

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. TECNOLOGIE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

NODO DI TORINO

COMPLETAMENTO LINEA DIRETTA TORINO PORTA SUSÀ – TORINO PORTA NUOVA

PRESCRIZIONI TECNICHE – SISTEMA GSM-R

SCALA:

-

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

NT0P 00 D 58 KT TT0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Prima emissione	M.Ferretti 	Luglio 2019	M.Ferretti 	Luglio 2019	G. De Michele 	Luglio 2019	Ing. M.Gambaro Luglio 2019



File: NT0P00D58KTTT000001A.doc

n. Elab.: 06/tlc

PRESCRIZIONI TECNICHE – SISTEMA GSM-R	COMMESSA NT0P	LOTTO 00	CODIFICA D 58 KT	DOCUMENTO TT0000 001	REV. A	FOGLIO 2 di 12
---------------------------------------	------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	-------------------

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3	FINALITA' DEI SISTEMI DA REALIZZARE	4
3.1	SISTEMA RADIO TERRA-TRENO GSM-R	5
4	MODALITA' REALIZZATIVE DEL SISTEMA RADIO TERRA-TRENO GSM-R	5
4.1	DATI DI BASE PER LA PROGETTAZIONE	5
4.1.1	<i>Obiettivi di copertura</i>	5
4.1.2	<i>Classi di copertura</i>	5
4.1.3	<i>Requisiti di copertura</i>	6
4.1.4	<i>Obiettivi di qualità del servizio</i>	6
4.1.5	<i>Dimensionamento canali per il traffico</i>	7
4.1.6	<i>Link budget per siti in galleria</i>	8
4.1.7	<i>Simulazioni</i>	9
5	DIMENSIONAMENTO DELL'INTERVENTO	9
6	INSTALLAZIONE DEI SITI RADIO	10
6.1	STRUTTURA DEL SITO RADIO	10
6.1.1	<i>BTS (Base Transceiver Station)</i>	11
6.1.2	<i>Integrazione BTS e altri apparati del sito con rete esistente</i>	11
6.1.3	<i>Sistema di supervisione</i>	11
6.1.4	<i>Sistema di antenne</i>	12
6.1.5	<i>Impianto elettrico e di alimentazione</i>	12

1 PREMESSA

Il presente documento ha lo scopo di fornire una descrizione degli impianti e dei componenti del sistema di comunicazione radio terra – treno GSM-R nella nuova tratta di linea.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Verranno osservate tutte le specifiche tecniche norme, prescrizioni, istruzioni tecniche e disegni per gli impianti di telecomunicazioni in ambito FS con particolare riguardo a quanto di seguito riportato.

- STI: Specifiche tecniche di Interoperabilità per quanto concerne il GSM-R.

Le specifiche EIRENE e MORANE, nella versione più aggiornata, e in particolare i seguenti documenti standard:

- EIRENE Functional Requirements Specification (FRS)
- EIRENE System Requirements Specification (SRS)
- MORANE Sub-System Requirements Specification (SSRS) con relative Change Request (CR)
- MORANE ASCI Options for Interoperability
- MORANE FFFS for Functional Addressing
- MORANE FIS for Functional Addressing
- MORANE FFFS for Location Dependent Addressing
- MORANE FFFS for Confirmation of High Priority Calls
- MORANE FFFS for Presentation of Functional Numbers to Called and Calling Parties
- MORANE FIS for Location Dependent Addressing
- MORANE FIS for Confirmation of High Priority Calls
- MORANE FIS for Presentation of Functional Numbers to Called and Calling Parties
- MORANE FFFIS for Direct Mode
- MORANE FFFIS for Multiple Driver Communication

PRESCRIZIONI TECNICHE – SISTEMA GSM-R	COMMESSA NT0P	LOTTO 00	CODIFICA D 58 KT	DOCUMENTO TT0000 001	REV. A	FOGLIO 4 di 12
---------------------------------------	------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	-------------------

- UNISIG Subset 034, 048, 093, 108 ed eventuali modifiche e integrazioni

Sono inoltre da applicare le specifiche tecniche ferroviarie:

- SRS Linea AV Roma – Napoli Sistema Di Comando/Controllo della marcia dei treni Ertms/Etcs L2, cod. DI TC PATC SR AV 01 D02 B
- SPECIFICA TECNICA RFI TCTS ST TL 05 003 B – TT597 Impianti di telecomunicazioni per la sicurezza nelle gallerie ferroviarie
- Specifica Tecnica TT 620 “Impianti di radiopropagazione per gallerie ferroviarie – Estensione del GSM e GSM-R in cavo radiante” – DTCSTT ST TC 08 001A;
- Specifica tecnica RFI DTC ST E SP IFS ES 728 A “Sicurezza elettrica e protezione contro le sovratensioni per gli impianti elettrici ferroviari in bassa tensione” del 14/12/2018
- Disposizioni contenute nella lettera DT RFI prot. RFI-DTC-DNS\A0011\P\2008\0000541 avente oggetto “collegamenti delle masse dei sistemi radio – linea AC/AV BO-FI”;
- Disposizioni contenute nella lettera DMA RFI prot. RFI-DMA-IM.SST\A0011\P\2009\0000008 del 9/1/2009 avente oggetto “criticità riscontrate sull’installazione del dispositivo “Disaccoppiatore a radiofrequenza” negli impianti di radiopropagazione in galleria; soluzioni proposte da DMA”.

Verranno inoltre osservate tutte le specifiche tecniche, norme, prescrizioni, istruzioni tecniche e i disegni per gli impianti di telecomunicazioni riportate nel documento “Normativa di riferimento Impianti di telecomunicazioni”.

3 FINALITA’ DEI SISTEMI DA REALIZZARE

Il sistema Radio Terra-Treno (GSM-R) garantisce la comunicazione tra il personale di bordo e di macchina con il personale di terra. È inoltre essenziale per migliorare le condizioni di esercizio e la regolarità della circolazione ferroviaria, soprattutto in condizioni di emergenza a servizio delle squadre di soccorso VVF.

Ai fini della sicurezza in galleria il sistema GSM-R verrà realizzato secondo la specifica tecnica TT597 rev.B per garantire le comunicazioni radio di emergenza in galleria.

Nelle successive fasi progettuali e realizzative verranno installate, integrate e messe in esercizio tutti gli apparati del sistema GSM-R della tratta, garantendo la perfetta integrazione con la rete GSM-R esistente, sia di software e licenze con i sistemi di supervisione/gestione esistenti per la rete GSM-R nazionale.

L’attivazione della tratta in oggetto è successiva all’adeguamento del BSC (attività a cura di RFI) al fine di ospitare le nuove BTS installate nella tratta in oggetto.

PRESCRIZIONI TECNICHE – SISTEMA GSM-R	COMMESSA NT0P	LOTTO 00	CODIFICA D 58 KT	DOCUMENTO TT0000 001	REV. A	FOGLIO 5 di 12
---------------------------------------	------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	-------------------

3.1 SISTEMA RADIO TERRA-TRENO GSM-R

Il GSM-R è una piattaforma di comunicazione radiomobile, dedicata alle reti ferroviarie europee e definito da parte di UIC (Progetto EIRENE) e dal Consorzio MORANE. Esso costituisce il supporto trasmissivo di tutte le comunicazioni ferroviarie terra - treno di servizio sia di tipo fonia che dati.

Tutti i componenti radio del sistema GSM- R operano nella banda di frequenza prevista per le applicazioni UIC/FS:

- 876 - 880 MHz tratta di up-link
- 921 – 925 MHz tratta di down-link

Tale banda risulta assegnata alle FS tramite RFI da licenza del Ministero delle Comunicazioni.

L'architettura del GSM-R è quella tipica di una rete cellulare GSM e come tale si compone del sottosistema di commutazione e management (NSS) e del sottosistema di trasmissione (BSS).

4 MODALITA' REALIZZATIVE DEL SISTEMA RADIO TERRA-TRENO GSM-R

4.1 DATI DI BASE PER LA PROGETTAZIONE

4.1.1 Obiettivi di copertura

Gli obiettivi di copertura della rete radio sono:

- le aree in spazio aperto delimitate dai confini di proprietà FS (corridoio ferroviario, viadotti, trincee, ponti, scali ferroviari, ecc.)
- le aree esterne ai fabbricati ed edifici di proprietà FS realizzati in ambito di stazione o lungo linea quali, ad esempio, le stazioni, i depositi, le officine e i magazzini, i posti di comunicazione, i posti di interconnessione, ecc...
- le interconnessioni tra le direttrici interessate dalla copertura GSM-R
- le gallerie, compresi gli imbocchi, le finestre di accesso e le aree di emergenza.

Non sono oggetto di copertura del progetto radio:

- proprietà non appartenenti ad FS
- le pertinenze di proprietà FS non situate lungo linea o in ambito di stazione.

4.1.2 Classi di copertura

Si definiscono le due seguenti classi di copertura:

- Classe 2: apparato veicolare, 8 Watt di potenza massima di trasmissione, dotato di antenna esterna

omnidirezionale installata sull'imperiale della cabina di guida, a 4,5 mt. dal suolo (si consideri un bilancio tra guadagno di antenna e perdite del cavo pari a zero).

- Classe 4: apparato palmare, 2 Watt di potenza massima di trasmissione, lungo linea a 1,5 mt dal suolo.

4.1.3 Requisiti di copertura

Sono stati considerati come dati di progetto per i calcoli del link budget i seguenti valori:

- sensibilità della BTS ≤ -109 dBm
- assenza di tecniche di diversità di ricezione in uplink
- sensibilità dell'apparato veicolare = -104 dBm
- sensibilità dell'apparato palmare = -102 dBm

I requisiti di copertura radioelettrica da soddisfare sono i seguenti:

1. Classe 2: il livello di campo misurato in downlink, per ogni 100 mt. di linea, deve risultare superiore a -85 dBm con una probabilità del 95% dello spazio e del tempo e il rapporto S/N per la tratta di uplink deve essere maggiore o uguale al valore ottenuto nella tratta di downlink;
2. Classe 4: il livello di campo misurato in downlink, per ogni 100 mt. di linea, deve risultare superiore a -92 dBm con una probabilità del 95% dello spazio e del tempo e il rapporto S/N per la tratta di uplink deve essere maggiore o uguale al valore ottenuto nella tratta di downlink.

Si definisce area di overlapping a -85 dBm l'area di sovrapposizione tra due celle in cui la differenza tra l'equi campo a -85 dBm e i bordi dell'area è compresa entro 1 dB: tale area sarà non inferiore a 700 mt.

La rete GSM-R garantisce anche in galleria le stesse prestazioni e funzionalità previste all'esterno.

Nelle gallerie, a norma della specifica TT597, il segnale GSM-R viene irradiato con sistemi di antenne in configurazione phased array ma il presente progetto dovrà recepire, relativamente a questo aspetto, il contenuto della nota RFI-DTC.ST.T\A0011\P\2019\0000019 del 23/05/2019 che prescrive espressamente *di non adottare più la soluzione con doppia antenna e dispositivo sfasatore, raccomandando altresì l'installazione sulla volta di antenna singola.*

4.1.4 Obiettivi di qualità del servizio

La pianificazione frequenziale della rete, utilizza le 19 frequenze della banda GSM-R:

ARFCN	Frequenza di Uplink (MHz)	Frequenza di Downlink (MHz)
955	876,1+876,3	921,1+921,3
.....
973	879,7+879,9	924,7+924,9

La rete radio rispetta i seguenti requisiti di interferenza co-canale e di interferenza da canale adiacente:

- $C/I_c \geq 25$ dB
- C/I_a (essendo $a = +/-1$) ≥ 7 dB

La rete è realizzata con l'obiettivo di ottenere una percentuale di chiamate perse inferiore al 2%, sia in ambito di stazione che lungo linea, per le seguenti tipologie di utenze:

- personale a bordo treno dotato di apparati veicolari con antenna esterna
- personale di manutenzione operante lungo linea, dotato di telefoni operazionali 2 Watt
- personale in ambito di stazione

Inoltre, saranno rispettati i seguenti requisiti per la procedura di handover,:

- handover success rate $\geq 99,5\%$,
- handover time ≥ 300 ms,

in conformità con quanto specificato nel documento EIRENE SRS.

I tempi di call set-up, di call success rate, come pure l'end-to-end delay time soddisfano i requisiti descritti rispettivamente nelle specifiche EIRENE SRS ed ERTMS.

4.1.5 Dimensionamento canali per il traffico

I canali dedicati al traffico verranno dimensionati tenendo conto delle seguenti considerazioni:

- numero di treni presenti contemporaneamente;
- il personale di manutenzione deve essere considerato equamente distribuito sulle linee e stazioni della rete ferroviaria;
- devono essere considerati concentrati sulle stazioni e nodi: il personale di stazione, le squadre di manovra, gli utenti interni alla rete GSM-R che originano chiamate standard;
- nel dimensionamento dei carichi di segnalamento per le chiamate VGCS originate dalle squadre di

manovra, si deve considerare un tempo di circa 120 sec. tra due successive richieste di uplink; si deve supporre che le chiamate coinvolgano un dispatcher fisso ed uno mobile, ed interessino mediamente 5 siti per manovre in ambito di nodo, 2 siti per manovre in stazione;

- nella definizione dei gruppi per le chiamate di emergenza lungo linea e in ambito di stazione, si devono considerare sempre coinvolti un dispatcher fisso ed un dispatcher mobile.

4.1.6 Link budget per siti in galleria

Per i siti all'interno delle gallerie, si stima il seguente link budget:

- Coupling loss tra antenna della BTS e antenna del terminale mobile: 60 dB.
- Attenuazione longitudinale:
 - Primo km: 30 – 50 dB.
 - Km successivi: 20 – 30 dB. Pertanto, si stima la seguente distanza di copertura:

BTS/RRH TX power	46	dBm
Perdita dei codini	1	dB
Perdita del branching	3	dB
Guadagno d'antenna	17	dBi
EIRP	59	dBm
Livello di segnale richiesto @95%	-92	dBm
Coupling loss tra BTS e MS	60	dB
Perdita massima del segnale in aria	91	dBm
Attenuazione longitudinale	3	dB/100 m
Distanza di copertura	3033.3	m

4.1.7 Simulazioni

La valutazione della copertura radio è usualmente fatta non tenendo conto della propagazione all'interno delle gallerie e pertanto, nel caso specifico, si ritiene di non redigere il relativo documento.

Si ricorda infatti che nel Tool aziendale in uso i siti interni alla galleria non sono stati attivati per cui non viene mai calcolata la quota parte di copertura radio fornita da tali siti, né sono state inserite le antenne Pase-Array dei siti agli imbocchi predisposti per la copertura radio della galleria e delle zone antistanti gli imbocchi di uscita.

Le misure su impianti esistenti a nostra disposizione sono state analizzate e utilizzate per ricavare un modello di propagazione/previsione di copertura applicabile in galleria e nei pressi degli imbocchi.

Tali analisi e l'esperienza maturata tramite l'acquisizione di misure di campo in ambito ferroviario lungo le tratte AV/AC ha permesso di fare delle previsioni sia sull'andamento del segnale radio all'interno delle gallerie che nei pressi degli imbocchi. Tale previsione ha guidato la pianificazione radio sia in previsione di uno scenario nominale sia in caso di degrado dovuto alla mancata funzionalità di un sito.

5 DIMENSIONAMENTO DELL'INTERVENTO

L'area di copertura GSM-R dell'impianto in oggetto comprende sostanzialmente la nuova galleria fra le stazioni di Torino Porta Nuova e Torino Porta Susa.

Per l'intervento in questione si prevede di realizzare il sottosistema BSS sostituendo le BTS di Torino Porta Nuova e Torino Porta Susa con quelle di ultima generazione (Flexi EDGE) predisposte per la gestione remota dei moduli RRH che saranno ubicati in galleria e da cui si dirameranno le varie linee di cavo coassiale verso le antenne della galleria corrente e il cavo radiante delle varie uscite di emergenza.

Nella seguente tabella sono riassunte le lavorazioni previste per la copertura radio GSM-R delle varie uscite VVF:

	RRH	Cavo coax 7/8 (m)	Cavo radiante (m)	antenna
Uscita VVF n. 6		180	250	1
Uscita VVF n. 9	1	30	100	1
Uscita VVF n. 10		50	150	1
Uscita VVF n. 20/21	1	280	150	2
Uscita VVF n. 26		250	100	1
Uscita VVF n. 27	1	30	100	1
Uscita VVF n. 28		50	150	1
Uscita VVF n. 30	1	30	100	1

PRESCRIZIONI TECNICHE – SISTEMA GSM-R	COMMESSA NT0P	LOTTO 00	CODIFICA D 58 KT	DOCUMENTO TT0000 001	REV. A	FOGLIO 10 di 12
---------------------------------------	------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	--------------------

Si rimanda agli elaborati LFM per la vista planimetrica delle varie uscite ed all'elaborato NT0P00D58DXTT0000001 "Architettura Sistema GSM-R" per maggiori dettagli impiantistici.

6 INSTALLAZIONE DEI SITI RADIO

Per l'intervento in questione occorre distinguere due tipologie di sito radio: all'aperto (esistenti e soggetto di adeguamento) e in galleria (di uova realizzazione).

Il generico sito radio all'aperto comprende una sala apparati esistente per l'alloggiamento degli apparati (BTS indoor nuove, sistema di alimentazione, sistema di interconnessione con rete di trasporto).

Per i sistemi di antenna esterna saranno riutilizzati quelli esistenti mentre i sistemi di antenna destinati alla copertura dell'interno della galleria, a norma della specifica tecnica TT597 e in seguito al disposto della nota RFI-DTC.ST.T\A0011\P\2019\0000019 del 23/05/2019, saranno costituiti da singole antenne a basso profilo specifiche per l'installazione in galleria.

Il sito radio all'interno della galleria (RRH outdoor, sistema di alimentazione, sistema di interconnessione con rete di trasporto) saranno posizionati all'interno di un vano tecnologico dedicato, opportunamente dimensionato e coincidente col livello più basso del vano scale di alcune uscite VVF, in grado di ospitare gli apparati radio. A differenza dei siti radio esterni, in galleria gli apparati non saranno alloggiati in una struttura di protezione/climatizzazione, perciò saranno utilizzati apparati idonei all'installazione in ambiente esterno.

Le varie antenne, connesse alle RRH con cavo coassiale, saranno fissate alla volta della galleria con sostegni idonei a sopportare le sollecitazioni meccaniche a cui saranno sottoposti a causa delle sovrappressioni e delle vibrazioni. Si utilizzeranno antenne ad alta direttività e guadagno, caratterizzate da ridotta sezione di ingombro.

6.1 STRUTTURA DEL SITO RADIO

Il generico Sito Radio comprende i seguenti apparati:

- BTS/RRH: di tipo indoor da collocare in shelter/locale tecnologico per siti esterni, di tipo outdoor da collocare in nicchia per i siti interni alla galleria;
- sistema di interconnessione della BTS con rete di trasporto (ADM);
- sistema di antenne;
- Cavi RF;
- Shelter/locale apparati (con sistema di condizionamento);
- Stazione di energia;
- sistema di supervisione.

6.1.1 BTS (Base Transceiver Station)

Le BTS garantiranno la perfetta interfacciabilità all'esistente BSC di Torino.

Le BTS verranno posizionate all'interno dei locali apparati/shelter lungo linea mentre all'interno delle gallerie sono previste unicamente le unità remote RRH.

La funzione principale di una BTS è di realizzare la connessione in aria (Interfaccia Um) tra il BSC (Base Station Controller) e il terminale mobile (MS Mobile Station).

La BTS è collegata da un lato al BSC con rete fissa (Interfaccia A-bis) e dall'altro al sistema di antenne per l'interfaccia radio.

6.1.2 Integrazione BTS e altri apparati del sito con rete esistente

Per le connessioni dei siti GSM-R al BSC saranno utilizzati i flussi E1 opportunamente previsti dal progetto della rete SDH.

Le BTS del presente intervento saranno perfettamente integrate e messe in servizio nella rete GSM-R esistente.

6.1.3 Sistema di supervisione

Per ogni BTS è previsto un sistema di supervisione in grado di acquisire, presentare localmente e trasmettere al NOCC di Roma lo stato di funzionamento della stessa BTS e dell'impianto completo.

Gli sviluppi più recenti del sistema GSM-R prevedono un "sistema di supervisione attiva", che sarà implementato sui nuovi impianti in costruzione e progressivamente esteso agli impianti esistenti. Questo nuovo sistema, basato sulla piattaforma "Desigo" (già installata presso i centri compartimentali), consente la supervisione dei dati ambientali, la sorveglianza dei siti e il telecomando delle apparecchiature dal centro di controllo presso il NOCC di Roma, indipendentemente dal sistema di supervisione del sotto sistema BSS, al fine di ottimizzare i costi di intervento/manutenzione sui siti GSM/R.

In particolare, per ogni singolo sito saranno previsti i seguenti sistemi:

- Impianto di Climatizzazione con acquisizione seriale tramite protocolli proprietari specifici del costruttore e/o standard
- Impianto di alimentazione ed Energia in Continua con acquisizione seriale tramite protocolli proprietari specifici del costruttore e/o standard.
- Analizzatore di rete per rilevazione consumi con acquisizione seriale tramite protocolli proprietari specifici del costruttore e/o standard.
- Impianto Rivelazione Incendio con acquisizione dell'allarme rivelatore di fumo

- Impianto Controllo Accessi / Intrusione composto da Lettore di Badge 125 kHz ed interfaccia per l'acquisizione di stato porta, contatto magnetico per la segnalazione effrazione varco e comando incontro elettrico.
- Impianto di Videosorveglianza, fornito di Telecamera corredata di illuminatore IR, con interoperabilità con i sottosistemi di Rilevazione Fumi, Controllo Accessi e Antintrusione
- Impianto Rivelazione presenza attraverso Motion Detection (tramite TVCC);
- Quadro elettrico AC con acquisizione mancanza rete/guasto;
- Quadro elettrico DC con acquisizione stato interruttori per entrambe le linee.

In particolare, sarà prevista una unità di controllo, a struttura modulare, dotata delle seguenti caratteristiche:

- moduli I/O TX tramite i quali dovrà essere possibile l'acquisizione di n. 16 ingressi digitali e fornire n. 6 uscite digitali (comprensivi di riserve);
- n. 2 moduli TX I/O OPEN per l'integrazione seriale (RS485) dell'impianto di climatizzazione, della stazione energia e dell'analizzatore di rete (multimetro).

Gli elementi HW del sistema di supervisione e le relative alimentazioni saranno raccolti in un quadro elettrico cablato, dimensioni 500x900x300 mm, in struttura metallica.

La tensione di ingresso sarà pari a 48 Vdc, mentre le tensioni di uscita saranno pari a 12Vdc e 24Vac; il quadro del sistema di supervisione sarà installato sotto il quadro elettrico generale del sito mentre la comunicazione con il centro sarà realizzata tramite Ethernet e protocollo BACnet standardizzato a livello internazionale.

Il programma operativo, memorizzato in FLASH, sarà scaricato utilizzando il software di progettazione XWP – localmente tramite interfaccia RJ45 della stazione di automazione o tramite la rete (BACnet/IP o BACnet/LonTalk).

6.1.4 Sistema di antenne

Per la copertura radio all'aperto verrà riutilizzato l'esistente sistema di antenne costituito da un palo o traliccio di altezza adeguata. Sui suddetti pali/tralicci sono già installate le antenne GSM-R correttamente orientate.

In galleria verranno installate antenne in configurazione singola, fissate alla volta tramite idonea carpenteria metallica.

6.1.5 Impianto elettrico e di alimentazione

L'alimentazione degli apparati di cabina sarà la medesima già realizzata per gli apparati da sostituire mentre per gli apparati di galleria (RRH) si utilizzerà la rete di alimentazione del sistema di sicurezza gallerie e cui si rimanda per la descrizione di dettaglio.