il funzionamento di un sistema sul GPS. Bisogna prevedere un sistema di bordo tipo odometro, centrale inerziale, o allora un sistema di acquisizione della posizione in grado di leggere i segnalamenti installati lungo il binario. Inoltre, è necessario implementare nelle reti GSM-R una applicazione che elabori questa informazione, in una piattaforma IN ad esempio.

5.1.4 *Visualizzare i treni per i regolatori*

I numeri dei treni come quelli delle squadre presenti nella zona di azione di un operatore possono essere visualizzati sullo schermo del pannello del telefono dei regolatori in modo che siano in grado di chiamarli senza dover comporre il loro numero.

Utilizzo della rete GSM-R

Questa funzione viene installata via la composizione dei numeri funzionale, nel qual caso è già implementata in modo nativo nella rete GSM-R. Bisogna quindi gestirla con una configurazione del piano di numerazione e delle procedure operative.

5.1.5 *Segnale di avviso VACMA*

L'elaborazione del segnale di avviso VACMA è obbligatorio sul territorio francese.

In caso di attivazione del VACMA su un treno, un'informazione deve essere trasmessa alla postazione di regolazione del gestore della zona. Questa funzione è un'opzione delle specifiche EIRENE.

L'infrastruttura RFF elaborerà questo segnale di allarme. Nell'immediato, questa funzione non è implementata sulla rete RFI, ma la sua installazione è molto semplice.

5.1.6 *Livello di servizio*

Le coperture radio elettriche per le circolazioni ferroviarie saranno conformi alle specifiche EIRENE delle linee a:

- $V > 220$ km/h per i binari della nuova linee e quelli del tunnel,
- $V < 220$ km/h per l'insieme dei binari tronchi e la linea storica.

Livello da rispettare per ERTMS livello 2: probabilità di copertura del 95% con un livello di -92dBm, per una antenna collocata a 4 m di altezza sul tetto del treno.

Livello da rispettare per un pedone lungo il binario: -98dBm a 50%, con dei portatili indossati alla cintura.

I binari dove circolano dei treni che funzionino in ERTMS, avranno una doppia copertura radio.

Per le aree pedonali, il livello di copertura dovrà permettere delle comunicazioni senza interruzione con portatili indossati alla cintura.

All'interno delle discenderie, la copertura radio deve permettere delle comunicazioni con dei portatili nei veicoli senza antenna esterna.

Nota: L'architettura non è progettata per comunicare con dei portatili nel treno. I bilanci dei collegamenti saranno effettuati sulla base della comunicazione voce e dati via l'antenna posta sul tetto del treno.

5.1.6.1 Performance della rete

Qui di seguito un prospetto delle esigenze di performance della rete GSM-R, proveniente dalle diverse norme e feedback di esperienze.

Tipo di misura		Criteri / Obiettivi	Condizioni di misure	Norme
Validazione e della copertura radio	Strato unico	ETCS livello 2 → Copertura > -92 dBm	36 campioni per 40 λ Treno in movimento (massima velocità)	EIRENE SRS and FRS
		RxQual UL & DL ≤ 4	Treno in movimento (massima velocità) Chiamata punto a punto Cellulare in modo attivo	-
		Riselezione/ Ho : <ul style="list-style-type: none"> • Sulla cella corretta • Ben localizzato, • niente Ping Pong • Ho success rate ≥ 99.5 % 	Treno in movimento (massima velocità) Cellulare in modo attivo e idle	EIRENE SRS
		Nessuna interruzione di chiamata (Drop call)	Treno in movimento (massima velocità) Cellulare in modo attivo	-
	Doppio strato	Modo nominale: il cellulare resta sullo stesso strato	Treno in movimento (massima velocità) Tutte le cellule disponibili Cellulare in idle, Chiamata punto a punto e VGCS	-

		Modo degradato: inter layer Ho o rielezione	Treno in movimento (massima velocità) Cellule bloccate a quiconce Cellulare in idle, Chiamata punto a punto e VGCS	-
Tipo di misura	Criteri / Obiettivi	Condizioni di misure	Norme	
I test QoS	Dati	Ritardo a stabilire la connessione: <ul style="list-style-type: none">• ≤ 8.5 sec pour 95% of the cases• > 10 sec for 99% of the cases	Treno in movimento (massima velocità) 100 tentativi di chiamata	Subset 93 O2475
		Connection Establishment Error Ratio $\leq 10^{-2}$ (less than 1%)	Treno in movimento (massima velocità) 1078 tentativi di chiamata	Subset 93 O2475
		Transfert Delay ≤ 0.5 sec for 99 % of the cases	Cellulare in statico 100 trame scambiate	Subset 93 O2475
		Connection Loss Ratio $\leq 10^{-2}$ /hour	Treno in movimento (massima velocità) 300 ore di chiamata	Subset 93 O2475
		TREC : <ul style="list-style-type: none">• > 20 sec for 95% of the cases• > 7 sec for 99% of the cases TTI : <ul style="list-style-type: none">• < 0.8 sec for 95% of the cases• < 1 sec for 99% of the cases	<ul style="list-style-type: none">• Modalità di trasferimento trasparente,• Debito di dati tra 2.4 e 9.6 kbps• Trame da 30 byte , e formato HDLC• Senso Ascendente e Discendente• Minimo di 1500 trame inviate ogni 1000m• Treno in movimento (massima velocità)	Subset 93 O2475
		Network Registration Delay $\leq 30s$ (95%), $\leq 35s$ (99%), $\leq 40s$ (100%).	Statico 100 tentativi di iscrizione	Subset 93 O2475

Tipo di misura		Criteria / Obiettivi	Condizioni di misure	Norme
Test QoS	Voce	Connection Establishment Delay (cf table in FRS chapter 3.4.2)	Treno in movimento (massima velocità) 105 tentativi di chiamata	EIRENE SRS and FRS
		No Connection Establishment Failure	Treno in movimento (massima velocità) 524 tentativi di chiamata	EIRENE SRS and FRS
		Ho success rate \geq 99.5 %	Treno in movimento (massima velocità)	EIRENE SRS
		Ho break < 300 msec	Treno in movimento (massima velocità)	EIRENE SRS

L'eventuale presenza della rete GSM-R, lungo l'ambito di competenza di LTF, non deve provocare la degradazione delle performance richieste per il GSM-R.

5.1.7 Copertura

Le zone di copertura GSM-R sono:

- le gallerie di base (57,500 km circa) e d'interconnessione (2,100 km circa)
- le stazioni di Saint Jean de Maurienne e Susa, fino alla delimitazione LTF / RFI nella zona di Bussoleno,
- all'interno dei rami
- nelle sale tecniche visitate dalle squadre catenarie e le squadre lavori (con delle riserve di utilizzo per alcuni locali sensibili)
- i PCC di Saint Jean de Maurienne e di Susa.

Bisogna inoltre garantire la copertura GSM-R delle zone che non fanno parte di questo progetto:

- Il settore di avvio GSM-R a livello della galleria di Glandon (costruita in seguito)
- I settori di avvio GSM-R della linea storica al livello di Saint Jean de Maurienne,
- I settori di avvio GSM-R della linea storica al livello di Bussoleno.

L'ipotesi di ingegneria accolta è che il GSM-R non sia utilizzato dalla manutenzione per conservare le risorse radio GSM-R a radio terra treno voce e ERTMS. La rete TETRA garantisce questa funzione di radio manutenzione.

Per poter rispettare il decreto ministeriale italiano che richiede di coprire le zone di evacuazione con i servizi 900 MHz la copertura GSM-R è inoltre assicurata:

- nelle discenderie,
- nelle aree di intervento
- nelle aree di sicurezza (comprese le sale di evacuazione),
- negli spazi scoperti all'entrata delle discenderie,
- nei locali tecnici (con riserva di utilizzo per alcuni locali sensibili).

6 INFRASTRUTTURA CONDIVISA

La rete GSM-R si scompone in 5 sotto insiemi:

- I terminali cellulari, telefoni GSM-R fissi
- Le schede SIM e i loro strumenti di gestione
- I sistemi di supervisione e esercizio
- La rete d'accesso radio detto “BSS” Base Station Sub-system, è la parte radio del GSM-R. Si compone di TCU, BSC, di BTS e dell’infrastruttura irradiante associata (ripetitori, piloni, antenne, cavi radianti...)
- Il core della rete detto NSS, Network Sub-system, oltre ai servizi a valore aggiunto e la gestione degli abbonati e l'eventuale fatturazione. Si tratta della parte “intelligente” della rete GSM-R che si compone dei commutatori MSC, delle base dati HLR, VLR, AUC, EIR e delle piattaforme “intelligenti”.

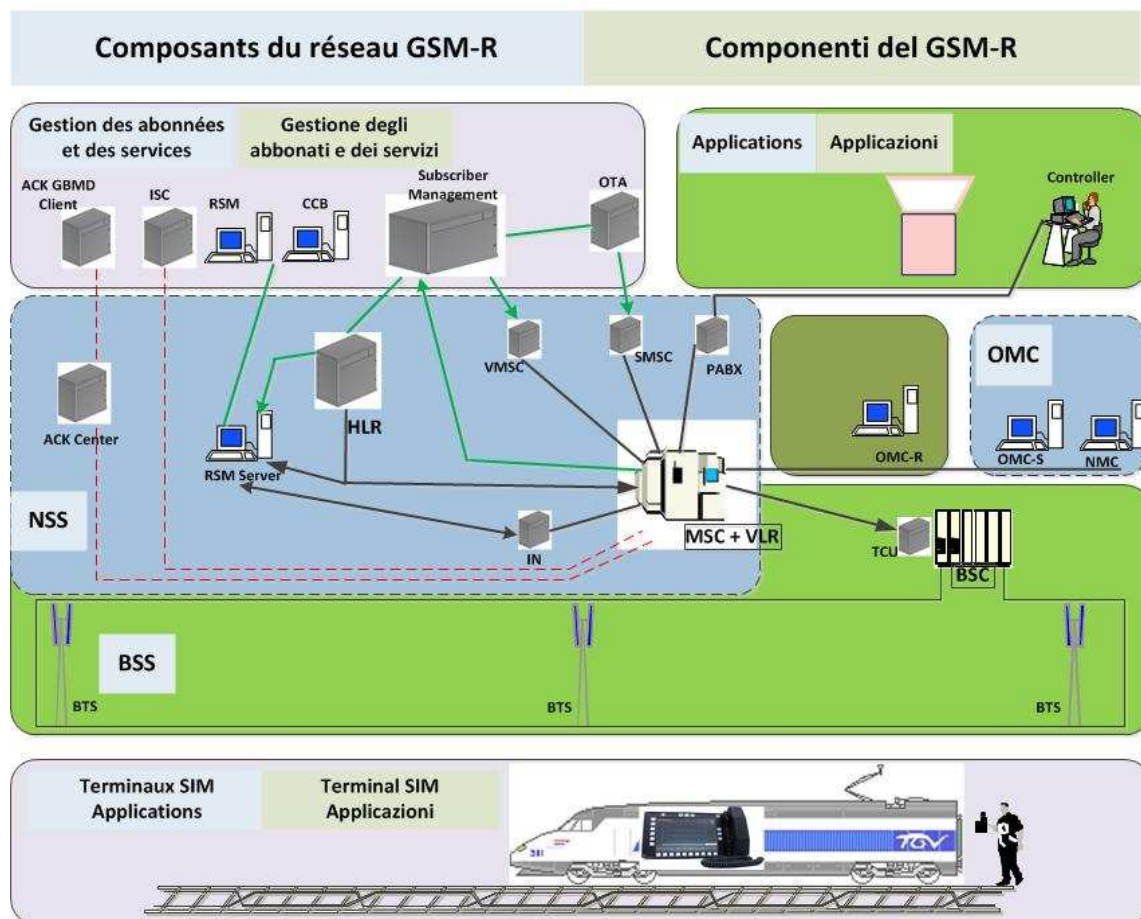


Figura 4: Componenti della rete GSM-R RFI

6.1 Il principio della condivisione dell'infrastruttura

Il principio accolto per la condivisione delle infrastrutture è il seguente:

- BTS LTF dipendenti dalle BSC LTF collegati all'MSC RFI,
- Nelle zone di transizione, presenza della BTS RFF e della BTS RFI, ciascuno dipendente dalla propria rete.
- Supervisione garantita dalle reti RFF e RFI.

7 FRONTIERA GSM-R

La linea internazionale LTF è a cavallo sulla frontiera franco italiana. Allo stesso modo, si trova alla transizione tra le due reti GSM-R: la rete RFF e la rete RFI.

La rete RFF si basa essenzialmente sugli impianti e le “soluzioni” del costruttore KAPSCH. La rete RFI, alla frontiera, si basa su soluzioni NOKIA-SIEMENS.

Bisogna quindi gestire il superamento della frontiera, trasparente, per quanto possibile, per l'utente finale, oltre a una interoperabilità a livelli multipli. Gli aspetti principali di questa interoperabilità sono:

- Una zona di sovrapposizione radio delle due reti
- Una interconnessione tra il / i gateway MSC RFF e RFI per il traffico telefonico
- Una interconnessione SS7 tra RFF e RFI per garantire lo scambio di segnalamento tra le due reti
- Una dichiarazione reciproca delle reti adiacenti e un adeguato routing
- L'autorizzazione di roaming tra le due reti e i “clienti che transitano sulla LTF”
- Una interconnessione con le reti GSM-R di questi “clienti” (interrogazione HLR...)
- Dei test d'interoperabilità tra KAPSCH e NOKIA-SIEMENS (software, materiale, EIRENE, funzionalità costruttori/specifiche...)
- Dei test d'interoperabilità GSM-R RFF-RFI (configurazione, inserzione parametri, versioni software, funzionalità costruttori/specifiche...)
- Modifica della rete GSM-R rispetto all'ETCS2
- Configurazione parametri delle zone di chiamata di gruppo e delle chiamate d'emergenza RFF/RFI
- Coerenza della numerazione funzionale RFF/RFI
- Routing internazionale delle chiamate verso i regolatori

Nel presente documento vengono sviluppate le esigenze in termini di modifiche “controllate” della rete GSM-R, sovrapposizione della copertura radio, d'interconnessione, e della relazione rispetto dell'ETCS2.

Ricordiamo che, perché un cellulare cambi rete, deve cancellare la sua registrazione sulla rete sulla quale si trovava per fare una scansione della banda di frequenza e registrarsi sulla nuova rete. Per tutta la durata di questa procedura, il cellulare non può né emettere né ricevere chiamate.

Di solito, un cab radio in fase di selezione di rete non riceverà un segnale di avviso radio in entrata. L'impatto funzionale di questa procedura risulta quindi essere estremamente forte. La localizzazione delle frontiere tra le reti GSM-R così come la durata della selezione della rete (quindi della lunghezza delle zone di transizione da prevedere) vengono precisate nei capitoli seguenti.

In seguito alla revisione del progetto preliminare, la posizione delle frontiere GSM-R è stata modificata.

I diversi scenari di superamento delle frontiere GSM-R e ERTMS, presentati nel documento del 2006 (Relazione d'architettura generale, volume 2/13, rete GSM-R, capitolo 8.3) hanno come vincolo principale la necessità di un'installazione specifica a bordo dei treni non interoperabile e al di fuori dall'area di competenza di LTF. Uno scenario interoperabile e realizzabile in modo sicuro fin da adesso è di non superare la frontiera a ERTMS livello 2 ma ad esempio a livello 1.

In assenza di istruzioni da parte del segnalamento, la nostra raccomandazione è di superare la frontiera tra le reti GSM-R RFF/RFI tra la stazione di Saint Jean de Maurienne e l'entrata della galleria di base, come illustrato qui di seguito:

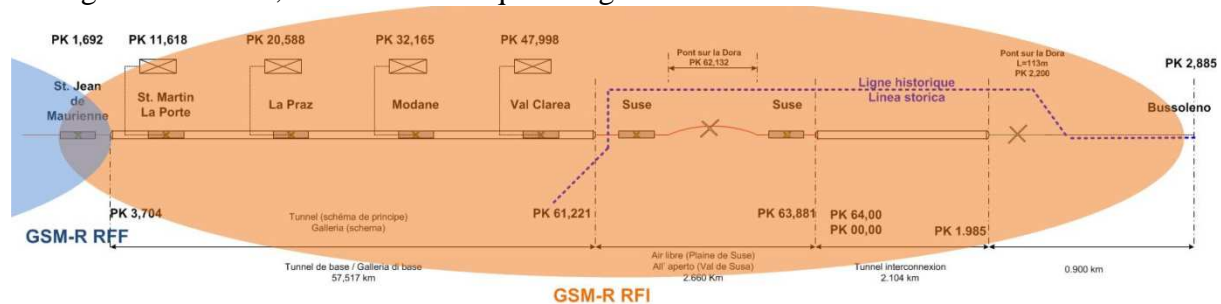


Figura 5: Frontiera GSM-R tra RFF e RFI

I vantaggi di questa proposta sono i seguenti:

- L'insieme delle BTS nell'ambito di competenza di LTF sono raccordati alla rete RFI.
- Il tunnel ERTMS: nessuna problematica di RBC sulle due differenti reti
- Per l'applicazione RST: nessuna interruzione in galleria.
- Doppia copertura: solo la rete GSM-R di RFI con doppia copertura in galleria, cosa che limita il numero di cellule e il problema di frequenza in galleria (al posto di una doppia copertura RFF e di una doppia copertura RFI).
- 1 solo fornitore BSS su LTF che facilita la manutenzione;
- 1 sola interfaccia OMC-R per il rapporto di segnale di avviso al PCC / back-up PCC di LTF;
- Vantaggi per i servizi di soccorso italiani (si veda il dettaglio che segue).

7.1 Problematica di modifica di rete GSM-R

Tutta la problematica di transizione RFF / RFI è da studiare in uscita dalla stazione di Saint Jean de Maurienne. Occorre tra l'altro:

- Per l'applicazione ERTMS: Installare i segnalamenti all'uscita della stazione di Saint Jean de Maurienne in direzione della galleria
- Evitare un collegamento aleatorio dei cellulari sulle reti RFF o RFI.

Ricordiamo, il meccanismo di modifica della rete è attivato con il segnalamento dell'applicazione ERTMS.

Per minimizzare i rischi di registrazione sulla rete GSMS-R sbagliata, si consiglia di imporre una selezione di rete **unicamente manuale** ad esempio, con una azione del macchinista e limitare le schede SIM con l'autorizzazione di roaming (ad esempio nessun roaming per i cellulari della base di manutenzione di Saint Jean de Maurienne). La scelta di una selezione manuale, d'altro canto, impone l'installazione di cartelli lungo la linea la linea che indichino al macchinista che viene richiesta un'azione da parte sua.

7.2 Casi differenti di cambiamento di rete GSM-R

Occorre prendere in considerazione casi differenti del cambiamento di rete GSM-R RFF-RFI:

- Un treno che provenga dalla linea storica in direzione della galleria di base: Il cellulare RST deve realizzare una selezione della rete RFI poi una registrazione funzionale. Un cellulare ETCS di livello 2 deve realizzare una selezione verso la rete RFI come una registrazione funzionale e lanciare una sessione ERTMS
- Un treno in provenienza della galleria di base in direzione della linea storica: il cellulare RST deve realizzare una selezione della rete RFF poi una registrazione funzionale.
- Un treno in provenienza della galleria di base in direzione della galleria di Glandon: il cellulare RST deve realizzare una selezione della rete RFF poi una registrazione funzionale. Un cellulare ETCS mantiene la comunicazione con il RBC RFI fino a che il secondo cellulare ETCS stabilisca la sua comunicazione verso RBC RFF (registrazione funzionale e sessione ERTMS).
- Un treno in provenienza della galleria di Glandon in direzione della galleria di base: il cellulare RST deve realizzare una selezione della rete RFF poi una registrazione funzionale. Un cellulare ETCS mantiene la comunicazione con il RBC RFF fino a che il secondo cellulare ETCS stabilisca la sua comunicazione verso RBC RFF (registrazione funzionale e sessione ERTMS).

In tutti i casi il cellulare RST è irraggiungibile per un massimo di 20 secondi al momento della selezione della rete.

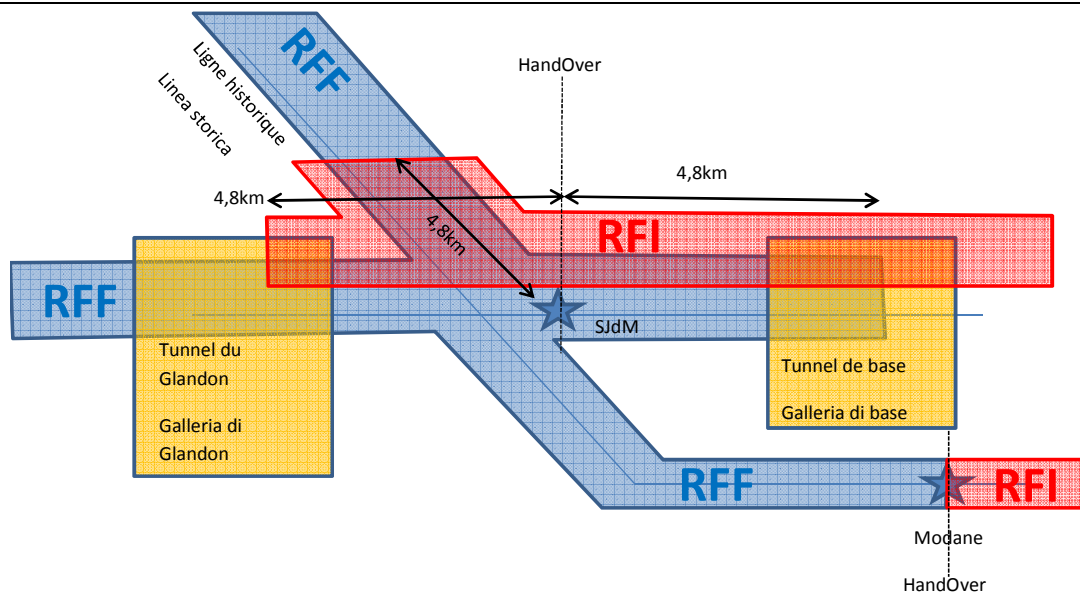


Figura 6: Frontiera delle reti GSM-R

La lunghezza della sovrapposizione delle due reti RFF e RFI deve permettere la registrazione di un terminale GSM-R di una rete sull'altra, poi il tempo di realizzare la registrazione funzionale se necessaria o, nel caso in cui il terminale GSM-R sia incaricato dell'ETCS, il tempo di stabilire una comunicazione con l'RBC e l'applicazione ETCS.

Nel nostro caso si considera il caso peggiore, cioè un superamento della frontiera in ETCS a livello 2/3 con cambiamento di RBC come esempio un treno ad alta velocità proveniente dalla galleria di Glandon in direzione della galleria di base.

7.3 La lunghezza della zone di sovrapposizione tra RFF e RFI alla frontiera GSM-R

Il tempo di selezione della rete soprattutto dipende dalle performance dei cellulari. I fornitori hanno migliorato in questi ultimi anni il tempo di selezione di una rete a circa 20 secondi. D'altronde l'ERA (European Railway Agency) ha approvato questo valore di 20 secondi massimo (maximum silent period duration).

Questo tempo può inoltre variare a seconda che il cambiamento di rete in modo automatico, cioè unicamente gestita dalla rete GSM-R senza intervento esterno o in modo diretto (manuale attivato dall'utilizzatore o semiautomatico da un segnalamento ad esempio).

I terminali GSM-R incaricati dell'ETCS devono cambiare di rete in modo diretto, per garantire un buon funzionamento senza interruzione di servizio.

Le esigenze di durata massima della procedura di superamento della frontiera in ETCS sono definite nel documento subset 93. Qui di seguito i diversi valori forniti da questo documento:

- “Network registration duration” a 30 secondi (95%), 35 secondi (99%) e 40 secondi (100%)

- “Maximum call set up time” a 8,5 secondi (95%) e 10 secondi (100%)

Il tempo totale necessario in modo diretto, nel quale applicazioni e impianti possano effettuare queste operazioni è quindi al massimo di 70 secondi.

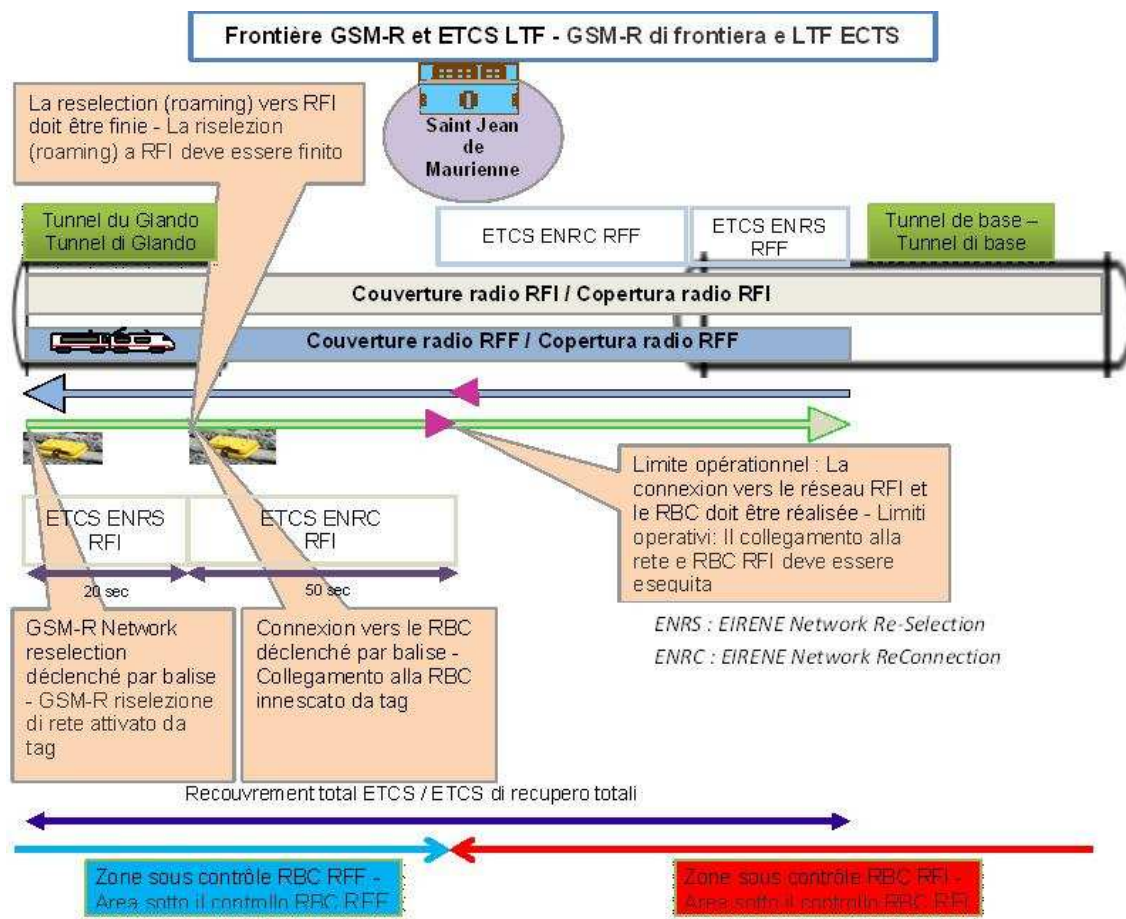


Figura 7: Frontiera GSM-R ETCS – Calcolo della sovrapposizione

Il gruppo di lavoro dell’UIC “Cross Bording” ha inoltra approvato questi valori nel proprio rapporto “FFFS for Voice and Data Services Functionality at borders between GSM-R networks”.

Un tale intervallo e prendendo in conto la velocità delle circolazioni dei treni alla stazione di Saint Jean de Maurienne richiede quindi una sovrapposizione totale di circa 9.8km (4.8 km per ciascun senso) per un treno che circoli ad una velocità di 250 km/h.

7.4 Localizzazione della frontiera GSM-R RFF-RFI

Nell'ipotesi accolta, la maggior parte della copertura LTF del GSM-R è realizzata dalla rete RFI. Consideriamo in questa logica che RBC LTF sia raccordato alla rete GSM-R RFI. In conseguenza di cui la frontiera ETCS si situerebbe a livello della stazione di Saint Jean de Maurienne.

La soluzione accolta permette di liberarsi della funzionalità di avviso di chiamata tra un treno e un RBC. Consiste a integrare la “frontiera tra RBC” nella zona di doppia copertura radio GSM-R RFF-RFI. Il cab radio che è disponibile, forza una iscrizione sulla rete GSM-R adiacente su comando controllato da un segnalamento al suolo, e d'altro canto, il secondo segnalamento non invia l'ordine a questo cab radio di chiamare l'RBC, in corso, ma il prossimo RBC.

Questa soluzione richiede di prolungare la doppia copertura GSM-R e RFI, per avere una zona di transizione GSM-R e di chiamate RBC da una parte all'altra della frontiera RBC che consente di gestire le transizioni di RCB.

Occorre quindi considerare la zona coinvolta dalla sovrapposizione nel suo complesso tra RFF e RFI:

- Galleria di Glandon: Per circa 9.5 km, questa galleria ha un unico binario supera il massiccio del Glandon e collega Saint-Etienne-de-Cunes a Saint-Jean-de Maurienne.
- La linea classica a nord di Saint Jean de Maurienne che deve essere coperta in GSM-R nel quadro del PPP firmato tra RFF e Synérail.
- La galleria di base LTF.



Figura 8: Frontiera GSM-R ETCS – Localizzazione

Le esigenze di copertura in sovrapposizione GSM-R RFF-RFI sono quindi i seguenti 3.4:

- 3,4 km nella galleria di Glandon
- 3,7 km tra l'entrata della galleria di Glandon e la galleria di base (piana di Saint Jean de Maurienne)
- 2,9 km nella galleria di base LTF

Ovvero un totale di circa 10 km per garantire la sovrapposizione nei due sensi.

Occorre inoltre prevedere la copertura della linea storica al nord per 4,8 km a partire dalla stazione di Saint Jean de Maurienne per considerare il peggiore dei casi (velocità 250 km/h).

Le soluzioni accolte per la sovrapposizione sono le seguenti nel quadro del perimetro

LTF:

- Realizzare una condivisione delle infrastrutture GSM-R con RFI nella galleria di base lungo 2,9 km per le esigenze della rete RFF.
- Realizzare una copertura RFF- RFI con due siti radio esterni all'uscita della galleria di base che consenta di coprire i 2,9km della piana di Saint Jean de Maurienne.
- Prevedere una co-localizzazione dei BTS RFI con i sito GSM-R RFF previsto nel quadro del PPPcon Synerail per assicurare la copertura verso la linea storica (al massimo 1o 2 siti)
- Realizzare una condivisione delle infrastrutture GSM-R con RFF nella galleria di base lungo 3,4 km per le esigenze della rete RFI.

Infine, la problematica della condivisione delle frequenze GSM-R è un punto importante da prendere in considerazione per questo superamento di frontiera. La tabella qui di seguito presenta la soluzione accolta per la distribuzione degli strati radio:

	Galleria di Glandon	Linea storica	Galleria di base
RFF	1 strato	1 strato	1 strato (4,8km)
RFI	2 strati (3,4 km)	2 strati	2 strati

Per condurre a buon fine tutte queste soluzioni, degli scambi tra RFF-RFI e Synérail devono essere realizzati per prevedere le diverse condivisioni e eventuali co-localizzazioni di BTS-RFF-RFI. In effetti degli studi precisi dovranno essere realizzati per determinare queste soluzioni , occorrerà inoltre realizzare delle simulazioni radioelettriche e prendere in considerazione la condivisione delle frequenze tra RFF e RFI.

7.5 Il segnalamento di modifica della rete

Il segnalamento al suolo pilota il cab radio ETCS, per forzare la sua iscrizione sulla rete GSM-R adiacente. Questa funzionalità non esiste nella norma ERTMS. Ad oggi non esiste una procedura standard, interoperabile che soddisfino queste esigenze.

I pacchetti 44, nazionali, possono essere utilizzati negli Euro segnalamenti. Tuttavia come il nome l'indica, si tratta di una implementazione nazionale che non garantisce che qualsiasi materiale viaggiante equipaggiato ETCS sarà a misura di interpretarlo correttamente.

In Francia, si utilizza anche un segnalamento KVB per forzare il terminale “voce” in modo automatico la rete GSM-R sui settori di avvio quando un treno proviene da una zona non equipaggiata con il GSM-R.

7.6 Esigenze rispetto agli operatori GSM-R RFF e RFI

Per garantire un buon funzionamento alla frontiera GSM-R, inoltre la sovrapposizione radio, è necessario che RFF e RFI instaurino i seguenti elementi:

- Un'interconnessione di segnalamento SS7 tra RFF e RFI. Permetterà le interrogazioni HLR, la gestione delle chiamate di gruppo nel quadro del roaming.
- Una interconnessione ISUP (ad esempio) tra MSC RFF e RFI per il traffico telefonico, voce e dati, delle chiamate internazionali.
- Una dichiarazione reciproca delle reti adiacenti e un adeguato routing agli impianti.
- L'autorizzazione di roaming tra le due reti e i “clienti che transitano sulla LTF”
- Una interconnessione con le reti GSM-R di questi “clienti” (interrogazione HLR...)
- Configurazione parametri delle zone di chiamata di gruppo e delle chiamate d'emergenza RFF/RFI
- Coerenza della numerazione funzionale RFF/RFI
- Routing internazionale delle chiamate verso i regolatori
- Ciò deve essere in seguito controllato in modo formale attraverso dei test di interoperabilità GSM-R RFF-RFI (configurazione, parametri, versioni software, funzionalità specifiche...)

8 VINCOLI D'IMPIANTO GSM-R DELLE LOCOMOTIVE

Tre terminali GSM-R sono necessari nella locomotiva. Uno per la radio suolo terra voce tra il conduttore e il responsabile ferroviario, due per garantire il buon funzionamento ETCS2 al momento degli handover inter RBC e nel superamento della frontiera.

Per garantire un collegamento permanente tra le applicazioni ETCS a bordo della locomotiva e l'applicazione ETCS-RBC è necessario di equipaggiare le locomotive di due terminali GSM-R dedicati all'applicazione ETCS. Occorre che il cab radio concluda la chiamata con l'RBC in corso poi emetta una chiamata verso il nuovo RBC provocando in questo modo un'interruzione ETCS al suolo. Per evitare questa interruzione, la locomotiva è equipaggiata di un secondo terminale GSM-R dedicato all'ETCS.

L'applicazione ETCS gestisce quindi questi due terminali. Un primo terminale stabilisce la comunicazione con il 1° RBC. L'applicazione richiede in seguito al 2° terminale di chiamare il 2° RBC. Una volta stabilita questa comunicazione, l'applicazione libera la comunicazione con il 1° RBC.

Uno scenario simile, dei due terminali GSM-R dedicati all'ETCS, è inoltre installato al momento del passaggio della frontiera GSM-R RFF-RFI rispetto all'ETCS. (vedere il capitolo “Frontiera GSM-R et ETCS”).

☞ Bilancio per gli equipaggiamenti del materiale viaggiante non fa parte del perimetro dello studio.

9 BASI DEL DIMENSIONAMENTO DELLA RETE

9.1 Traffico collegato a ERTMS

Traffico permanente di ERTMS

Le specifiche richiedono che le installazioni permettano di stabilire un grafico di circolazione a 24 treni per ore e per senso, per velocità comprese tra 100km/h e 250km/h che dà un intervallo di 2mn e 30 tra due treni. Dal punto di vista del traffico radio da smaltire per una cella, la velocità la più penalizzante è quella 100 km/h che corrisponde a un intervallo minimo tra treni di 4200m. Ne risulta un traffico di 0.48 erlang per km nel caso in cui i treni si incrocino (2 comunicazioni su 4,2km). Questo corrisponde a un traffico radio in situazione nominale. In caso di perturbazioni, si può avere un restringersi di treni che porterà a un aumento del traffico su lacune cellule radio

D'altronde, questo calcolo fatto l'ipotesi che solo il cellulare radio della cabina di testa è connessa all'RBC e non tutti i cellulari presenti sul treno.

Traffico supplementare nelle zone di cambiamento RBC

Nelle zone di cambiamento di RBC, un secondo cellulare stabilisce, in modo anticipato, la comunicazione con un secondo RBC. Il segnalamento di attivazione deve essere posto a una distanza corrispondente a un tempo di percorso di massimo 50 s (Capitolo 8.2 cambiamento RBC: ETCS ENRC) per la velocità massima, ossia 350 m per 250km/h. Ne risulta un traffico supplementare di 0,60erlang/km su una distanza di 3500km da una parte all'altra del punto di transizione del RBC considerando un treno in ogni senso (2 comunicazioni su 3,5km).

9.2 Traffico collegato alle chiamate voce radio suolo treno

Traffico treni PCC sul collegamento LTF

Tranne in caso di rilascio di un bollettino di superamento delle frontiere di un segnale di ordine, le comunicazioni di questo tipo sono brevi. In situazione nominale, il traffico suolo treni PC treni è molto ridotto. Questo traffico aumenta di molto appena la circolazione dei treni si dirada. Per il calcolo del dimensionamento, si prende in considerazione solo in situazione di leggera perturbazione, si ha, in media per zona di 10 km, una comunicazione di 20s con ogni treno, che da un traffico medio di 0.025erlang per km.

Comunicazione conduttore con il suo polo di supporto.

Questo tipo di comunicazione, utilizzato in caso di incidente su un motore per assistere il conduttore a intervenire è raro. Ma quando questa sia stabilita, le comunicazioni sono di lunga durata. Anche se questo tipo di comunicazione non è prioritaria, si desidera che essa non venga interrotta troppo di frequente dal meccanismo delle priorità. Questo tipo di traffico nel momento in cui si produce viene stimato a 0.25 erlang. Nello studio, si considera che questo traffico viene generato a livello dei binari tronchi di Saint Jean de Maurienne, Modane, Susa.

9.3 Traffico collegato alle reti del soccorso italiano (vigili del fuoco)

Chiamata tra i vigili del fuoco italiani

Per i vigili del fuoco italiani viene presa in considerazione la seguente ipotesi: In caso di intervento dei servizi di sicurezza, si può supporre che la circolazione ferroviaria sia fortemente ridotta (addirittura interrotta) La capacità radio sarà allora completamente disponibile per i vigili del fuoco.

9.4 Altri elementi per il dimensionamento

Per lo studio, si considerano due cambiamenti di RBC:

- a livello di Saint Jean de Maurienne
- un altro cambiamento di RBC (se necessario)

9.5 Conclusione dimensionamento GSM-R

Le esigenze in risorse radio e quindi in numeri di canali e di TRX sono calcolati direttamente nel documento "Studio architettura del sistema radio".

Nello stato attuale, è necessario 1 solo TRX per cella in pieno binario, mentre 2 TRX sono necessari nelle zone di cambiamento di RBC.

10 ARCHITETTURA NSS&SVA

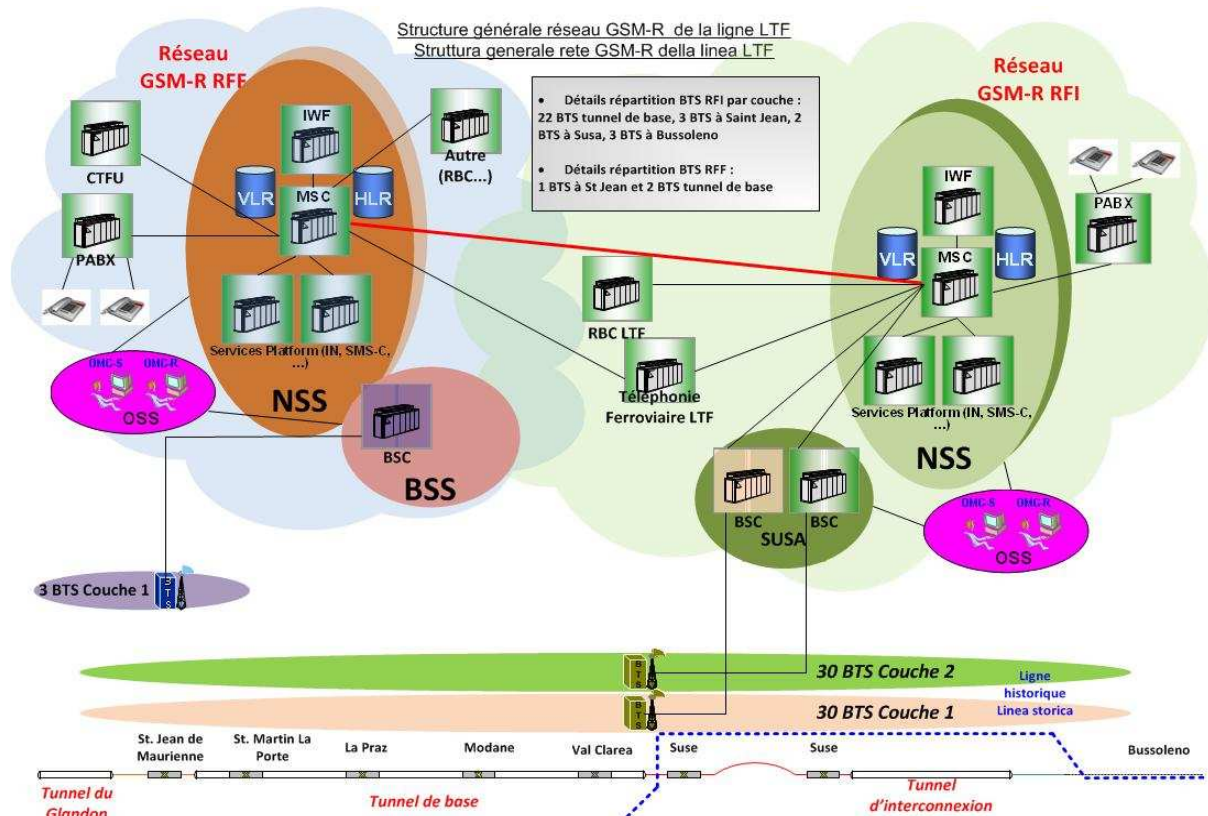


Figura 9: Architettura NSS&SVA

10.1 Rete RFF

Un solo strato radio è necessario nel settore di avvio in provenienza della linea storica e nella galleria di Glandon.

Le due BSC localizzate a priori a Lione, RFF sono raccordati allo stesso MSC sito a Lione attraverso dei collegamenti ridondanti.

I TCU sono co-localizzati con le BSC per facilitare di effettuare un secondo routing verso l'MSC di soccorso.

L'MSC di soccorso è a priori localizzato a Parigi.

Due HLR devono funzionare in “hot stand-by”

Due piattaforme IN per la gestione dei numeri funzionali, devono operare in “hot stand-by”

La supervisione della rete è realizzata da RFF/ SNCF.

L'MSC gateway per i collegamenti internazionali è a Parigi.

10.2 Rete RFI

Si richiedono due strati radio per la copertura della galleria di base, la valle di Susa e il tunnel di interconnessione.

Mentre è necessario un solo strato radio per il settore di avvio della linea storica a Saint Jean de Maurienne come per la galleria di Glandon.

Ogni strato radio sarà connesso a una BSC diversa sotto la responsabilità LTF, queste due BSC localizzate a Susa saranno collegate al MS RFI sito a Torino attraverso dei collegamenti ridondanti.

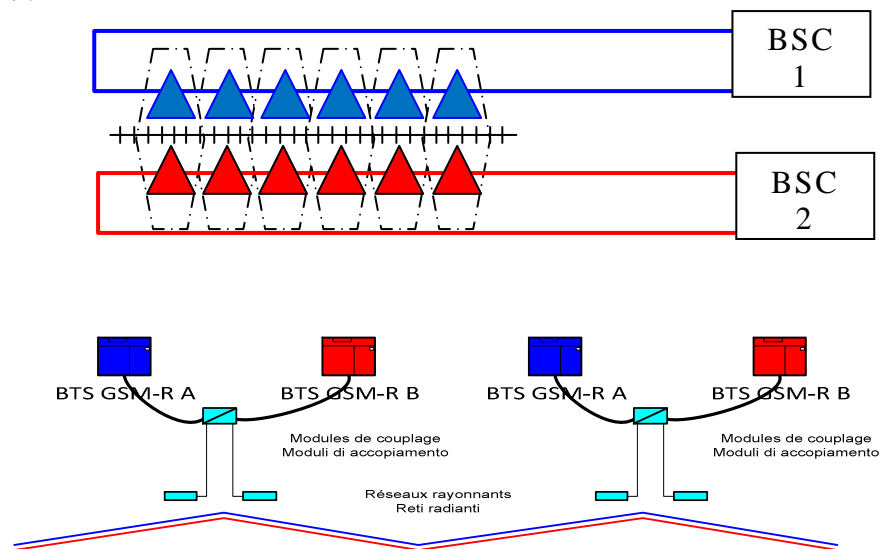


Figura 10: Architettura BSS rete RFI

I TCU sono co-localizzati con le BSC per facilitare di effettuare un secondo routing verso l'MSC di soccorso.

L'MSC di soccorso è a priori localizzato a Roma.

Due HLR devono funzionare in “hot stand-by”

Due piattaforme IN per la gestione dei numeri funzionali, devono operare in “hot stand-by”

La supervisione della rete è completamente realizzata da RFI.

L'MSC gateway per i collegamenti internazionali è quello di Milano.

11 ARCHITETTURA BSS

A livello BSS, due strati radio indipendenti si sovrappongono lungo il binario. Ciascuno di questi si scompone in un transcodificatore, una BSC e una serie di BTS, che gli è proprio.

I due strati che si sovrappongono lungo tutto il percorso ferroviario LTF. Sono comuni a due condotti delle gallerie, cioè che non esiste uno strato radio dedicato a ciascun condotto.

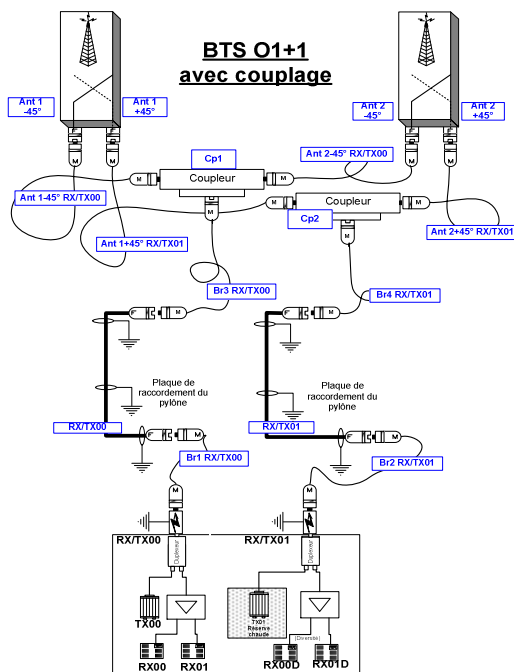
11.1 Tipologia dei siti radio

Configurazione O1+1 o O2

Sebbene sia sufficiente un solo TRX nella maggior parte dei casi, per permettere una migliore disponibilità della rete un secondo TRX di riserva è disponibile nella BTS. La configurazione è O1+1.

Questa configurazione è da utilizzare nel caso generale di copertura di linea piena nella galleria di base.

Per i siti che necessitano 2 TRX la configurazione sarà di tipo O2 con una disponibilità permanente di 2 TRX.



Remarque: Sur ce schéma, la position du 1/4 d'onde se situe en sortie de BTS, cela sera le cas pour toutes les configurations de BTS OUTDOOR. Pour les configurations INDOOR, le 1/4 d'onde se trouve entre la bretelle BTS et le câble coaxial.

Figura 11: Tipologie dei BTS O1+1

11.2 Gestione degli strati radio in una configurazione a “doppia copertura”:

Ci sono 2 modi per gestire i due strati radio:

- Soluzione 1: Sia dare la priorità a uno dei due strati,
- Soluzione 2: Sia attribuire lo stesso livello di priorità ai 2 strati.

Ricordiamo, ogni strato viene gestito da una BSC diversa.

Soluzione 1: Caso con strato prioritario:

Lo strato A viene dichiarato come strato prioritario, lo strato B come strato di back-up. Un cellulare seleziona prima lo strato A. In caso di saturazione o guasto dello strato A, il servizio viene garantito dallo strato B. Quando la situazione ritorna normale, il cellulare ripassa allo strato A.

Gli strati A e B sono gestiti dalla stessa MSC, possono essere dichiarati nella stessa zona di LAN (Location Area Network).

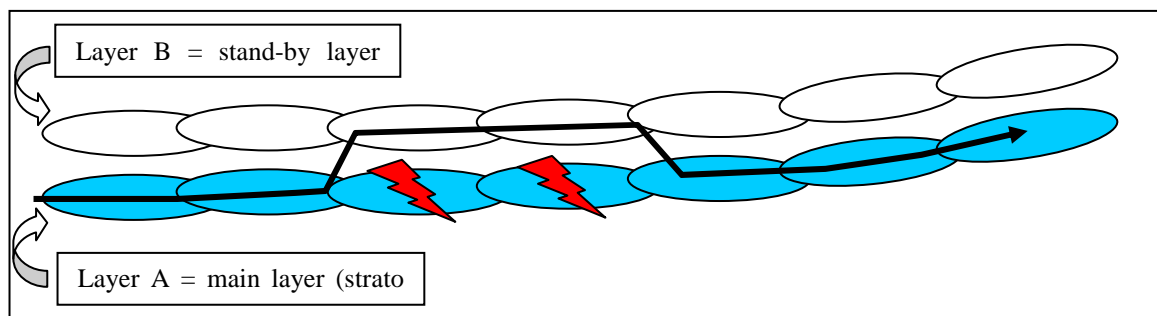


Figura 12: Soluzione con strato prioritario

Soluzione 2: Caso 2 strati con uguale priorità:

Il cellulare sceglie indifferentemente uno degli strati radio. In caso di saturazione o di guasto di questo strato, il cellulare passa all'altro strato (HO o riselezione) e resta sopra.

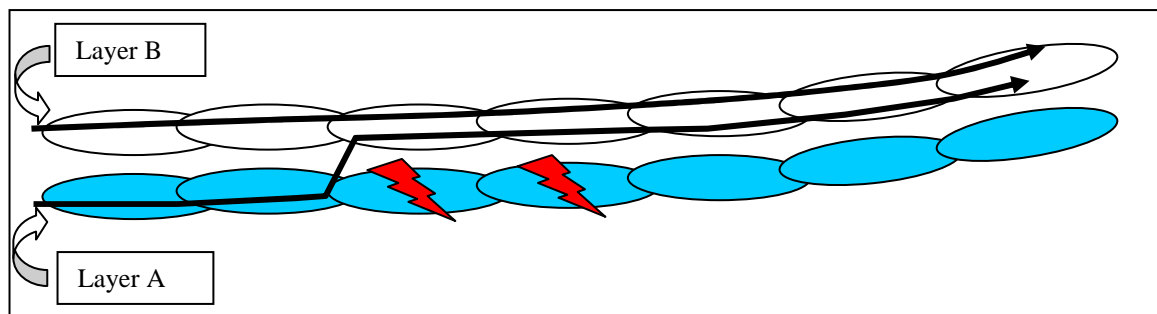


Figura 13: Soluzione senza strato prioritario

Confronto tra le 2 soluzioni:

In modo nominale, non esiste l'Hand Over tra i 2 strati, le due soluzioni si equivalgono. In termini di ripartizione del traffico, la soluzione con 2 strati identici è la migliore visto che il traffico viene distribuito, diminuendo il rischio di saturazione.

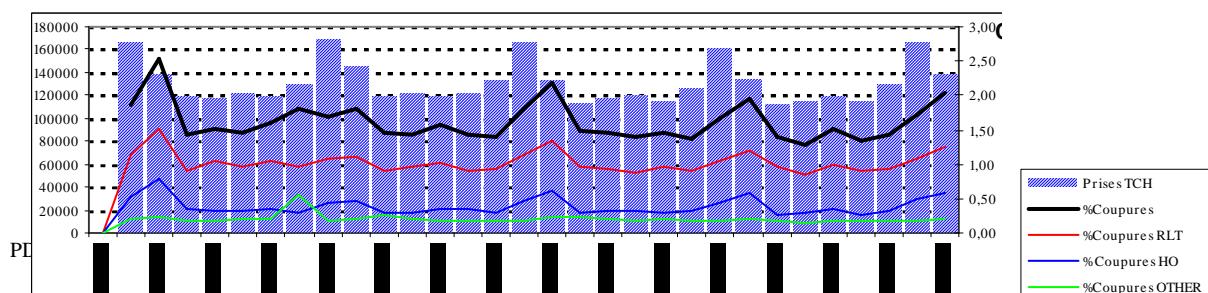
In modo degradato, si presentano situazioni diverse:

1. Caso di perdita di BTS sul quale sia in corso una chiamata:
 - a. Che ci sia uno strato prioritario o meno, quando la BTS sulla quale è collegato il cellulare diventi guasto, la chiamata in corso viene persa. Con la soluzione a 2 strati equivalenti, si può supporre che sola la metà dei cellulari della zona di copertura della BTS vengono coinvolti, l'altra metà si trova sulla BTS co-localizzata.
 - b. Dopo la perdita di una chiamata in corso, con la soluzione 1, il cellulare rilancia la chiamata sullo strato B e resta collegato a questo fino a raggiungere una zona in situazione normale sullo strato A. Effettua quindi una HO inter BSC dello strato B verso lo strato A.
 - c. Dopo la perdita della chiamata in corso con la soluzione 2, il cellulare rilancia la chiamata allo strato B e resta collegato a questo strato.
2. Caso di un cellulare che stabilisca una chiamata su una cella e che arrivi in zona degradata:
 - a. Soluzione 1: il cellulare effettua un HO inter strato (quindi inter BSC) per passare dallo strato A allo strato B. Dopo il ritorno ad una situazione normale dello strato A, il cellulare effettua un secondo HO inter strato dello strato B allo strato A.
 - b. Soluzione 2: il cellulare effettua un HO inter strato e resta collegato al nuovo strato selezionato.
3. Caso di perdita di un BSC:
 - a. Soluzione 1: Se la BSC che gestisce lo strato di soccorso è persa, non c'è impatto poiché tutti i cellulari sono sullo strato A. Inversamente, se la BSC che gestisce lo strato A è persa, tutte le chiamate in corso vengono perse. Dopo un ritorno alla normalità sullo strato A, tutti i cellulari passano sullo strato prioritario attraverso un HO inter BSC o una rifelezione.
 - b. Soluzione 2: si può supporre che soltanto la metà delle chiamate in corso si siano perse. I cellulari stabiliscono una nuova chiamata sull'altro strato e ci restano collegati.

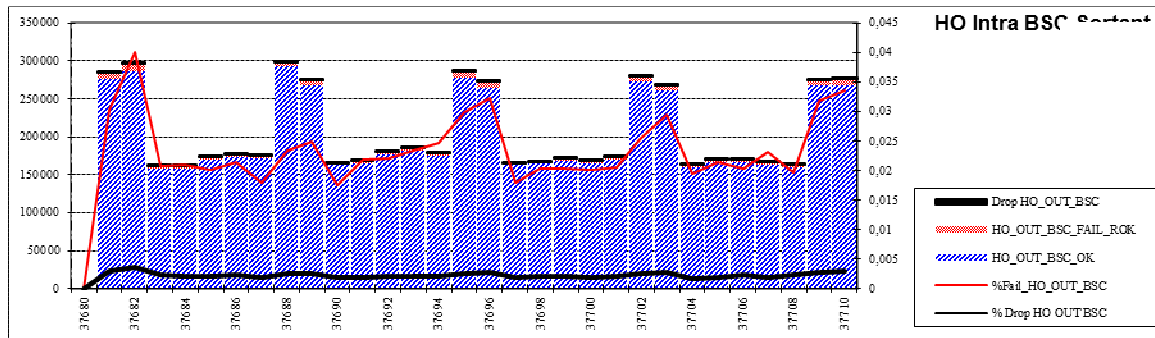
BILANCIO:

Si osservi che la soluzione 1 con uno strato prioritario porta ad un numero importante di passaggi inter strato e quindi di HO inter BSC.

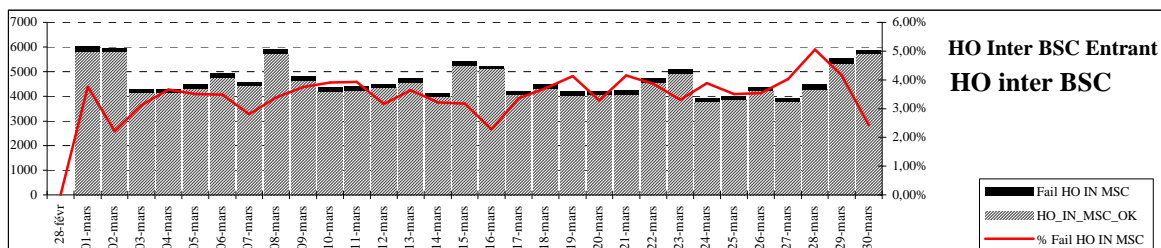
I seguenti dati sono emessi da un operatore GSM pubblico:



Il tasso di drop call è intorno al 1.5% di cui 0.4% dovuto all'HO.



Per gli HO intra BSC, il tasso di fallimento di HO è di circa il 2% e il tasso di drop call a causa dell'HO è del 0.25%



Per gli HO BSC, il tasso di fallimento degli HO è del 4%. Se si prende in considerazione il contesto "alta velocità", il rischio di avere un'interruzione di chiamata è forte visto che il ritorno alla cella di origine sarà difficile vista l'alta velocità di spostamento del cellulare.

Si può concludere che gli HO inter BSC sono quindi i più rischiosi. Si consiglia quindi di evitare questo tipo di HO.

Conclusioni:

Si consiglia di implementare i 2 strati radio allo stesso livello di priorità.

12 ARCHITETTURA OMC

La rete GSM-R LTF è per la sua parte compresa tra Saint Jean de Maurienne (che include la galleria di Glandon) e Bussoleno, raccordata alla rete RFI. Viene dunque gestito nel suo complesso (NSS, BSS, gestione abbonati e parametri ferroviari) dal Centro Nazionale GSM-R RFI a Roma.

La rete GSM-R LTF è per la parte compresa tra Saint Jean de Maurienne e i 2,9km nella galleria di base raccordata alla rete RFF. Viene dunque gestito nel suo complesso (NSS, BSS, gestione abbonati e parametri ferroviari) dal Centro Nazionale GSM-R RFF a Parigi.

Si è previsto di visualizzare, in loco a LTF i segnali di avviso degli impianti radio BTS e di realizzare se necessario qualche azione per le esigenze di manutenzione di questi stessi impianti.

☞ Questo deve essere l'oggetto di un item della trattativa tra LTF, RFF e RFI.

Localizzazione:

La supervisione di tutti gli impianti Telecom si effettuerà a Susa, e sempre qui saranno installate due stazioni di lavoro “clienti”.

Connessione:

Una stazione radio è collegata con un collegamento mic all'OMC-R RFF, sita a Parigi, è incaricata delle BSC che controllano le BTS di LTF. L'altra, con un collegamento 2Mbits all'OMC-R RFI sita a Roma, è incaricata delle BSC che controllano le BTS di LTF. Questi collegamenti non sono sicuri, quindi realizzati senza ridondanza.

*Supervision Local des BTS couvrant LTF/
 Controllo locale del BTS che copre LTF*

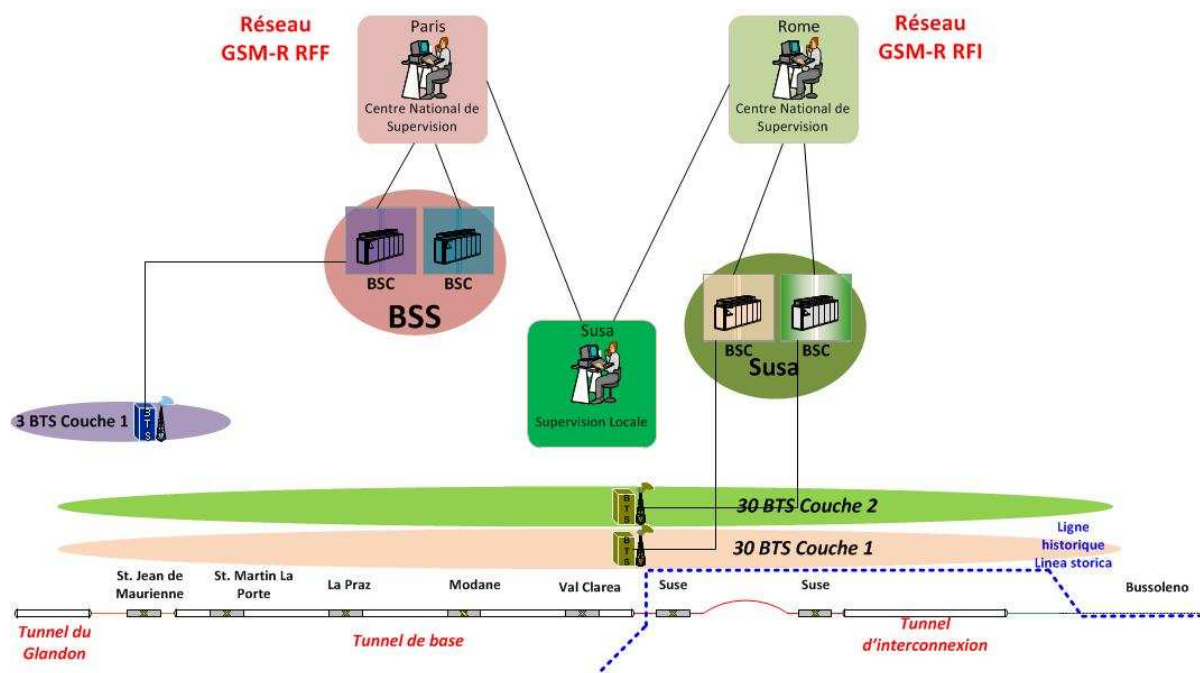


Figura 14: Architettura OMC

13 ARCHITETTURA TERMINALE GSM-R FILARE

Dei terminali filari GSM-R devono essere installati per i regolatori di energia e trasporto.

Avendo considerato l'ipotesi di raccordare l'essenziale della rete GSM-R alla rete RFI, e la copertura della stazione principale, Saint Jean de Maurienne, essendo anche sotto copertura RFI, i terminali filari GSM-R saranno raccordati loro stessi all'MSC RFI, ma anche all' MSC RFF.

Questi terminali sono collegati a un commutatore ferroviario. Questo impianto integra un insieme di applicazioni telefoniche ferroviarie per metterle a disposizione degli operatori attraverso un unico pannello di comando.

Per delle ragioni di sicurezza, utilizziamo due commutatori ferroviari, uno a Saint Jean de Maurienne e l'altro a Susa, entrambi raccordati agli MSC di RFI e RFF.

Localizzazione:

Un commutatore ferroviario deve essere installato al PCC di Saint Jean de Maurienne.

Un commutatore ferroviario deve essere installato al PCC di Susa.

Connessione:

Ciascuno dei commutatori ferroviari deve essere collegato all'MSC di Lione e MSC di Torino attraverso un collegamento 2 Mbits.

14 ESERCIZIO FERROVIARIO

Chiamiamo esercizio ferroviario, nel quadro del GSM-R, la gestione e configurazione della rete afferente alle chiamate di gruppo, alla dichiarazione degli abbonati, alla numerazione funzionale, alla definizione delle chiamate di emergenza.

Questo esercizio è per natura gestito a livello “NSS”, i parametri sono registrati negli impianti come gli HLR, SC. Quindi a priori viene effettuato dal partner che gestisce questa parte dell'infrastruttura su richiesta di LTF.

14.1 Configurazione ferroviaria

Le chiamate di gruppo e le chiamate d'emergenza devono essere implementate sia da RFF e RFI, secondo le specifiche operative di LTF.

Le chiamate di gruppo e le chiamate di emergenza devono essere implementate sui due strati radio (normale, soccorso).

I cellulari “clienti” che utilizzano la linea internazionale, cioè, al massimo, le locomotive portate a circolare sulla linea LTF, devono essere equipaggiate di terminali GSM-R, quindi delle schede SIM che appartengono a un operatore di infrastruttura GSM-R. Questi utilizzatori devono avere degli accordi di roaming con RFF e RFI.

☞ Questo deve essere un elemento dell'accordo del partenariato.

14.2 Le schede SIM del personale LTF

La rete GSM-R che coprono la più ampia zona LTF è secondo le nostre ipotesi quello RFI. Inoltre, i regolatori di traffico, sono raccordati allo GSM-R RFI. Sono quindi degli abbonati RFI, che possiedono una scheda SIM RFI, che sono dichiarate negli HLR RFI e integrati ad un piano delle numerazioni RFI. In conseguenza del quale sarà logico considerare che le schede SIM attribuite al personale LTF provengano anch'esse da questo operatore.

14.3 Piano di numerazione

Il piano di numerazione non ha incidenza sul costo d'investimento della rete.

Si raccomanda di ricorrere ogni volta che possibile alla numerazione funzionale. Deve essere armonizzato da una parte all'altra della frontiera RFF- RFI. Tuttavia, ogni volta che un cellulare LTF cambierà di rete a livello Saint Jean de Maurienne, sarà necessario di procedere a una nuova registrazione funzionale nella base dati di una nuova rete di accoglienza.

Occorre quindi prevedere diverse opzioni, qualsiasi possibilità e compatibili tra di loro:

- Effettuare una registrazione manuale a ogni cambiamento di rete. Questo sembra non operativo visto che non è sicuro che l'abbonato sia al corrente del cambiamento di rete.
- Una scheda SIM che integri una applicazione in grado di effettuare in automatico questa registrazione funzionale.
- Una connessione delle piattaforme intelligenti RFF e RFI che attraverso di un protocollo tipo CAMEL in grado di effettuare automaticamente queste registrazioni al momento delle iscrizioni nella rete di accoglienza.
- Ricorrere soprattutto alla numerazione attraverso l'MISISDN, senza utilizzare la numerazione funzionale.

Questi scenari vengono dati a titolo esemplificativo. Questo studio non deve fornire una soluzione definitiva per una rete che non sarà operativa prima di una decina di anni.

In ogni modo i regolatori dipendono dal piano di numerazione del fornitore dell'infrastruttura NSS (qui RFI).

☞ Questo deve essere uno degli elementi della trattativa LTF -RFF-RFI.

14.4 Allarme radio

Gli allarmi radio sono diretti a tutti i treni presenti in una cella che li diffonda. Con il rapporto automatico sulle cellule che inquadrino un'allarme radio ha conseguenze importanti sulla circolazione dei treni.

Occorre garantire la continuità degli allarmi e dei rapporti di allarme radio tra le due reti GSM-R RFF e RFI. I meccanismi GSM-R attuali possono generare in certi casi un'assenza di comunicazione per diversi secondi. Assenza durante la quale l'allarme non viene né ricevuto né trasmesso.

L'implementazione della zona di allarme, dove un allarme radio è diffusa, dovrebbe essere estesa alla distanza di arresto di un treno. Infatti, sulla rete RFF è costituita dalla cella che abbia ricevuto l'allarme emessa da un cellulare più ogni cella adiacente (n-1 et n+1). Sui TGV, questa zona di chiamata è estesa alle celle n-2 et n+2. A una transizione di rete GSM-R, la zona di chiamata deve essere propagata alle due reti di un numero di celle definito dalle parti considerate.

Inoltre, se necessario, resta la possibilità di attuare dei sistemi autonomi di rapporti longitudinali di allarme così come i sistemi esistenti di rapporto d'allarme tra una rete analogica e una rete GSM-R.

☞ Questo deve essere uno degli elementi della trattativa LTF -RFF-RFI.

15 ARCHITETTURA SICURIZZATA

I principi di sicurezza in vigore per una architettura GSM-R, che servono da supporto a ERTMS 2 riposano su una ridondanza di tutti gli impianti vitali. Questo si traduce, in particolare, in una ridondanza del NSS: due MSC, due HLR, due piattaforme IN (funzionalità ferroviarie, numerazione funzionale e LDA)

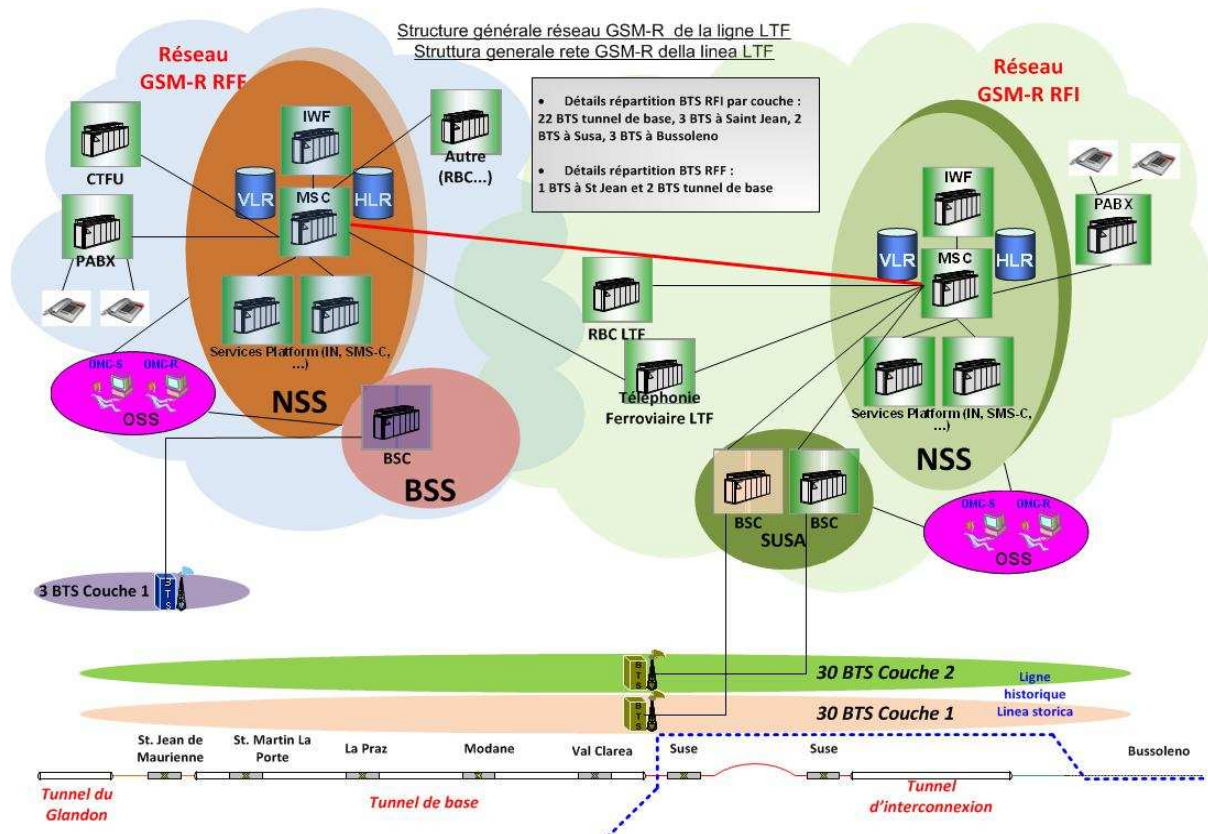


Figura 15: Architettura GSM-R sicurizzata

A livello BSS, due strati radio indipendenti si sovrappongono lungo il binario. Ciascuno di questi si scompone in un transcodificatore, una BSC e una serie di BTS, che gli sono propri. **I due strati radio hanno lo stesso livello di priorità**

I due strati che si sovrappongono lungo tutto il percorso ferroviario LTF. Sono comuni a due condotti delle gallerie, cioè che non esiste uno strato radio dedicato a ciascun condotto. L'inserzione dei parametri degli impianti per minimizzare in questo modo il rischio di "ping-pong" tra i due strati radio.

La BSC RFF è raccordata a uno stesso MSC RFF, come le due BSC LTF saranno raccordate allo stesso MSC RFI, questo per ottimizzare il funzionamento delle chiamate di gruppo e per garantire una migliore qualità di servizio riducendo gli hand-over inter MSC all'interno di una stessa rete (RFF o RFI).

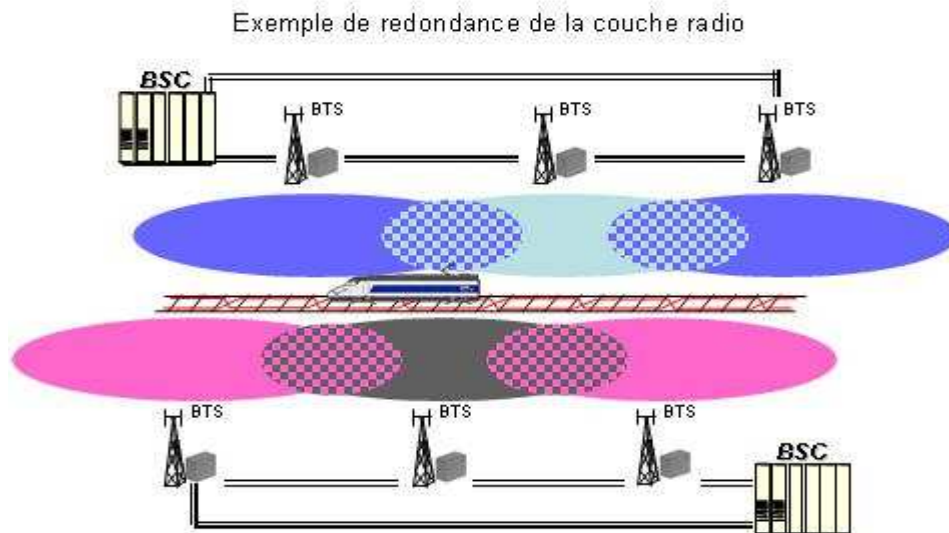


Figura 16: Ridondanza strato Radio

Le BTS sono raccordate ad un anello le cui estremità si concludono su una BSC che le gestisce.

Le BSC sono raccordate all'MCS attraverso dei collegamenti ridondanti

Gli impianti ridondanti devono essere localizzati se possibile in diversi edifici, se non in stanze diverse.

I collegamenti ridondanti che interconnettono gli impianti devono, se possibile, accedere ai siti attraverso un doppio accesso e doppia induzione. Devono percorrere tragitti fisici diversi.

I loop devono percorrere tragitti fisici diversi.

L'energia sarà protetta.

16 ACCORDO DI SERVIZIO E DI COORDINAZIONE

Un accordo di servizio deve essere negoziato tra LTF e RFF e tra LTF e RFI per la condivisione dell'infrastruttura GSM-R. Allo stesso modo, un accordo di coordinamento deve essere definito tra le tre parti.

La strategia della trattativa e la descrizione dettagliata degli item da gestire, delle opzioni da considerare e le raccomandazioni associate che non fanno parte di questo studio. Tuttavia, avendo l'esperienza di avere già trattato questo tipo di accordo e di condivisione della rete, possiamo abordare in sintesi in questo capitolo i grandi aspetti associati a questi accordi.

Le tappe più importanti sono:

- Accordo sull'architettura stabilita
- Accordo sulle delimitazioni di proprietà e sulle responsabilità
- Accordo sui vincoli associati all'interoperabilità
- Accordo sui principi di esercizio ferroviario delle linea
- Accordo sul livello di servizio da offrire alla linea internazionale
- Accordo sui principi di esercizio supervisione delle reti GSM-R in collegamento con gli altri sistemi e vincoli operativi
- Accordo sui principi di gestione dei dati ferroviari GSM-R: abbonati , schede SIM, piano di numerazioni , chiamate di gruppo
- Accordo sulle modalità di gestione delle evoluzioni
- Accordi sugli scenari di soccorso e caso di servizio degradato
- Accordo sui test e certificati che garantiscono l'apertura commerciale di LTF

16.1 Aspetto finanziario

Prendere in considerazione i costi seguenti:

- Costo d'investimento proprio alla linea
- Costo di investimento comune da ripartire su diversi progetti
- Costi interoperabilità standard, da condividere tra tutti i progetti frontaliere.
- Costi dell'interoperabilità propria alla linea, da minimizzare.
- Costi operativi della manutenzione, della supervisione e dell'esercizio

Prendere in considerazione i redditi seguenti:

- Reddito associato all'utilizzo dell'infrastruttura comune per il GSM-R