

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J84H17000930009

**U.O. TECNOLOGIE NORD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RADDOPPIO LINEA CODOGNO-CREMONA-MANTOVA  
TRATTA PIADENA-MANTOVA**

**ELABORATI GSM-R**

**PRESCRIZIONI TECNICHE DI PROGETTO DELLA RETE RADIO GSM-R**

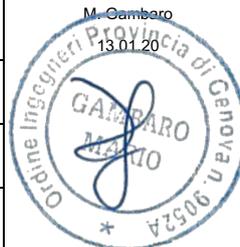
SCALA:

-

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

N M 2 5    0 3    D    5 8    R E    T T 0 0 0 0    0 0 1    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	PRIMA EMISSIONE	S. Bonato <i>Stefano Bonato</i>	13.01.20	S. Bonato <i>Stefano Bonato</i>	13.01.20	M. Berlingieri <i>MB</i>	13.01.20	M. Gambaro 13.01.20



File: NM2503D58RETT0000001A.doc

n. Elab.: tlc/01

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>2</b>
1.1	SCOPO .....	2
1.2	ACRONIMI .....	2
1.4	DOCUMENTI DI PROGETTO.....	4
1.5	NORME E STANDARD.....	4
<b>2</b>	<b>REQUISITI TECNOLOGICI DEL SISTEMA GSM-R.....</b>	<b>5</b>
2.1	REQUISITI PRESTAZIONALI DEL SISTEMA GSM-R .....	5
2.2	OBIETTIVI DI COPERTURA RADIO E REQUISITI INTERFERENZIALI .....	6
2.3	COPERTURA RADIO: .....	6
2.4	REQUISITI INTERFERENZIALI .....	7
2.5	REQUISITI DI INTEGRAZIONE .....	8
2.6	DIMENSIONAMENTO DEI CANALI .....	8
2.6.1	<i>Modelli di Traffico</i> .....	11
<b>3</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DELLA RETE RADIO GSM-R.....</b>	<b>12</b>
3.2	NORMALE FUNZIONAMENTO GSM-R E DEGRADO ESERCIZIO FERROVIARIO.....	15
3.2.1.1	Degrado della Rete GSM-R e Degrado esercizio ferroviario.....	16
3.3	PIANO FREQUENZE.....	16
11.1	APPARATI IN SHELTER.....	36
	IMPIANTO DI MESSA A TERRA IN SHELTER .....	38
11.2	SISTEMA DI ALIMENTAZIONE NUOVI SITI IN ROOM ESISTENTI – TIPO B.....	39

## 1 Introduzione

### 1.1 Scopo

Il presente documento definisce gli aspetti tecnici relativi all'adeguamento degli impianti del sistema radio Terra-Treno GSM-R per la tratta Mantova-Piadena.

Obiettivi di questo progetto saranno quelli di integrare e aggiornare la copertura radio GSM-R lungo la suddetta tratta. Gli aggiornamenti della copertura radio saranno necessari a garantire una copertura ridondata per adeguarla ai requisiti dettati dal sistema di segnalamento ERMTS L2.

Nel seguito sarà fornita una descrizione generale sullo stato degli impianti oggi in servizio e degli adeguamenti tecnologici necessari illustrando la tipologia di interventi necessari per l'aggiornamento tecnologico dell'impianto GSM-R nel rispetto delle specifiche EIRENE e i criteri di interoperabilità STI.

### 1.2 Acronimi

ACI	Archivio Configurazione di Impianto
AC/AV	Alta Capacità/Alta Velocità
ACCM	Apparato centrale a calcolatore Multistazione
ADM	Add Drop Multiplexer
AF	Alta Frequenza
ATPS	Armadio terminazioni Protezione Sezionamento cavi
AV	Alta Velocità
BSC	Base Station Controller
BSS	Base Station Subsystem
BTS	Base Transceiver Station (stazione radio base)
CDA	Collegamento Diretto Analogico
CDB	Circuito di Binario
CM	Configuration management
CTA	Centrale Telefonica Automatica
CTM	Console Telefonica Multifunzione
DBMS	Data Base Management System
DCC	Data Communication Channels
DCN	Data Communication Network
D&M	Diagnostica e Manutenzione
DCI	Dirigente Coordinatore Infrastrutture
DCM	Dirigente Centrale Movimento
DCO	Dirigente Centrale Operativo

**PRESCRIZIONI TECNICHE DI PROGETTO DELLA RETE RADIO  
GSM-R**

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
NM25	03 D58	RE	TT0000 001	A	3 di 41

DMA	Dispositivo di Multiplazione Allarmi
EIRENE	European Integrated Radio Enhanced Network
EM	Element Manager
ERTMS	European Railway Traffic Management
ETI	Elaboratore di Telecomunicazioni Integrato
FM	Fault management
FO	Fibra Ottica
GD/TLC	Gestione Dati sistemi Telecomunicazioni
GSM	Global System for Mobile Communications
GSM-P	Global System for Mobile Communications - Pubblico
GSM-R	Global System for Mobile Communications - Railway
GUI	Graphical User Interface
HD-ERTMS	High Density - European Rail Traffic Management System
HO	Handover
IP	Internet Protocol
LAN	Local Area Network
LFM	Apparati di Luce e Forza Motrice
LC	Linea Convenzionale
LD	Lunga Distanza
LL	Linea Lenta
LS	Linea Storica
MOC	Modulo Ottico di Giunzione e Terminazione F.O.
MD	Mediation Device
MSC	Mobile Switching Center
MPLS	Multi Protocol Label Switching
MUX-F	MULTipleXer Flessibile
NE	Network Element
NM	Network Manager
NZD	Fibre ottiche Not Zero Dispersion
OMC-R	Operation and Maintenance Centre \ Radio
OMC-S	Operation and Maintenance Centre \ Switchomg
OSI	OPDn Systems Interconnection
PC	Posto di comunicazione Ferroviaria
PCS	Posto Centrale Satellite (AV)
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
PM	Posto di Movimento
PPF	Posto Periferico Fisso

**PRESCRIZIONI TECNICHE DI PROGETTO DELLA RETE RADIO GSM-R**

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
NM25	03 D58	RE	TT0000 001	A	4 di 41

PRC	Primary Reference Clock
RBC	Radio Block Center
RPG	Radio Propagazione in Galleria
RFI	Rete Ferroviaria Italiana
SASE	Stand Alone Synchronization Equipment
SCC	Sistema di Comando e Controllo della Circolazione Ferroviaria
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SGRT	Sistema Gestione Rete Telecomunicazioni
SM-R	Fibra Ottica a Singolo Modo - Ridotto
SNMP	Simple Network Management Protocol
SW	Software
ST	Sistema Telefonico
STI	Sistema Telefonico Integrato
STSI	Sottosistema Telefonia Selettiva Integrata
STM	Synchronous Transfer Module
TE	Trazione Elettrica
TLC	Telecomunicazioni
TT	Terra Treno (Sottosistema)
WAN	Wide Area Network

### 1.3 Documenti di riferimento

### 1.4 Documenti di progetto

Ref.	Codice	Titolo
[1]	NM25 03 D58 RO TT0000 002	Progetto di copertura Rete Radio GSM-R
[2]	NM25 03 D58 DX TT0001 001	Architettura del Sistema Radio Terra - Treno (GSM-R)
[3]	NM25 03 D58 DX RT0001 001	Architettura del sistema Lunga Distanza (SDH)

### 1.5 Norme e standard

Ref.	Codice	Titolo
[4]	NM25 03 D58 RP TC0000 001A	Normativa di riferimento impianti di telecomunicazioni

## 2 REQUISITI TECNOLOGICI DEL SISTEMA GSM-R

L'intervento proposto consiste nell'adeguamento tecnologico della Rete GSM-R per la tratta in oggetto al fine di:

- rendere conforme il sottosistema radio GSM-R (BSS) alla caratterizzazione della copertura radio GSM-R su ERTMS/ETCS L2 nel rispetto delle specifiche EIRENE;
- soddisfare i requisiti prestazionali richiesti per il funzionamento "end to end" sia del sistema ERTMS/ETCS L2.

Tale adeguamento dovrà essere effettuato nell'ottica di dare continuità di copertura GSM-R sulla linea avendo una visione "coerente", "coordinata" ed "integrata" con la rete GSM-R esistente (AV/AC e Convenzionale). Si prevedrà di adeguare il presente sottosistema Radio per renderlo conforme ai requisiti prestazionali EIRENE per il corretto funzionamento dei sistemi ECTS/ERTMS L2. Sarà quindi necessario garantire una ridondanza di copertura radio mediante l'aggiunta di nuovi Siti di Accesso Radio GSM-R ed attraverso un'eventuale rimodulazione del numero di trasmettitori (TRX) dei siti esistenti al fine di aumentare la capacità di traffico offerta in termini di canali GSM-R.

Per i nuovi siti e per i siti oggetto di rinnovo, saranno installati apparati di accesso Radio (BTS) di nuova generazione, da integrare nella rete GSM-R di RFI anche come gestione e supervisione mediante i sistemi presenti presso il Centro di Gestione della rete GSM-R c/o NOCC di Roma Tuscolana. Le BTS dovranno essere interfacciate ai BSC di rete di competenza che raccolgono il traffico GSM-R generato indifferentemente su Linee AV/AC e su Linee Convenzionali e tali BSC e TRAU saranno collegati a nodi MSC non necessariamente co-locati nelle sedi BSC.

L'adeguamento tecnologico riguarderà pertanto i seguenti interventi:

- I siti di accesso Radio di nuova realizzazione saranno progettati secondo gli standard di realizzazione dei Siti di Rete Convenzionale (Siti LC) implementati a partire dalla Fase 6 del contratto GSM-R 62/2002 con apparati BTS di ultima generazione.
- Inserimento del sistema di supervisione attiva (Desigo) nei siti di nuova installazione.

Nei Posti di Servizio, Stazioni e fermate gli apparati GSM-R e di Trasporto saranno installati nei locali tecnologici se disponibili; in alternativa in shelter.

### 2.1 Requisiti prestazionali del sistema 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 (radio segnalamento). Tutti i componenti radio del GSM-R operano nella banda di frequenza prevista per le applicazioni UIC/FS:

- 876 - 880 MHz UPLINK
- 921 - 925 MHz DOWNLINK.

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

Gli impianti oggetto della presente prescrizione dovranno essere realizzati in conformità alle Normative di riferimento indicate al paragrafo 1.3.2 tra le quali in particolare le norme EIRENE e i requisiti di qualità indicati nella specifica "Subset 093" e UIC-O 2475 "ERTMS GSM-R QoS Test Specification".

## 2.2 Obiettivi di copertura radio e requisiti interferenziali

Gli obiettivi di copertura della rete radio sono:

- Aree in spazio aperto delimitate dai confini di proprietà FS (corridoio ferroviario, viadotti, trincee, ponti, scali ferroviari, ecc)
- 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...
- Aree di manovra e smistamento
- Interconnessioni tra le direttrici interessate dalla copertura GSM-R
- gallerie e relativi imbocchi
- Finestre di accesso/esodo alle gallerie
- Aree di emergenza delle gallerie

Non sono oggetto di copertura del progetto radio:

- Proprietà non appartenenti ad FS
- Pertinenze di proprietà FS non situate lungo linea o in ambito di stazione

## 2.3 Copertura Radio:

Per la tratta Mantova – Piadena il requisito di copertura radio prevede di:

- rendere conforme il sottosistema radio GSM-R (BSS) alla caratterizzazione della copertura radio GSM-R su ERTMS/ETCS L2 nel rispetto delle specifiche EIRENE;
- soddisfare i requisiti prestazionali richiesti per il funzionamento "end to end" del sistema ERTMS/ETCS L2.

La caratterizzazione della copertura radio GSM-R, che dovrà essere realizzata in fase di progettazione e attrezzata con requisiti con ERTMS/ETCS L2 in spazio aperto, è di seguito indicata:

- **Classi di copertura radio**

Classe 2: apparato veicolare (EDOR, CabRadio), 8 Watt, dotato di antenna esterna omnidirezionale installata sull'imperiale del treno a 4,5m dal suolo (si consideri un bilancio tra guadagno di antenna e perdite del cavo pari a zero). Sensitivity: -104 dBm.

- **Livelli di copertura radio**

- Classe 2 (Tratta Downlink): è richiesto che il livello di copertura radio in downlink, garantito al connettore di ricezione di antenna in fase di chiamata dalla cella servente, sia superiore a **-95**

**dBm al 95° percentile** e superiore a -83 dBm al 50° percentile, in ogni intervallo di 100 m della linea ferroviaria, sia in condizioni normali che in condizioni di degrado, cioè di indisponibilità contemporanea di più celle radio della linea, purché reciprocamente non adiacenti.

- Classe 2 (Tratta Uplink): ipotizzando che la sensibilità di una BTS sia di 5 dB migliore rispetto a quella offerta dai moduli radio di Classe 2 utilizzati per trasmissioni dati ETCS e per comunicazioni terra-treno nei Cab Radio (-104 dBm), è richiesto che il livello di copertura radio in uplink sia superiore a -100 dBm al 95° percentile e superiore a -88 dBm al 50° percentile, nelle medesime condizioni applicative utilizzate per la tratta downlink sopra indicate.

- **Copertura radio**

Realizzata mediante Siti di Accesso Radio (BTS+antenne) dedicati in spazio aperto.

- **Ridondanza di copertura radio**

Prevista a standard AV/AC di RFI.

## 2.4 Requisiti interferenziali

Per la tratta di cui sopra, i requisiti interferenziali C/I (Carrier / Interference) co-canale e di interferenza da canale adiacente C/Ia sono da garantire come descritto nei punti di seguito:

- C/I (minimo) condizioni nominali: 25dB;
- C/I (minimo) condizioni di degrado: 15dB.
- C/Ia (essendo  $a = +/-1$ )  $\geq 7$  dB

In merito al grado di servizio offerto dalla rete, il valore percentuale di chiamate bloccate ammesso dovrà essere  $\leq 1\%$ . La rete dovrà essere 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, in conformità con quanto specificato nel documento EIRENE SRS, dovranno essere rispettati i seguenti requisiti per la procedura di Handover (HO):

- HO success rate  $\geq 99,5\%$ ,
- HO time  $\leq 300$ ms,

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

## 2.5 Requisiti di Integrazione

Nei requisiti del progetto complessivo di sovrapposizione del sistema ERTMS/ETCS L2 al sistema SCMT sulla linea Mantova-Piadena, lo scenario di riferimento è quello in cui il traffico ferroviario sia gestito tramite un RBC di Linea come modellizzato nella sottostante figura.



Figura 1: Modellizzazione area di intervento ERTMS/ETCS L2 Linea Mantova-Piadena

Nei requisiti del progetto complessivo di sovrapposizione del sistema ERTMS/ETCS L2 al sistema SCMT è stata richiesta la presenza di un RBC di Linea presso Milano Greco PCS con “giurisdizione” sulla tratta Mantova(e)-Piadena(i);

In tale situazione, lungo la linea Mantova-Piadena, non dovranno essere considerati Handover (HO) di RBC. Per dimensionare i canali dedicati al traffico voce e di radio segnalamento occorre tenere conto delle seguenti considerazioni:

- Numero di treni presenti contemporaneamente per Sezione di Blocco Radio (SRB) con relative utenze (ERTMS e personale di condotta);
- 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;
- 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.

## 2.6 Dimensionamento dei canali

Per la stima della quantità minima di canali GSM-R si è considerato che il numero di canali di comunicazione supportati dalla rete GSM-R per la linea Mantova-Piadena, deve essere tale da garantire, anche in caso di degrado di traffico ferroviario o di degrado della rete GSM-R, le applicazioni vitali e non.

Di seguito sono riportati i modelli di traffico voce\dati\segnalamento, gli scenari di accodamento dei treni da considerare, le caratteristiche di tratta e di fornitura da utilizzare per il dimensionamento della rete GSM-R. Il calcolo del numero di canali totale per ogni sito sarà determinato tenendo in considerazione tre casistiche:

1. Normale Funzionamento GSM-R e normale esercizio ferroviario
2. Normale Funzionamento GSM-R e degrado esercizio ferroviario
3. Degrado della rete GSM-R e normale esercizio ferroviario

La progettazione di canali radio di comunicazione supportati dalla rete GSM-R per la linea Mantova- Piadena, in cui sarà presente un segnalamento del tipo ERTMS-L2, dovrà essere eseguita in maniera tale da garantire le applicazioni vitali e non vitali, in tutte le casistiche elencate precedentemente.

Il numero di canali di traffico GSM-R in condizioni di **“normale funzionamento della rete GSM-R”** (non sono presenti fuori servizio di una BTS o dei suoi componenti che portino ad una perdita di capacità di rete) e di **“normale esercizio ferroviario”** (non sono presenti situazioni di accodamento dei treni causate da condizioni di degrado della circolazione) è il seguente:

- **Tratti di piena linea (Area LINEA):**
  - 1 canale radio GSM-R per Treno da utilizzare in modalità Full Rate per applicazioni **“vitali”** (ETCS);
  - 1 canale radio GSM-R per Cella da utilizzare in modalità Full Rate per applicazioni **“non vitali”** (Comunicazione Terra-Treno di tipo **“Chiamata di Emergenza Ferroviaria”**);
  - $n_{AreaLINEA} \geq 1$  canali radio GSM-R per Treno da utilizzare in modalità Half/Full Rate per applicazioni **“non vitali”** (Comunicazione Terra-Treno di tipo **“Chiamata PtP”**; ad esempio chiamata **“Macchinista-DCO”**, altro);
- **Servizi a commutazione di pacchetto GPRS**
  - 1 canale radio GSM-R per Cella assegnato staticamente al GPRS al fine di garantire la disponibilità del servizio;
  - $n_{GPRS}$  canali radio GSM-R per Cella assegnati dinamicamente al GPRS secondo i criteri di progettazione in essere ( $n_{GPRS}$  pari al 70% del numero di canali radio disponibili per traffico sulla cella) al fine di assicurare una adeguata capacità di rete in termini di utenti serviti e un adeguato throughput all'utente finale in termini di kbit/s.
  -

In **condizioni di “degrado della rete GSM-R”** (sono presenti fuori servizio di una BTS o dei suoi componenti che portano ad una perdita di capacità di rete) e di **“normale esercizio ferroviario”** (non sono presenti situazioni di accodamento dei treni causate da condizioni di degrado della circolazione):

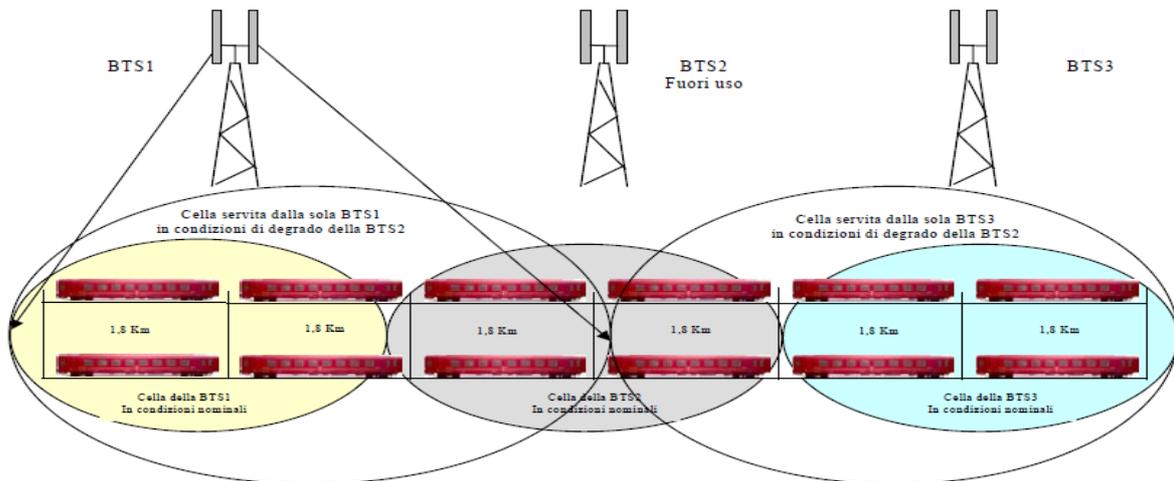
- nella zona (Area LINEA), la rete GSM-R dovrà essere in grado di garantire il numero minimo di canali GSM-R per le applicazioni vitali (ETCS) e non vitali (Comunicazione Terra-Treno) di cui sopra;

In caso di degrado, le BTS adiacenti prossime al guasto o fuori servizio, dovranno assicurare la disponibilità dei canali di traffico per le applicazioni vitali e non vitali assicurando le prestazioni minime.

Per la determinazione dei canali ERTMS richiesti dai treni (canali vitali), si possono considerare due tipologie di degrado della circolazione ferroviaria:

- accodamento dei treni contemporaneamente su entrambi i binari per tutta l'area servita dal sito in esame e con distanziamento dei treni minimo di 1,8 Km (Figura 2);
- accodamento su un unico binario per tutta l'area di interesse di un sito e marcia regolare sull'altro binario (Figura 3).

Al fine di determinare il numero di canali di traffico, nel caso di degrado ferroviario è stata utilizzata la prima ipotesi, estremamente conservativa. Nel caso di degrado GSM-R è stata considerata sempre la prima ipotesi unitamente alla condizione di fuori servizio di una BTS adiacente a quella interessata dall'accodamento.



**Figura 2: Accodamento contemporaneo su entrambi i binari in condizioni di degrado di traffico ferroviario**

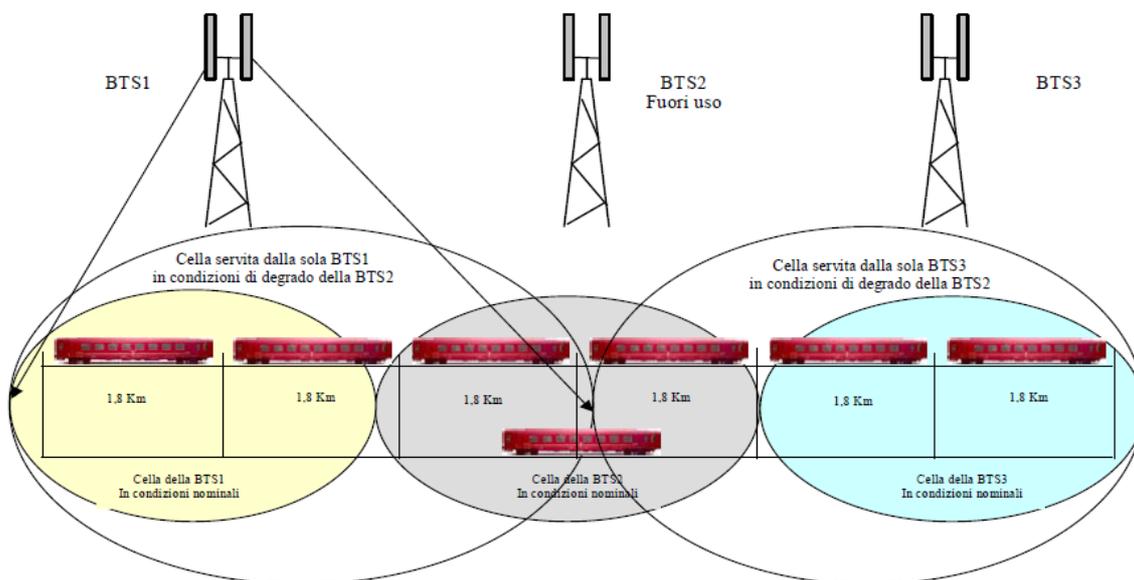


Figura 3: Accodamento su un binario con traffico regolare sull'altro in condizioni di degrado di traffico ferroviario

Nel paragrafo successivo viene descritto l'approccio affrontato, all'interno del progetto, in termini di modello di traffico, per il dimensionamento dei canali vitali (modello deterministico) e non vitali (modello statistico).

### 2.6.1 Modelli di Traffico

Il numero di canali di comunicazione supportati dalla rete GSM-R in condizioni nominali deve essere tale da garantire, anche in caso di degrado di traffico e di apparato, almeno i canali vitali per singolo treno ATP/ATC, Handover fra RBC ed inoltre rendere disponibile una comunicazione dati non vitale.

Per quanto sopra i modelli di traffico utilizzati sono i seguenti:

**Modello deterministico** per l'assegnazione dei canali **vitali** ETCS/ERTMS, caratterizzato da:

- **Tratti di linea senza Handover di RBC - per ogni Sezione di Blocco Radio (SRB)**
  - n. 1 canale di traffico per applicazioni "vitali" ETCS
- **Tratti di linea in zona di Handover di RBC - per ogni Sezione di Blocco Radio (SRB)**
  - n. 2 canale di traffico per applicazioni "vitali" ETCS
- **Tratti di linea (senza HO di RBC) in presenza di Posti di Movimento (PM)**
  - n. 2/4/6/8 canali di traffico per applicazioni "vitali" ETCS aggiuntivi

**Modello di Traffico statistico** per l'individuazione del traffico **non vitale**. Questo modello è stato valutato attraverso il traffico (in Erlang) generato dalle chiamate misurate, sulla base dei contatori di BSC, in ogni cella della rete nell'ora di picco nell'arco di osservazione di una settimana. Il rapporto Erlang/chiamata del modello che verrà utilizzato per determinare la relativa probabilità di blocco su base cella, è stato individuato come il maggiore tra i valori su base oraria; è stato ottenuto dividendo il valore orario di Erlang per il numero di chiamate effettuate all'interno della cella in esame nello stesso orario.

I requisiti di cui sopra devono essere soddisfatti sia in condizioni nominali di rete sia in condizioni di degrado GSM-R (guasto o fuori servizio di BTS non adiacenti) che ferroviario. In condizioni di degrado, le BTS adiacenti prossime al guasto o fuori servizio, devono assicurare la disponibilità dei canali di traffico per le applicazioni vitali e non vitali assicurando le prestazioni minime sopra richieste. Il numero di Handover di RBC e l'estensione della zona di HO di RBC sono considerati come dati di input per la determinazione del numero di canali di traffico GSM-R, da cui discendere la configurazione delle BTS in termini di moduli di ricetrasmisione (TRX).

### 3 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE RADIO GSM-R

L'attuale copertura radio GSM-R della tratta Mantova – Piadena ha la funzione di assicurare le comunicazioni ferroviarie di servizio e quelle per il controllo e protezione dei treni. Il sistema Radio Terra-Treno (GSM-R) costituisce il supporto trasmissivo del radio segnalamento ERTMS e garantisce la comunicazione tra il personale di bordo e di macchina con il personale di terra.

Il sistema GSM-R in esercizio è stato realizzato nel rispetto delle specifiche EIRENE e i criteri di interoperabilità STI; tali requisiti devono essere mantenuti in seguito al rinnovo tecnologico oggetto di questo appalto.

Le BTS sono raggruppate in serie distinte in modo da garantire la ridondanza di copertura e sono connesse al BSC di competenza attraverso la rete SDH.

Si riporta di seguito la situazione dei siti radio presenti nella tratta (esistenti e nuovi) per raggiungere i requisiti di copertura radio descritti nei precedenti capitoli.

#### 3.1 Tratta Mantova-Piadena

Di seguito la situazione dei siti della tratta Mantova-Piadena distinta per siti nuovi ed esistenti.

##### Siti esistenti

Nome Sito	Id Sito	Tipo BTS	Configurazione RF
MANTOVA	L291S008	BS240	(4,0,0)
INT CASTELLUCCHIO MANTOVA	L291S007	BS240	(2,0,0)
OSPITALETTO MANTOVANO	L291S006	BS240	(2,0,0)

Nome Sito	Id Sito	Tipo BTS	Configurazione RF
BOZZOLO	L291S005	BS240	(2,0,0)
PIADENA	L272S004	BS240	(2,0,0)

**Tabella 1 – siti GSM-R esistenti**

Per quanto riguarda la stazione di **Bozzolo**, in considerazione del fatto che l'attuale shelter della BTS risulta interferente con le lavorazioni dovute all'adeguamento a STI dei marciapiedi della stazione e alla realizzazione del nuovo sottopasso, si prevede la dismissione dello shelter e del palo di antenna, spostamento della BTS all'interno del locale tecnologico del PPM e la realizzazione di un nuovo palo.

Negli shelter esistenti di "INT CASTELLUCCHIO-MN" e "OSPITALETTO MANTOVANO" verranno sostituite le BTS serie BS240 con nuove BTS di tipo FLEXI.

### Nuovi siti

Sito	Classe Sito GSM-R	Altezza supporto antenna (mt)	Locale apparati
CASTELLUCCHIO	D	24	Shelter
MARCARIA	D	24	Room
INT BOZZOLO PIADENA	D	24	Shelter

**Tabella 2 – nuovi siti**

Attraverso la realizzazione dei nuovi siti sopra elencati sono raggiunti i requisiti di copertura radio ridondata. Per l'analisi della disponibilità dei canali di traffico necessari per gestire il traffico ERTMS sono stati presi in considerazione i piani schematici ERTMS del progetto definitivo della tratta Mantova-Piadena e le simulazioni di copertura radio di ciascun sito GSM-R. Ad ogni sito radio sono stati associati i Circuiti di Binario che ricadono sotto la propria copertura in modo che per ogni treno corrisponda un canale di traffico vitale. Di conseguenza vengono stimate le percentuali di blocco corrispondenti per ogni cella sui canali di traffico residui.

Di sotto la tabella riepilogativa con il numero di canali da utilizzare per ogni sito in esame prendendo come riferimento quanto definito sopra.

Per l'analisi della disponibilità dei canali di traffico necessari per gestire il traffico ERTMS-L2 nella linea, sono state prese in considerazione le simulazioni di copertura radio di ciascun sito GSM-R. Ad ogni sito radio sono stati associati il numero di treni corrispondente ai Circuiti di Binario che ricadono sotto la propria copertura in modo che per ogni treno corrisponda un canale di traffico vitale. Di conseguenza vengono stimate le percentuali di blocco corrispondenti per ogni cella sui canali di traffico residui.

Il calcolo del numero di canali utilizzerà i modelli di traffico descritti nel paragrafo precedente. Per quanto riguarda i canali **vitali** verrà utilizzato il modello deterministico, mentre per quelli **non vitali** quello statistico con valore di traffico pari a **0.1 Erl**.

Il calcolo del numero dei canali si basa sui requisiti di linea definiti nei paragrafi precedenti con le seguenti casistiche:

1. Normale Funzionamento GSM-R e normale esercizio ferroviario
2. Normale Funzionamento GSM-R e degrado esercizio ferroviario
3. Degrado della rete GSM-R e normale esercizio ferroviario

Il degrado di esercizio ferroviario è definito come un accodamento di treni con presenza di un treno per ogni sezione Blocco Radio (SBR) su entrambe le direzioni di marcia, mentre il degrado della rete GSM-R è definito come guasto o fuori servizio di una singola BTS. In condizioni di degrado di rete GSM-R le BTS adiacenti dovranno assicurare la disponibilità dei canali di traffico per le applicazioni vitali e non vitali assicurando le prestazioni minime.

Si osserva che sviluppando l'analisi della determinazione dei canali partendo dal caso 2, per poi estenderlo al caso peggiore di degrado contemporaneo della rete GSM-R e degrado esercizio ferroviario, si determinerà il limite superiore all'interno del quale ricadranno tutte e tre le casistiche sopra citate.

Di seguito sono illustrate le modalità di calcolo dei canali suddivise per le casistiche precedentemente descritte.

### 3.2 Normale Funzionamento GSM-R e Degrado esercizio ferroviario

Attraverso un tool di simulazione è stato possibile definire la lunghezza della copertura della cella del singolo sito lungo la linea; a seguito di questo si è proceduto all'analisi dei canali vitali e non vitali.

L'analisi dei canali **vitali**, per entrambi i binari dell'interconnessione, è stata realizzata utilizzando la seguente formula come modello deterministico

$$\text{Canali richiesti per sito} = \left\{ \frac{\text{Lunghezza cella (in metri)}}{1800 \text{ m}} * X \right\} + Y$$

Dove:

- 1800m è la distanza tra due circuiti di binario
- X= 2 canali lungo l'intera linea AV dove non è previsto HO RBC; 4 in caso di HO-RBC
- Y=0 se non è presente PM; 2/4/6/8 se presente PM
- Lunghezza cella (in metri) rappresenta la copertura della cella in esame

Come definito nel paragrafo 2.3.1 il numero di canali **non vitali** è stato calcolato partendo da uno scarico di rete su base oraria nell'arco temporale di una settimana dei siti della linea da cui:

- è stato determinato il massimo valore di Erlang/chiamata orario;
- è stato moltiplicato il massimo valore di Erlang/chiamata orario per il numero dei treni (canali **vitali**) in transito sotto il sito/cella in esame ipotizzando per ognuno di essi un collegamento telefonico non vitale;
- è stato verificato che i canali non vitali determinati generino una Probabilità di blocco prossima all'1%

Assumendo queste condizioni il valore di Erlang/chiamata calcolato è pari a **0.1Erl**.

La Probabilità di blocco del traffico non vitale sarà calcolata tramite la formula di ErlangB che tiene in considerazione come valori di ingresso il Numero di canali non Vitali disponibili e gli Erlang dei canali non Vitali. La soglia di Blocco di riferimento in condizioni normali è pari all'1%; un valore superiore non implica una rimodulazione dell'analisi in quanto condotta per il caso peggiore di occupazione di canali radio.

Il calcolo dei Canali Disponibili è stato definito come il numero minimo di TRX da utilizzare per soddisfare la richiesta di Canali Vitali utilizzando la seguente associazione TRX-Canali di traffico disponibili (TCH) riportata di seguito:

TRX	Canali Disponibili
1	6
2	14
3	22
4	30

**Tabella 3: Canali di Traffico Disponibili associati ai TRX (Due TS sono fissi, uno per il BCCH e uno per l'SDCCH; per più di 2 TRX possono essere utilizzati ulteriori SDCCH in modalità dinamica)**

### 3.2.1.1 Degradamento della Rete GSM-R e Degradamento esercizio ferroviario

Attraverso un tool di simulazione di copertura è stato possibile definire la lunghezza della copertura della cella del singolo sito/settore lungo la linea considerando un singolo guasto o fuori servizio di una BTS adiacente. In questo caso le BTS adiacenti dovranno assicurare la disponibilità dei canali di traffico per le applicazioni vitali e non vitali. L'analisi dei canali vitali e non vitali è stata realizzata allo stesso modo del caso di normale funzionamento della rete GSM-R.

Si fa notare che in questa condizione avendo una lunghezza di cella maggiore, aumenterà anche il numero dei canali vitali che saranno gestiti dalla stessa cella della BTS.

Di seguito la tabella riepilogativa che evidenzia i risultati ottenuti dalle analisi sopra descritte per la linea Mantova-Piadena.

#### Mantova-Piadena

TABELLA ANALISI TRAFFICO																				
COPPIE BINARI	ID SITO	CONFIG.RF	PROG. KM	PM	#PM	H.O. RBC	Canali disponibili	Canale radio non vitale full rate	Canale GPRS Statico	n_GPRS Dinamici	Dim.CELLE	Condizione nominale di rete GSM-R				Dim.CELLE	Condizione di degrado di rete GSM-R			
												Canali vitali richiesti	n_area_linea	Erlang canali Non Vitali richiesti	Probabilità di blocco del traffico non vitale		Canali vitali richiesti	n_area_linea	Erlang canali Non Vitali richiesti	Probabilità di blocco del traffico non vitale
1	Mantova	4,0,0	89,70	si	6	NO	30	1	1	21	2,10	9	19	0,90	<1%	4,20	11	17	1,10	<1%
1	int Cast-MN	2,0,0	85,50	no		no	14	1	1	9	5,50	7	5	0,70	<1%	7,65	9	3	0,90	<1%
1	Castellucchio	2,0,0	78,80	no		no	14	1	1	9	5,50	7	5	0,70	<1%	7,55	9	3	0,90	<1%
1	Ospitaletto MN	2,0,0	74,50	no		no	14	1	1	9	4,80	6	6	0,60	<1%	6,85	8	4	0,80	<1%
1	Marcara	2,0,0	69,00	si	2	no	14	1	1	9	5,40	8	4	0,80	<1%	8,05	11	1	1,10	<1%
1	Bozzolo	2,0,0	63,70	si	2	no	14	1	1	9	5,00	8	4	0,80	<1%	7,35	11	1	1,10	<1%
1	int Bozzolo-Pia	2,0,0	59,00	no		no	14	1	1	9	4,20	5	7	0,50	<1%	6,05	7	5	0,70	<1%
1	Piadena	2,0,0	55,30	si	4	no	14	1	1	9	1,80	6	6	0,60	<1%	3,70	9	3	0,90	<1%

**Tabella 4 – Canali radio richiesti**

### 3.3 Piano Frequenze

La pianificazione delle frequenze da sviluppare nell'ambito del progetto esecutivo dovrà rispettare i criteri precedentemente elencati e mantenere le seguenti condizioni:

- Impiego della banda di frequenze UIC GSM-R (larghezza di banda 4MHz; Uplink: 876-880 MHz; Downlink: 921-925 MHz - n.19 portanti)

- Assegnazione di frequenze non adiacenti a BTS consecutive sia in condizioni normali sia in condizioni di degrado.
- Rispetto dei requisiti interferenziali espressi nei paragrafi precedenti.

Durante la fase di attivazione e test delle nuove BTS dovrà essere prodotto un piano frequenze dedicato per i nuovi siti in modo da evitare interferenze con le frequenze on air.

### 3.4 Formato Dati di Output della Progettazione

Nell'elaborato NM25 03 D58 RO TT0000 002 "Progetto di copertura Rete Radio GSM-R" sono riportati i siti radio presi in considerazione con la simulazione di copertura valutata sui dati di base di questo progetto.

L'Appaltatore dovrà produrre un nuovo progetto radio della rete sulla base del posizionamento e dei dati radio dei siti previsti dal progetto esecutivo (tipo di antenna, EIRP, ecc.). Il progetto radio dovrà essere elaborato in coordinate UTM ED50 in funzione del posizionamento della tratta sul territorio nazionale, si dovranno utilizzare il fuso 32 o 33.

Il progetto, su eventuale richiesta del Committente, dovrà essere esportabile in formato ATOLL e WINRPT.

Per ogni tratta/nodo il progetto deve riportare le seguenti informazioni minime:

1. Codice sito
2. Nome sito
3. Coordinata UTM X
4. Coordinata UTM Y
5. Quota del sito s.l.m.
6. Numero dei settori
7. Azimuth
8. Tilt
9. Tipo di antenna utilizzata, per settore
10. Altezza del base antenna dal suolo, per settore
11. Potenza al connettore di antenna in dBm, per settore
12. Tipo di modello di propagazione utilizzato
13. Numero delle portanti per settore
14. ARFCN delle portanti
15. traffico in Erlang smaltito (nel rispetto dei requisiti di qualità e servizio), per settore
16. LAC di appartenenza
17. BSC e MSC di appartenenza
18. Flag che indichi l'ubicazione del sito (in stazione o nodo; lungo linea)
19. Celle adiacenti

Saranno fornite anche le seguenti mappe, in formato A0 e in scala adeguata, relativamente ai requisiti di copertura/interferenziali a 4,5m dal suolo:

- Mappa di copertura con suddivisione dei livelli di campo nelle seguenti classi:
  - Livello di campo  $\geq -65$  dBm con probabilità del 95%: colore rosso
  - $-65$  dBm < Livello di campo  $\leq -75$  dBm, con probabilità del 95%: colore arancio
  - $-75$  dBm < Livello di campo  $\leq -85$  dBm con probabilità del 95%: colore giallo
  - $-85$  dBm < Livello di campo  $\leq -92$  dBm con probabilità del 95%: colore verde
  - $-92$  dBm < Livello di campo  $\leq -98$  dBm con probabilità del 95%: colore azzurro
  - Livello di campo  $\geq -98$  dBm con probabilità del 95%: colore bianco
  
- Mappa di analisi interferenziale "C/Ic", con valori del rapporto C/Ic suddiviso nelle seguenti classi:
  - $C/Ic \geq 40$  dB, colore bianco
  - $30$  dB  $\leq C/Ic < 40$  dB, colore giallo
  - $25$  dB  $\leq C/Ic < 30$  dB, colore rosso
  - $C/Ic < 25$  dB, colore verde
  
- Mappa di analisi interferenziale "C/Ia", essendo  $a = +/-1$ , con valori del rapporto C/Ia suddiviso nelle seguenti classi:
  - $C/Ia \geq 22$  dB, colore bianco
  - $12$  dB  $\leq C/Ia < 22$  dB, colore giallo
  - $7$  dB  $\leq C/Ia < 12$  dB, colore rosso
  - $C/Ia < 7$  dB, colore verde

Le mappe di copertura dovranno essere descrittive del corridoio ferroviario con asse sul tracciato ferroviario e avente almeno 1 Km di larghezza.

Le predizioni di copertura delle mappe di cui sopra dovranno essere calcolate, su base cella, su aree di 40 Km di raggio. Inoltre, dovranno essere allegati al progetto i file che descrivono i diagrammi di radiazione delle antenne utilizzate nel piano di copertura. Si dovranno descrivere i link budget considerati per le due classi di copertura definite nei paragrafi precedenti, fornendo i valori considerati per i parametri che lo caratterizzano. Inoltre, dovrà descrivere in dettaglio il modello o i modelli di propagazione implementati nel tool di predizione di copertura radioelettrica, nei differenti scenari propagativi.

## 4 CARATTERIZZAZIONI DI SITO

Di seguito sono indicate le prescrizioni tecniche e le caratterizzazioni d'impianto, il contenuto delle lavorazioni a corpo, in termini di forniture, lavori e servizi di rete che l'Appaltatore è tenuto ad effettuare per l'aggiornamento del sito GSM-R.

### 4.1 Tipologie di siti per rinnovo siti

Le tipologie di siti che verranno utilizzate, con riferimento alla nomenclatura utilizzata in ambito linea storica, sono:

#### Siti di Tipo B

Sono quelle installazioni dove l'Appaltatore utilizzerà un idoneo locale preesistente (Room) per l'alloggiamento degli apparati di Accesso Radio di Rete GSM-R ma dovrà essere prevista la posa in opera di una struttura dedicata per i relativi sistemi di antenna (con relativo plinto di fondazione).

#### Siti di Tipo D

Sono quelle installazioni per le quali RFI non è in grado di mettere a disposizione nessuna infrastruttura preesistente. L'Appaltatore dovrà prevedere la posa in opera ex-novo di Shelter dedicati all'alloggiamento degli apparati di Accesso Radio di Rete GSM-R e dovrà posare una struttura dedicata per i relativi sistemi di antenna. Lo shelter dovrà essere posizionato su un'idonea platea di nuova realizzazione, mentre per la struttura porta antenne dovrà essere previsto un relativo plinto di fondazione.

Di seguito si fornisce una descrizione degli interventi previsti per la realizzazione dei vari tipi di siti.

#### 4.1.1 Descrizione degli interventi necessari

L'adeguamento tecnologico prevede l'installazione di nuovi Shelter (lungo linea, oppure in stazione) o in room dei nuovi PPM.

Per le fonti di alimentazione degli shelter si prevede una fornitura dedicata da ente distributore di energia elettrica; il sistema elettrico dei nuovi shelter dovrà essere configurato in modo per poter essere alimentato dall'ente distributore di energia elettrica (con quadro QPL).

Il nuovo shelter dovrà essere fornito e posato con allestimento completo come nel caso di un nuovo sito, come meglio indicato nei prossimi paragrafi.

#### Shelter e platea

Le dimensioni minime esterne degli shelter che saranno installati dovranno essere le seguenti:

- Lunghezza 2700 mm.

- Larghezza. 2250 mm.
- Altezza 2700 mm.

Le dimensioni dei telai contenenti ADM, Supervisione Attiva e terminazione fibre per impianti outdoor sono le seguenti:

- Lunghezza: 700 mm
- Larghezza: 700 mm
- Altezza: 2200 mm

Le dimensioni della platea in cemento armato per ospitare shelter e plinto del palo dovranno essere m. 6 x 8 con spessore di 30 cm. Occorre prevedere una nuova recinzione per il nuovo shelter e per la struttura porta antenne.

L'Appaltatore potrà valutare in fase di progettazione se utilizzare Shelter di diverse dimensioni in funzione degli spazi di posa disponibili, adeguando conseguentemente dimensioni / caratteristiche della platea di posa. Dovrà essere realizzata una recinzione di altezza complessiva pari a 2 m da quota terreno; la recinzione dovrà essere costituita da un muretto in cls altezza fuori terra 50 cm e spessore 30 cm con sovrastante pannello in acciaio zincato tipo Keller di altezza pari a circa 1,50 m fissato sul muretto. Nel caso in cui non possa essere utilizzato lo standard sopra indicato, la recinzione dovrà comunque avere una distanza minima di 1,5 m dalle pareti dello shelter e di 1 m dal palo. Qualora la recinzione cadesse nella zona di rispetto TE e non si potessero comunque rispettare le distanze minime sopra richiamate, si dovrà adottare una recinzione di tipo dielettrica. Dovrà essere installato un cancello pedonale di ingresso al sito realizzato con struttura portante in acciaio zincato e pannelli tipo Keller (apertura minima 90 cm). Dovrà essere realizzato uno scalino di accesso allo shelter che, allo scopo di preservare le caratteristiche di isolamento da terra, non dovrà essere collegato alla struttura dello shelter medesimo ma saldamente ancorato alla sola platea. All'interno dell'area della platea di posa dello shelter dovrà inoltre essere realizzato un plinto di fondazione idoneo a supportare il palo / traliccio selezionato per l'installazione del sistema di antenna come di seguito descritto.

### **Strutture porta antenne e cavi coassiali**

Le strutture porta antenne (tralicci o pali) avranno dimensioni comprese tra i 15 e i 30 metri. Le dimensioni dei tralicci o dei pali esistenti possono variare a seconda del sito in questione e generalmente sono comprese tra i 15 e i 30 metri. Le armature del plinto di fondazione della struttura non sono collegate alle armature della platea dello shelter.

Le dimensioni minime del plinto variano in base alle altezze del palo e alla struttura del sito e dovranno essere dimensionate nella progettazione esecutiva per rispettare i requisiti seguenti.

Sulle strutture dovranno essere installati i sistemi di antenna comprensivi dei cavi RF di adeguata sezione per il collegamento alla BTS atto a conseguire i requisiti di copertura come da progetto radioelettrico riportato nella scheda radio del sito. Queste strutture saranno dimensionate per ospitare almeno tre antenne GSM-R (di

dimensioni 2.5m) e anche eventuali antenne per il GSM-Pubblico. L'oscillazione alla sommità della struttura del sistema d'antenna (palo + antenna) dovuta al vento dovrà essere al massimo  $\pm 1,5^\circ$ .

La scala di salita del palo o del traliccio (tipo TEMA) è di norma installata sul lato opposto ai binari. Il pozzetto di Messa a Terra (M.a.T.) del traliccio ha dimensioni cm. 40 x 40 con coperchio in cemento ed è posizionato nell'angolo più vicino al palo della platea allargata.

Per quanto riguarda i cavi coassiali, nel caso di riutilizzo di pali esistenti, si prevede la sostituzione di quelli esistenti con nuovi. Questi saranno fissati al palo con appositi fissacavo (tipo FIMO).

Il passaggio dei cavi coassiali dalla base del traliccio alla BTS, verrà realizzato attraverso uno o più tubi in pvc  $\varnothing 120$  esistente o, se usurato, verrà creato un cavidotto dedicato.

Non è consentito l'installazione di eventuali splitter o altri dispositivi in sommità del palo in quanto non agevola le successive attività manutentive.

### **Disaccoppiatori**

Lo scopo del disaccoppiatore è quello di separare galvanicamente il cavo RF dallo shelter o dal PPM, proteggendo permanentemente sia gli apparati tecnologici che il personale addetto alla manutenzione.

Ogni disaccoppiatore sarà installato alla base della struttura porta antenne ad altezza uomo. Questo è fornito con codini precablati ed il connettore esterno è protetto con guaina termo restringente. Ogni disaccoppiatore sarà contenuto in una scatola di contenimento (non sono accettate installazioni di più disaccoppiatori all'interno della stessa scatola).

### **Passanti stagni / entrata cavi**

Per l'ingresso dei cavi nello shelter, devono essere previsti un numero adeguato di passanti stagni mentre per i locali TLC dei PPM saranno utilizzati i pozzetti esterni sui marciapiedi previsti per l'ingresso delle fibre ottiche.

### **Posizionamento pozzetti ingresso cavi shelter**

Saranno previsti almeno 2 pozzetti di dimensioni cm. 80 x 80 posizionati in prossimità degli ingressi cavi previsti nello shelter (passanti stagni) nei quali far transitare il cavo a fibra ottica in entrata e in uscita. I pozzetti dovranno essere posizionati in maniera tale da agevolare le attività di manutenzione.

### **Apparati interni allo Shelter**

All'interno dello shelter dovranno essere installati i seguenti apparati:

- Due Stazioni di Energia in configurazione (N+1) dotate di convertitori in uscita 220 Vac / 48 Vcc aventi la funzione di alimentare i carichi del sito radio GSM-R ed i rispettivi assorbimenti in potenza. L'alimentazione della Stazione di Energia dovrà essere prelevata dal "Punto di Consegna ENEL" dedicato a 400Vac / 50Hz 3P via QPL e Trasformatore di Isolamento. Le Stazioni di Energia dovranno

inoltre essere dotate di adeguato “pacco batterie” capace di garantire una autonomia di almeno 8 ore agli apparati in Vcc del sito (BTS, ADM, ecc.). Gli alimentatori delle stazioni di energia potranno anche essere inserite nel rack N3 dell'apparato SDH al fine di diminuire lo spazio necessario nello shelter.

- Una Stazione Radio Base (BTS) in configurazione ridondata, la cui tipologia ed il cui equipaggiamento in termini di portanti e configurazione radio saranno definite in base alla scheda radio del sito. Nel caso di siti Revamping in cui sarà necessario modificare la BTS con una nuova, sarà necessario rimodulare la potenza in apparato in base alle nuove perdite dovute alla diversa lunghezza cavi, connettori, combiner, ecc. L'apparato BTS sarà contenuto all'interno di un opportuno Rack di contenente anche la piastra di branching.
- Un apparato di Trasposto SDH (ADM16) che dovrà essere installato all'interno di un armadio in tecnica N3 di dimensioni 900 x 600 x 2200 mm contenente anche:
  - Pannello di distribuzione energia e allarmi
  - Un numero adeguato di cassette ottiche per terminazione, giunzione ed il passaggio in continuità delle fibre ottiche
  - Un patch panel FE e un patch panel SPV
  - Due switch IP L2/L3 di tipo industriale dotati di alimentatori in continua equipaggiati con minimo 8 interfacce 10/100 Mbps elettriche e 2 interfacce gigabit ethernet necessarie per realizzare la supervisione attiva del sito
  - Ripartitore elettrico con un adeguato numero di piastre di estrazione flussi 2Mb/s elettrici. I flussi 2Mb/s in uscita dall'apparato ADM che sarà necessario attestare saranno 63 (Tx+Rx) di cui 8 saranno quelli provenienti dalla BTS.
- Un quadro contenitore per gli apparati della supervisione attiva che dovrà essere installato sulla parete sinistra dello shelter sotto il QE, con relativa unità di alimentazione con tensione di ingresso 48 Vcc e tensioni di uscita 12 Vcc e 24 vcc. Le dimensioni minime saranno mm. 500 x 250 x 900.
- Un Quadro Elettrico che dovrà essere costituito da due sezioni separate, una in corrente alternata 400/230 Vac ed una in corrente continua 48 Vcc. In particolare, la parte in corrente continua 48 Vcc dovrà essere a sua volta suddivisa in due sezioni al fine di alimentare tramite due linee distinte gli apparati che prevedono una ridondanza di alimentazione. I componenti e gli interruttori previsti per ciascuna sezione sono i seguenti:
  - Sezione 400/230 Vac
    - Sezionatore quadripolare “Generale” 40A.
    - Fusibili di presenza rete.
    - Multimetro digitale.
    - Interruttore MT tetrapolare “S.E. GSMR” 16A curva C.
    - Interruttore MT bipolare “CDZ1” 16A curva C.
    - Interruttore MT bipolare “CDZ2” 16A curva C.
    - Interruttore MT differenziale 003 “Prese” 16A curva C.

- Interruttore MT bipolare "Illuminazione" 6A curva C.
- Interruttore MT "Riserva" 10A curva C.
- Sezione 1 48 Vcc
  - Sezionatore bipolare "Generale" 48 Vcc 63A.
  - Interruttore MT unipolare "BTS" 40A curva C.
  - Interruttore MT unipolare "ADM Linea 1" 6A curva C.
  - Interruttore MT unipolare "Apparato IP1 linea 1" 4A curva C.
  - Interruttore MT unipolare "Apparato IP2 linea 1" 4A curva C.
  - Interruttore MT unipolare "Supervisione attiva linea 1" 4A curva D.
  - Interruttore MT unipolare "Riserva" 6A curva C.
- Sezione 2 48 Vcc
  - Sezionatore bipolare "Generale" 48 Vcc 63A.
  - Interruttore MT unipolare "BTS" 40A curva C.
  - Interruttore MT unipolare "ADM Linea 2" 6A curva C.
  - Interruttore MT unipolare "Apparato IP1 linea 2" 4A curva C.
  - Interruttore MT unipolare "Apparato IP2 linea 2" 4A curva C.
  - Interruttore MT unipolare "Immissore aria" 4A curva C.
  - Interruttore MT unipolare "Riserva" 6A curva C.

La sezione a 48 Vcc del Q.E. dovrà essere separata meccanicamente dalla sezione a 400 / 230Vac. Le due sezioni opportunamente separate potranno coesistere nel medesimo quadro. La sezione 1 a 48 Vcc del Q.E. dovrà essere alimentata dal primo dei due interruttori presenti sulla stazione di energia (F1). Analogamente la sezione 2 a 48 Vcc del Q.E. dovrà essere alimentata dal secondo interruttore presente sulla stazione di energia (F2).

### **Prese shelter**

Saranno previste 2 prese da 16A Schuko. Nelle adiacenze della presa di alimentazione o in prossimità del tavolino dovrà essere prevista una presa LAN collegata verso l'armadio N3 su apposito "patch panel" per il collegamento verso rete IP.

### **Impianto di illuminazione shelter**

È prevista l'installazione di 2 plafoniere da 2x18 W, con attacchi a soffitto e almeno un tubo della plafoniera funzionante in emergenza con autonomia di circa 1 ora. La plafoniera sarà montata sul soffitto ai fini di una corretta illuminazione dell'ambiente e per escludere ogni interferenza da parte di altre apparecchiature presenti. L'illuminazione di emergenza dovrà essere condizionata da mancanza alimentazione e comando interruttore accensione luci.

### **Luce esterna shelter**

Sarà costituita da una plafoniera esterna compatta IP 65 con schermo in policarbonato e lampade a fluorescenza da 2x18 W, montata sopra la porta di entrata e dotata di rilevatore di presenza a infrarossi e sensore crepuscolare.

### **Distribuzione elettrica shelter**

I cavi di collegamento tra QE ed apparati e tra le varie apparecchiature dovranno essere posati in canalina PVC.

### **Griglie passacavi shelter**

Le griglie metalliche previste nello shelter dovranno essere utilizzate per la posa dei cavi coassiali e della fibra ottica. I cavi dovranno essere posati sopra la rastrelliera. La griglia metallica dovrà essere resa equipotenziale con tutte le altre masse metalliche interne allo shelter mediante collegamento alla barra equipotenziale.

### **Barra equipotenziale shelter**

La barra equipotenziale dovrà essere fissata alla struttura dello shelter mediante appositi isolatori. La struttura dello shelter dovrà essere collegata alla barra equipotenziale in 2 punti di collegamento, normalmente da prevedere agli estremi della barra. Dovrà essere garantita l'ispezionabilità dei punti di collegamento con le apparecchiature e dovranno essere apposti i cartellini identificativi.

### **Impianto estrazione Fumi shelter**

Prodotti dalle batterie a servizio della stazione di energia che dovrà essere costituito da aperture di ventilazione naturale opportunamente dimensionate nel rispetto della normativa vigente.

### **Impianto di terra shelter**

Per il sistema di messa a terra e protezione delle sovratensioni degli impianti TLC, vale quanto indicato dalla Appendice n.1 alla Specifica tecnica IS728 e dalle Disposizioni integrative per la protezione contro le sovratensioni di apparati e impianti rif. Prot. UA 22/11/2007 RFI-DTC-DNS\A0011\p\2007\0.

### **Cartellonistica shelter**

- È prevista la fornitura dei seguenti cartelli di sicurezza (dimensioni in mm  $\pm 20\%$ ):
- Soccorso di emergenza (dim. mm. 330x460).
- Cartello di divieti (dim. mm. 350x125).
- Vietato l'accesso ai non autorizzati.
- Vietato fumare e/o usare fiamme libere.
- Qui non usare acqua per spegnere incendi.
- Apparecchiature sotto tensione (dim. mm. 350x125).
- Adesivo giallo nero sulla soglia della porta.
- Cartello Area Video Sorvegliata

All'esterno della porta andrà apposta una targhetta identificativa dell'impianto con indicazione di: nome impianto, codice impianto, coordinate (Longitudine e Latitudine) e dicitura "IMPIANTO ALLARMATO, PRIMA DI ENTRARE AVVISARE IL NOC".

### **Tavolino /Scaletto shelter**

Il tavolino sarà realizzato con misure cm. 75 x 60 su guida scorrevole; lo scaletto sarà una scala pieghevole. Sarà inoltre fornita una tasca portadocumenti che sarà installata sulla parete di fondo dello shelter in prossimità del tavolino.

### **Chiavi di accesso shelter**

Si prevedrà di fornire un'unica chiave di accesso agli shelter, utilizzando un contenitore portachiavi da inserire normalmente in prossimità del cancello di accesso della recinzione nel muretto di sostegno della recinzione stessa, in cui sono presenti le chiavi per accedere allo shelter o ai vari servizi dedicati. Nei siti/impianti per cui non sarà possibile realizzare la recinzione, la posizione del contenitore dovrà essere concordata con la Direzione dei Lavori.

### **Supervisione apparati di Accesso Radio di Rete GSM-R**

Gli apparati di Accesso Radio di Rete GSM-R (BTS) dovranno essere integrati a livello di supervisione e controllo nei sistemi di Operation and Maintenance (O&M) in esercizio nel Centro di Gestione della Rete GSM-R c/o NOCC Roma Tuscolana. Per assicurare il relativo collegamento RFI renderà disponibili adatti canali di collegamento tra il PCS di Roma Termini ed il NOCC di Roma Tuscolana, mediante la propria rete SDH.

### **Supervisione apparati Rete di Trasporto SDH**

Gli apparati ADM dovranno essere integrati a livello di supervisione e controllo nei sistemi di Operation and Maintenance OMC-SDH (TNMS) in esercizio nel Centro di Gestione Operativa (NOC) di RFI di Roma Tuscolana prevedendone eventuali espansioni / upgrade (hardware, software, licenze) al fine di garantire l'integrazione dei nuovi apparati.

### **Supervisione apparati Rete IP/MPLS**

Gli apparati Switch IP L2/L3 dovranno essere integrati a livello di supervisione e controllo nei sistemi di Operation and Maintenance OMC-IP/MPLS (EMC2) in esercizio nel Centro di Gestione Operativa (NOC) di RFI di Roma Tuscolana prevedendone eventuali espansioni / upgrade (hardware, software, licenze) al fine di garantire l'integrazione dei nuovi apparati.

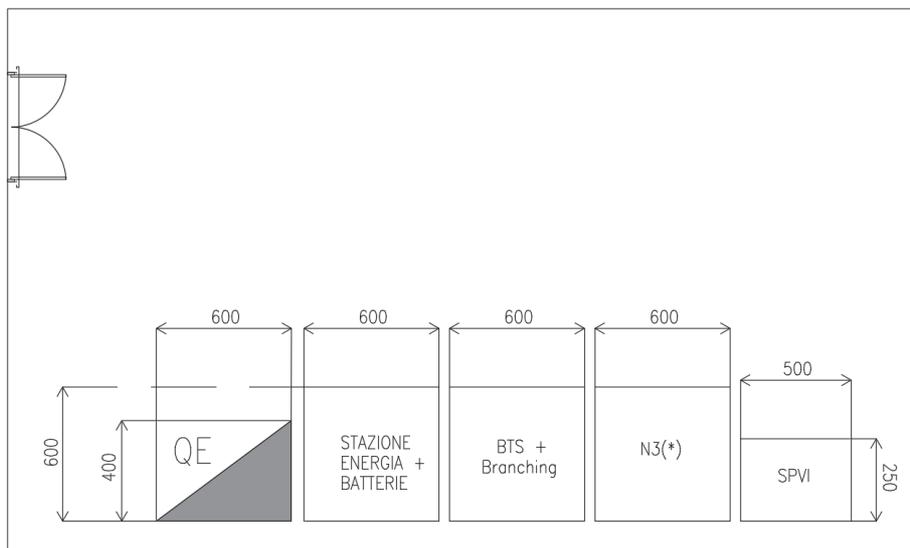
## **4.2 Tipologie installative e implementative di Sito**

### **4.2.1 Sito di tipo B**

Questa Tipologia riguarda tutti i siti in cui si utilizzerà il locale tecnologico del PPM per l'alloggiamento degli apparati. Il sistema di antenna completo, atto a conseguire i requisiti di copertura come da progetto radioelettrico, verrà installato su nuove infrastrutture con relativo plinto di posa. Queste antenne saranno collegate con cavo coassiale alla piastra di branching posta all'interno dell'armadio contenente la BTS.

Insieme ai cavi sarà necessario inserire anche il disaccoppiatore, il quale sarà contenuto in una scatola di contenimento a tenuta stagna posta alla base della struttura porta antenne (non sono accettate installazioni di più disaccoppiatori all'interno della stessa scatola). In funzione della tipologia di sito radio.

Di seguito viene mostrato un tipico di posizionamento apparati all'interno di un locale:



**Figura 4 Layout sito di tipo "B"**

I nuovi apparati TLC (GSM-R, di trasporto e di Supervisione Attiva) presenti all'interno della sala apparati, saranno alimentati dal sistema di alimentazione derivato dal SIAP.

La supervisione degli apparati di accesso radio GSM-R (BTS), degli apparati della rete di trasporto SDH (ADM) e degli apparati della Rete IP/MPLS (Switch IP L2/L3) dovrà essere realizzata prevedendone l'integrazione nei sistemi di Operation and Maintenance OMC-R (NetAct Radio), OMC-SDH (TNMS) e OMC-IP/MPLS (EMC2) in esercizio nel Centro di Gestione Operativa (NOC) di RFI di Roma Tuscolana. La supervisione e la gestione degli impianti tecnologici dovrà prevedere l'integrazione degli allarmi della stazione di energia nel sistema di Operation and Maintenance OMC-SGIT (Desigo) in esercizio nel Centro di Gestione Operativa (NOC) di RFI di Roma Tuscolana.

Sulla tratta Mantova-Piadena questa tipologia è prevista per i siti di Bozzolo e Marcaria.

#### **4.2.2 Sito di tipo D**

Questa Tipologia riguarda tutti i siti in cui si dovrà prevedere la posa in opera ex novo di Shelter e della struttura porta antenne, inclusi tutti i nuovi apparati TLC e cavi già descritti per la tipologia precedente.

Le dimensioni della platea in cemento armato per ospitare shelter e plinto del palo dovranno essere m. 6 x 8 con spessore di 30 cm. Occorre prevedere una nuova recinzione per il nuovo shelter e per la struttura porta antenne (vedi dettagli paragrafi precedenti). Lo shelter dovrà essere isolato da terra.

La figura seguente riporta una rappresentazione indicativa dell'area in cui dovrà essere realizzato il sito di accesso radio GSM-R.

Sulla tratta Mantova-Piadena i siti di questa tipologia sono INT Castellucchio-Mantova (esistente), Castellucchio, Ospitaletto Mantovano (esistente), INT Bozzolo-Piadena.

Per i siti esistenti è prevista la sola sostituzione della BTS.

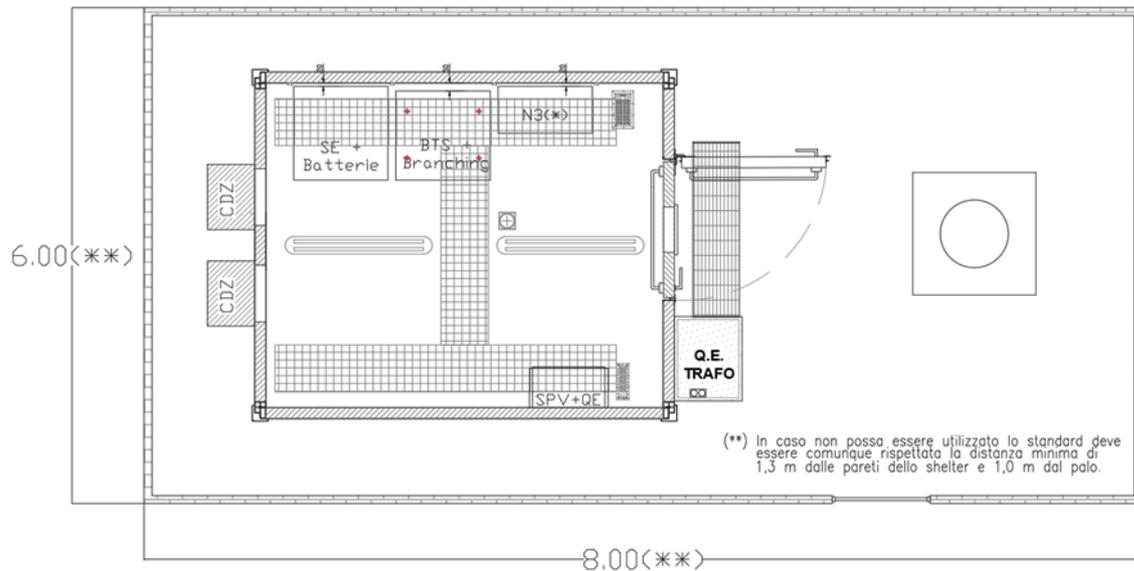


Figura 5 Layout shelter GSMR

### 4.3 Supervisione e Gestione Impianti Tecnologici: Supervisione Attiva

Nei siti GSM-R collocati in shelter, occorrerà prevedere un sottosistema di Supervisione e Gestione dedicato agli impianti tecnologici chiamato Supervisione Attiva già presente negli impianti esistenti.

Attraverso tale sistema, sarà possibile controllare lo stato dei seguenti impianti e sistemi (Rif 1):

- Controllo impianto di Climatizzazione;
- Controllo impianto di alimentazione ed Energia;
- Controllo analizzatore di rete per rilevazione consumi;
- Controllo impianto Rivelazione fumi e incendio;
- Controllo impianto Accessi / Intrusione;
- Controllo impianto di Videosorveglianza, con Telecamera e Visione Notturna;
- Controllo impianto Rivelazione di accesso e anti-intrusione al sito;
- Controllo impianto Microfonico locale, wide range;
- Controllo Quadro elettrico AC con acquisizione mancanza rete/guasto.

In ogni caso, oltre all'allarmistica riportata al sistema di gestione della supervisione attiva, saranno da implementare anche 3 allarmi riportati come contatti secchi sulla morsettiera degli apparati di trasporto e quindi resi disponibili al sistema di gestione della Rete di Trasporto SDH:

- Guasto stazione di energia.

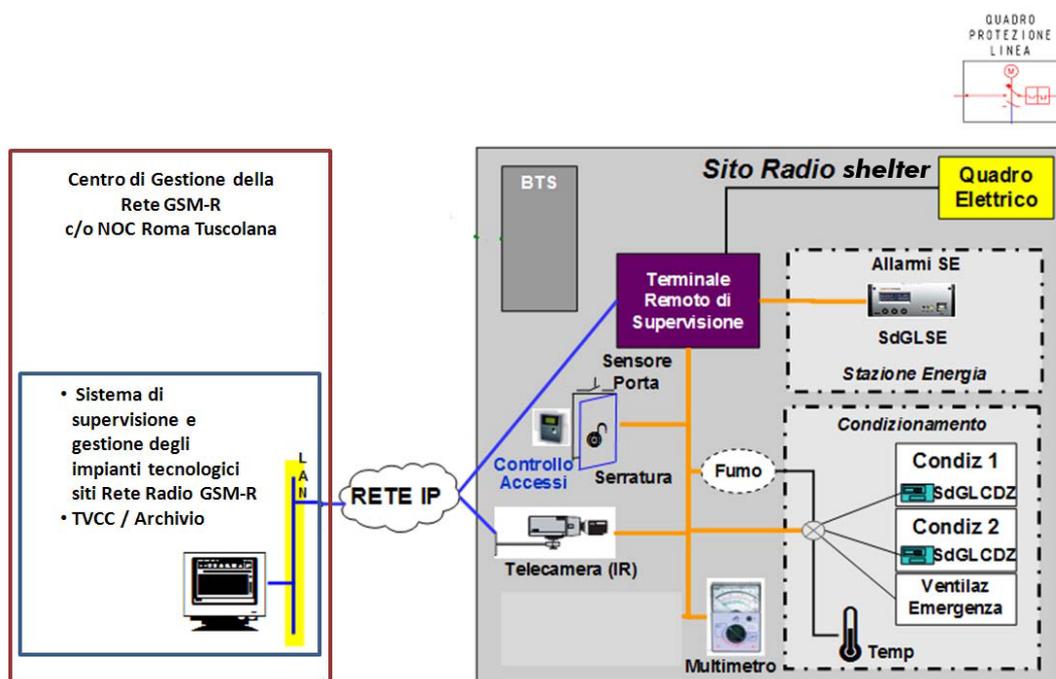
- Segnalazione di minima tensione di batteria.
- Mancanza rete.

Questi ultimi tre allarmi saranno anche gli unici remotizzati attraverso la supervisione attiva per i siti che saranno collocati in room in quanto lo stato degli impianti ed allarmi descritti nel (Rif 2) saranno trasportati al PCS di MI G.P. in analogia a quanto realizzato per la linea TO-PD.

Il traffico di supervisione e gestione proveniente dal singolo sito sarà instradato verso i server in esercizio al NOC, attraverso una rete IP/SDH dedicata.

I siti GSM-R controllati dalla supervisione attiva, verranno gestiti da un client dedicato integrato nei sistemi di Operation and Maintenance (O&M) in esercizio nel Centro di Gestione della Rete GSM-R, presso il NOC di Roma Tuscolana.

L'architettura ad alto livello del sistema di supervisione attiva per i siti radio in shelter è riportata nella figura seguente:



**Figura 6 Architettura sistema supervisione attiva per shelter**

Per ognuno dei sottosistemi di impianto gestiti dalla supervisione attiva, sono implementate diverse logiche di supervisione e controllo che rendono disponibili le seguenti funzionalità:

- **Sistema di alimentazione**
  - Settaggio da remoto di tutti i parametri della stazione di energia che possono essere gestiti

localmente.

- Programmazione da remoto di test periodici o su richiesta dei cicli di carica e scarica delle batterie.
- Controllo dello stato degli interruttori dei quadri in Vcc ed in Vac.
- Controllo dei consumi tramite multimetro.

- **Sistema di climatizzazione**

- Settaggio da remoto di tutti i parametri dei condizionatori che possono essere gestiti localmente.
- Controllo della temperatura ambiente.
- Controllo dello stato della ventola di immissione comandata da un termostato esterno alle sonde di temperature dei condizionatori.

- **Sistema di videosorveglianza**

- Registrazione video digitale tramite telecamera TVCC a seguito di effrazione del sito.
- Registrazione video digitale tramite telecamera TVCC a seguito di attivazione della motion detection nel caso di sito non soggetto a manutenzione o effrazione.

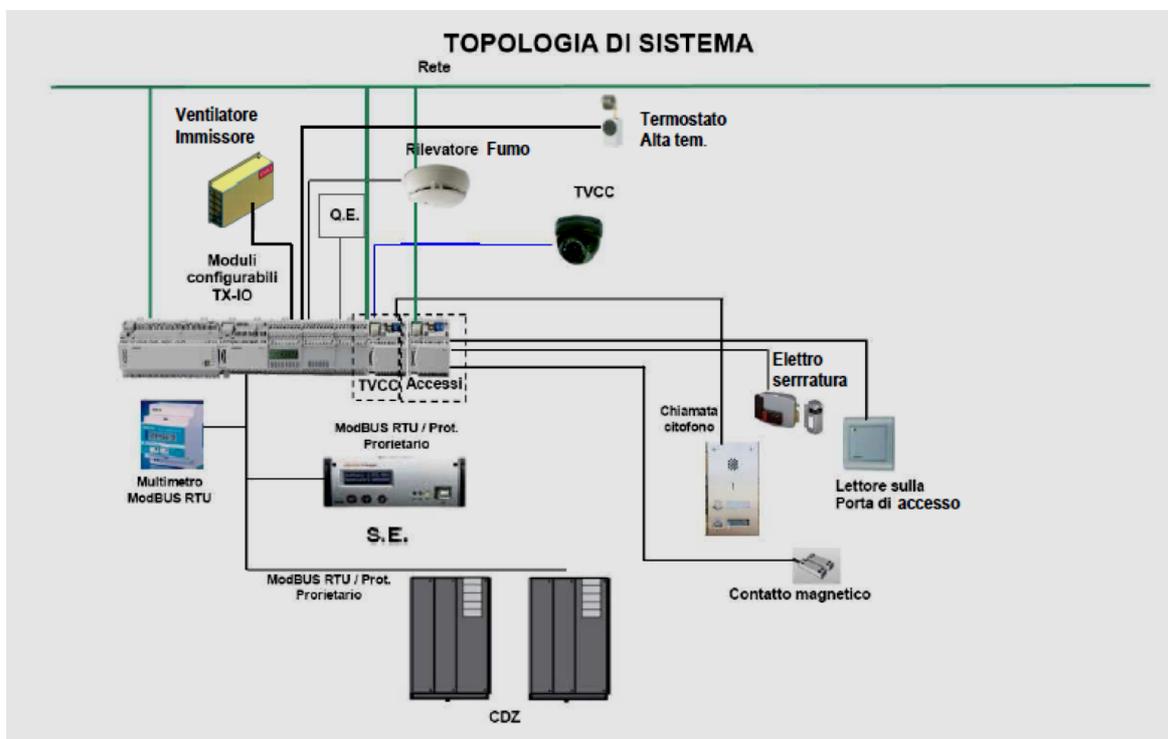
- **Sistema di antintrusione**

- Controllo accessi dotato di lettore di badge coordinato con elettro serratura.
- Presenza di sensore di porta aperta.
- Presenza di citofono.

- **Sistema di rilevazione fumo**

- Presenza di sensore presenza fumo resettabile da remoto.
- Coordinamento tra il sistema di rilevazione fumo ed il sistema di condizionamento (spegnimento dei condizionatori e della ventola di immissione) e del sistema di videosorveglianza (avvio della registrazione) nel caso il sensore segnali allarme.

Nella figura che segue è riportata l'architettura dei sistemi presenti nel singolo sito:



**Figura 7 Apparati gestiti dal sistema di supervisione in uno shelter**

Il sistema prevede la presenza di un'unità di controllore locale provvista di:

- Moduli I/O, tramite i quali è 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 o RS232) dell'impianto di climatizzazione, della stazione energia e dell'analizzatore di rete (multmetro).

Attraverso il controllore locale presente sul sito, è possibile controllare le funzionalità di seguito elencate:

- Gestione degli allarmi con invio al sistema tramite rete.
- Programmi orari.
- Funzioni di storicizzazione dati.
- Gestione remota.
- Accessi protetti per tutta la rete con profili utenti e categorie definiti individualmente.
- Modulo P-Bus con alimentatore incorporato. Funzioni: Gateway Island Bus; Uscita 24 Vcc, 1,2 A; Uscita 24 Vca per apparati esterni; Connessione USB per tool esterno configurazione.
- Modulo per integrazioni apparati di terze parti Climatizzazione.
- Modulo per integrazioni apparati di terze parti Stazione Energia.

- Modulo per integrazioni apparati di terze parti Multimetro.
- Multimetro senza display corredato di interfaccia RS 485 protocollo ModBus RTU.
- Telecamera CCD 1/3" 420 linee corredata di illuminatore IR IP66.
- Encoder Audio/Video 1 ingresso video, 1 ingresso audio bi direzionale, activity detecon.
- Lettore di Badge 125 Khz per montaggio all'interno di apposita nicchia.
- Controllore varco dotato di uscite a relè a bordo, con contatto in scambio (max corrente 250 mA), in grado di dare il comando di apertura della porta.
- Magnetico stato porta.
- Rivelatore ottico di fumo.
- Postazione amplificata amplificazione.
- Quadro elettrico cablato, dimensioni 500x900x300 in struttura metallica, collaudata contenete tutti gli apparati di supervisione e le unità di alimentazione. Tensione di ingresso 48 Vdc, tensioni di uscita 12Vdc e 24Vdc.

Al sistema di supervisione saranno portati tutti i punti resi disponibili dalla periferica integrata che non richiederanno alcun gateway locale.

L'integrazione nel sistema "DESIGO" esistente dei nuovi siti è a carico di RFI, mentre l'Appaltatore dovrà predisporre tutti i dati dei vari siti e fornire assistenza in fase di integrazione dei siti. Il collaudo finale e la messa in servizio del sistema di Supervisione Attiva dei nuovi siti sono in carico all'Appaltatore.

#### **4.4 Sistema di alimentazione**

I nuovi shelter verranno in genere alimentati dall'ente distributore di energia, che fornirà il quadro di alimentazione in prossimità del sito radio. Fino a una distanza massima di 500 metri il collegamento elettrico del sito radio con il quadro di distribuzione elettrica fornito dal gestore elettrico è considerato incluso nelle attività a corpo dell'appalto.

I siti della tratta Mantova-Piadena risultano in generale tutti quanti in posizioni tali da garantire un punto di fornitura ENEL entro i 500 m.

Gli apparati del sistema GSMR (BTS,SDH,switch IP) in room saranno alimentati da una stazione di energia collegata ad quadro di distribuzione previsto nel locale tlc che prevede una linea di alimentazione normale e una di riserva. Il quadro a sua volta preleverà le alimentazioni di tipo essenziale dal SIAP presente nel PPM.

## 4.5 Sistema di Antenne

Per i siti all'aperto il sistema di antenne è costituito da palo/traliccio/struttura metallica di altezza variabile compresa tra 15 e 30 metri su cui sono installate le antenne GSM-R correttamente orientate secondo il progetto di copertura radio. I pali/tralicci sono dimensionati per ospitare almeno tre antenne GSM-R e anche eventuali antenne per il GSM-Pubblico. L'oscillazione alla sommità della struttura del sistema d'antenna (palo + antenna) dovuta al vento è al massimo  $\pm 1,5^\circ$ .

Cavi e antenne dovranno essere installati in maniera adeguata a garantire quanto indicato dall'Appendice n.1 alla IS728 e dalle "Disposizioni integrative per la protezione contro le sovratensioni di apparati e impianti" rif. Prot. UA 22/11/2007 RFI-DTC-DNS\A0011\p\2007\0.

## 4.6 Cavi Coassiali

Tutti i collegamenti BTS-antenne sono realizzati con cavi coassiali a RF del tipo non propagante incendio ed a bassa emissione di fumi con sezioni variabili in funzione dell'attenuazione accettabile per le esigenze degli impianti (Cavo coax 7/8" per distanze maggiori o uguali a 20 metri e cavo coax 1/2" per distanze fino a 20 metri). Tutte le calate cavi BTS-Antenne installati su tralicci saranno realizzati con cavi coassiali a RF del tipo standard con guaina in polietilene resistenti alle abrasioni.

Come richiesto tutti i collegamenti BTS-antenne installati non all'esterno saranno realizzati con cavi coassiali del tipo non propagante incendio ed a bassa emissione di fumi con guaina resistenti alle abrasioni.

I cavi RF per le applicazioni all'interno delle gallerie e dei fabbricati frequentati dal pubblico o con locali tecnologici di interesse strategico dovranno essere rispondenti ai requisiti di reazione al fuoco conformi al Regolamento UE 305/11 (CPR), alla norma EN 30575 e come anche indicato sulla normativa di RFI vigente.

La classe prevista per i cavi da installare nei fabbricati è **Cca, s1b, d1, a1**,

## 4.7 Branching

Le unità di branching che verranno usate devono essere ingegnerizzate per essere installate all'interno degli armadi, fornendo in tal modo una soluzione installativa più efficiente per le attività di manutenzione. Non si ritiene opportuno utilizzare soluzioni che utilizzano branching appoggiato sulle passerelle o installate a parete tramite barre metalliche su cui vengono bloccati i vari componenti di branching.

## 5 MISURE E CERTIFICAZIONI

Sarà compito e onere dell'Appaltatore eseguire tutte le attività di test e misure per verificare i requisiti di copertura radio GSM-R per la tratta Mantova-Piadena secondo quanto prescritto dalle specifiche di interoperabilità STI nonché dalla normativa EIRENE (incluse Subset093, UIC-O 2475 "ERTMS GSM-R QoS Test Specification" e altre applicabili) vigenti.

L'Appaltatore dovrà inoltre garantire l'assistenza tecnica all'ente certificatore (Notify Body) incaricato dal Committente per la certificazione delle tratte in oggetto secondo le specifiche STI vigenti, eseguendo eventuali misure/test integrativi richiesti per raggiungere la certificazione STI del sistema GSM-R delle tratte.

## 6 AUTORIZZAZIONI E LICENZE URBANISTICHE

Sarà compito e onere dell'Appaltatore supportare la Committenza per l'ottenimento dei benestare necessari alla costruzione e attivazione dei siti radio GSM-R ai sensi delle normative comunali/regionali/nazionali esistenti.

## 7 REQUISITI RAM

Per la rete GSM-R di RFI realizzata nell'ambito dei contratti Alta Velocità i requisiti RAM sono espressi come requisiti applicabili al sistema ERTMS/GSM-R e Lunga Distanza (ovvero del sistema di trasporto dei dati).

Il riferimento è rappresentato dalla Specifica dei requisiti di sistema (doc. DI TC PATC SR AV 01 D03 B del 26/03/2002) che al paragrafo 8.1.3 "Requisiti RAM di Sistema e Sottosistema" indicano quanto segue:

- Il livello di disponibilità intrinseca del sistema ERTMS/GSM-R+LD, in funzione della tipologia di guasto, deve essere almeno pari a:
  - Guasti HW di tipo immobilizzanti:  $A_{intr\_HW\_SST\_IMM}=0,9999909$
  - Guasti HW di servizio:  $A_{intr\_HW\_SST\_SER}=0,9999187$

Che corrispondono alla disponibilità intrinseca almeno pari a quello del Sottosistema di Terra Concentrato e Distribuito, pari a 87 s/anno per i guasti immobilizzanti e pari a 43 min/anno per i guasti di servizio.

In accordo alla specifica ERTMS/ETCS RAMS Requirements Specification EEIG 96S126:

- Per guasto di tipo immobilizzante si intende qualsiasi evento di guasto o perdita di servizio tale per cui due o più treni sono costretti a procedere senza la protezione completa ETCS ("On Sight oppure Staff Responsible");

- Per guasto di servizio si intende qualsiasi evento di guasto o perdita di servizio tale per cui sono ridotte le prestazioni di uno o più treni o al più un treno è costretto a procedere senza la protezione completa ETCS (“*On Sight oppure Staff Responsible*”).

La progettazione dovrà essere corredata da adeguata ed esaustiva documentazione avente lo scopo di presentare i dettagli progettuali, tecnici ed impiantistici, le analisi di affidabilità e disponibilità e le garanzie a supporto delle soluzioni tecniche implementate.

I suddetti requisiti RAM sono da rispettare e dimostrare nella linea Mantova-Piadena oggetto di intervento per l'upgrade al sistema di segnalamento ERTMS-L2.

## 8 Corsi

Nel presente progetto non sono previsti corsi per gli operatori in quanto si tratta di apparecchiature in tecnologia già consolidata e in servizio nel compartimento di Milano.

## 9 CONSISTENZA DELLA FORNITURA

### 9.1 Generalità

Per la realizzazione degli impianti è previsto che gli interventi principali, dettagliatamente definibili, vengano compensati a corpo.

Durante la realizzazione delle opere l'Appaltatore è tenuto al rispetto di tutte le prescrizioni contrattuali, di quelle contenute nel presente documento, nonché di tutte le specificazioni ed avvertenze contenute nei succitati Capitolati, Specifiche Tecniche, Norme e Disegni e nella tariffa dei prezzi allegata e tutte le tariffe richiamate nel contratto.

### 9.2 Consistenza delle Voci a Corpo

Le voci a corpo comprendono e compensano la fornitura in opera di:

- la progettazione, ingegnerizzazione e realizzazione di tutti gli apparati;
- la fornitura e posa in opera di tutti gli apparati ed i materiali per la realizzazione degli impianti, conformemente alle presenti prescrizioni tecniche ed agli elaborati grafici (allegati o richiamati in Contratto);
- la fornitura e posa in opera delle interfacce necessarie;
- Shelter o opere civili per la riqualificazione del locale apparati
- Stazioni di energia
- Tutti i supporti per tutte le antenne che saranno ancorate a parete/palo comprensivo di kit di messa a terra.

- Tutti i cavi RF con le relative staffe per il distanziamento e fissaggio, completo di connettori, delle necessarie terminazioni e quanto occorre per il corretto funzionamento in opera. Sono compresi tutti gli oneri relativi al trasporto, alla movimentazione e all'asporto delle bobine
- Tutte le antenne necessarie nelle bande previste compreso i connettori, i cavi di collegamento agli apparati e tutte le prove e misure per il corretto orientamento delle stesse. Compresi tutti gli eventuali minuti materiali necessari per l'ancoraggio alle strutture di supporto.
- Tutte le BTS con TRX installati e configurazione come da progetto radio per ciascun sito.
- Tutte le BTS collegate al BSC con flusso a 2 Mbit/s con interfaccia A-bis configurata e funzionante.
- Tutti i benestare necessari alla costruzione e attivazione dei siti radio GSM-R ai sensi delle normative comunali/regionali/nazionali vigenti.
- Tutti i sistemi di supervisione attiva e relativa integrazione al sistema di gestione DESIGO del NOC di Roma Tuscolana.
- Sono compensate nelle voci a corpo la fornitura in opera di canalette, cunicoli, tubi, pozzetti e quanto altro necessario per realizzare le canalizzazioni a protezione dei cavi RF.

Lo scopo della presente relazione consiste nella descrizione del sistema di alimentazione degli apparati per il sistema radio Terra-Treno GSM-R. In particolare, verranno descritte nei successivi paragrafi gli interventi previsti per la tratta ferroviaria Mantova-Piadena; in particolare il progetto prevede siti radio di nuova installazione.

## 10 Descrizione del sistema elettrico

### 10.1 Apparati in Shelter

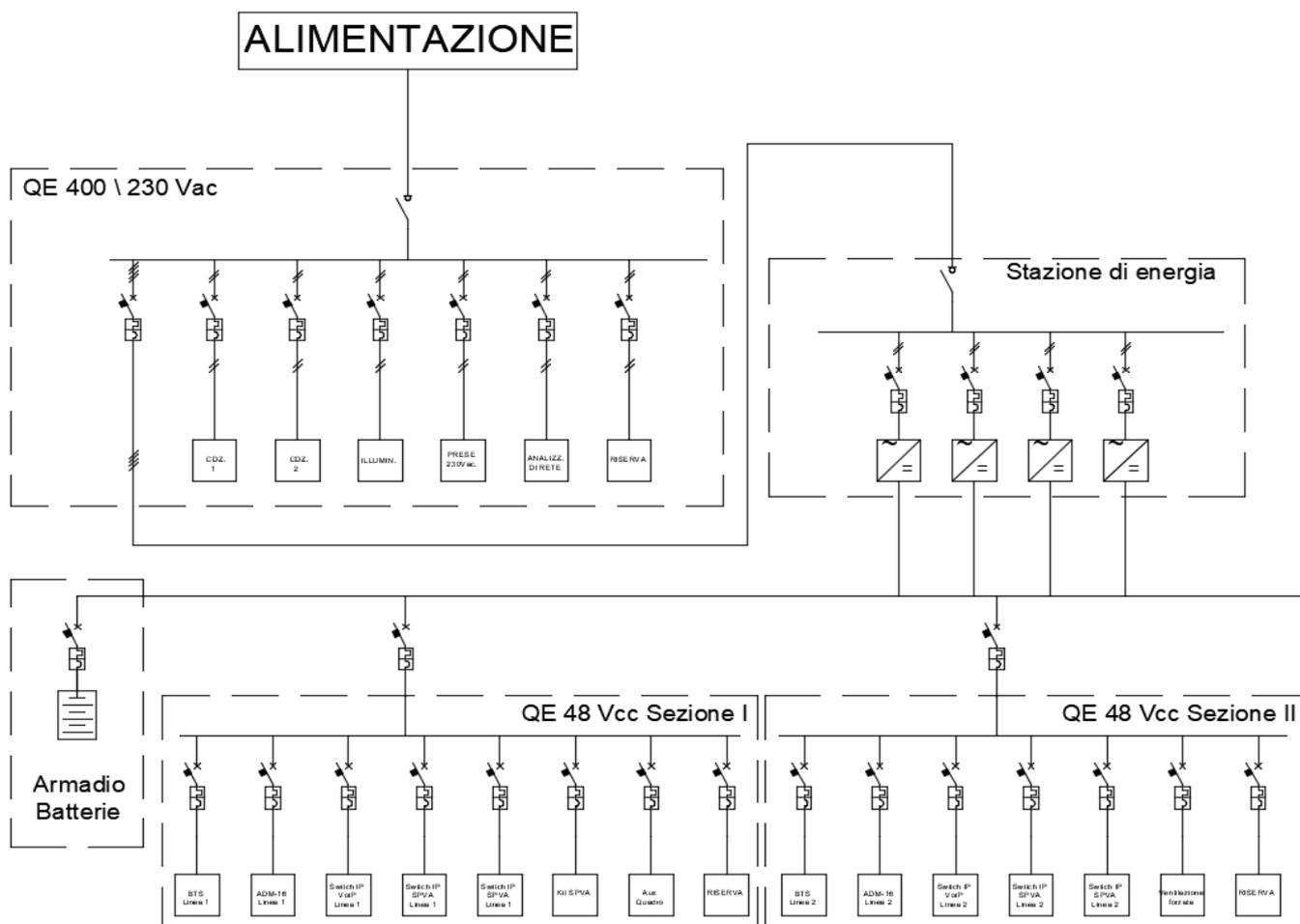
La potenza massima assorbita dal complesso di apparecchiature interne ad uno shelter sarà pari a 4 kVA, come indicato nell'elenco carichi di seguito:

		Pist [VA]
<b>UTENZE ESSENZIALI</b>	BTS 2+2/0/0 Linea1 / Linea2	500
	ADM-16 Linea1 / Linea2	250
	n.1 Switch IP (VoIP) IE3000 Linea1 / Linea2	50
	n. 1 Switch IP (SPVA) IE3000 Linea1 / Linea2	50
	n. 1 Switch IP (SPVA) IE3000 Linea1 / Linea2	50

UTE N NON	Kit SPVA	250
	Ventilazione forzata	300
	Ausiliari quadro energia	300
	CDZ (in riserva reciproca)	1250
	LFM ed utenze esterne	1000

**Tabella 5 - Carichi elettrici shelter**

Nella figura di seguito è rappresentata l'architettura del sistema elettrico relativo ad ogni singolo shelter:



**Figura 8 - sistema distribuzione alimentazione in shelter**

Per l'alimentazione delle utenze sopraelencate, i nuovi shelter conterranno le seguenti apparecchiature:

- Quadro Elettrico (QE) di Shelter in corrente alternata 400/230 Va.c., costituito dalle seguenti sezioni:

- INGRESSO 400V della linea derivante dal Quadro di Protezione di Linea in caso di alimentazione da ente distributore di energia.
  - ALIMENTAZIONE 230V contenente gli organi necessari a derivare l'alimentazione per le utenze locali a tensione 230 Va.c.
  - Stazioni di energia: dotate di convertitori in uscita 230 Va.c. / 48 Vc.c. da 2kVA dedicati alle utenze ed alla ricarica delle batterie, con tempi di ricarica pari a 10 ore, che garantiscono un'autonomia di 8 ore in caso di mancanza dell'alimentazione elettrica con il massimo carico ipotizzabile. I convertitori saranno connessi in parallelo in modalità "sharing load" alimentati in monofase con le fasi distribuite sui vari moduli di potenza; ogni modulo potrà sopportare un ampio range di tensione e frequenza in ingresso e potrà erogare 48V/28A. La configurazione dei convertitori garantisce la ridondanza "n+1";
- Quadro Elettrico QE in corrente continua a 48 Vcc, suddiviso in due sezioni al fine di alimentare tramite due linee distinte tutti gli apparati che prevedono una alimentazione ridondata.

Su ogni quadro dovranno essere previsti interruttori di riserva in quantità tali da permettere un 30% di espandibilità per integrazioni future.

Tutti gli interruttori presenti all'interno dello shelter dovranno essere equipaggiati con contatti ausiliari (chiuso/aperto/scattato) e diagnosticati.

I cavi installati all'interno dello shelter dovranno essere con guaina di tipo FG16(O)M16 0.6/1kV, conformi alle CPR UE 305/11, CEI UNEL 35016 e CEI EN 50575.

### **Impianto di messa a terra in shelter**

La protezione contro i contatti indiretti verrà realizzata con la tecnica della separazione elettrica e del collegamento equipotenziale non connesso a terra (RFI-DTC\A0011\P\2007\0000715 Disposizioni integrative per la protezione contro le sovratensioni di apparati e impianti); anche il neutro del trasformatore di isolamento che alimenterà l'impianto non sarà connesso a terra realizzando quindi una sorgente isolata. Dovrà essere posta particolare cura nella ripartizione sulle tre fasi dei carichi elettrici.

L'impianto di messa a terra sarà costituito da un sistema di dispersori intenzionali. Per ogni singola piazzola shelter gli impianti di terra dovranno essere composti da:

1. Impianto di terra per il QPL in prossimità dell'armadio contatore;
2. Impianto di terra dello shelter;

### 3. Impianto di terra del sostegno porta antenne;

L'impianto di terra in prossimità del QPL è necessario al fine di collegare "a terra" lo scaricatore di sovratensione di Tipo 1 installato all'interno dello stesso quadro QPL. Pertanto, dovrà essere predisposta, in prossimità del QPL, una puntazza (picchetto massiccio di diametro Ø20 mm e lunghezza 3 metri) infissa nel terreno a circa 0,5 metri dal piano di calpestio e collegata tramite cavo giallo-verde con lo scaricatore sopra citato. L'impianto di terra del QPL non sarà connesso in equipotenzialità con l'esistente impianto di terra del sostegno.

I nuovi shelter dovranno essere posizionati fuori dalla zona di rispetto TE, le cui caratteristiche dimensionali sono riportate nella norma EN 50122. Ogni nuovo shelter dovrà inoltre essere opportunamente distanziato da masse collegate al dispersore lineare per evitare il contatto accidentale contemporaneo di tale massa e dello shelter in questione; nel caso in cui non sarà possibile mantenere tale distanza dovranno essere interposti opportuni pannelli isolanti tra lo shelter e la massa collegata al dispersore lineare.

La zona shelter, come detto in precedenza, verrà attrezzata con l'impianto di terra (dispersori verticali e orizzontali) collegando tra loro i ferri delle fondazioni del basamento con una corda di rame nuda. Tale impianto di terra sarà collegato con cavo isolato ad una barra equipotenziale interna allo shelter protetta mediante involucri; tale barra avrà un collegamento sezionato da un sezionatore con un collettore equipotenziale presente all'interno dello shelter il quale realizza un collegamento equipotenziale locale per tutte le masse presenti nello shelter.

All'interno della zona shelter, pertanto, ci saranno due nodi principali, uno riferito a terra e l'altro riferito alla massa "flottante" della cabina shelter (EQP interno shelter). In condizioni di funzionamento ordinarie il sezionatore dovrà rimanere aperto e quindi non collegare la "massa flottante" a terra per evitare sovratensioni che potrebbero provenire dall'esterno.

Il sezionatore di terra sopracitato dovrà quindi essere tenuto aperto in condizioni di funzionamento normali in modo tale da rendere il suddetto collettore un collegamento equipotenziale locale. La cabina shelter e tutte le apparecchiature in esso contenute saranno isolate dall'impianto di terra, mentre il palo verrà collegato direttamente a terra e fisicamente isolato dalla cabina shelter per effetto del dispositivo di disaccoppiamento dei cavi coassiali. La schermatura dei cavi coassiali sarà messa a terra tramite un apposito kit, fornito con cordini precablati e con connettore esterno protetto con guaina termo restringente, posizionato alla base delle antenne.

## 10.2 Sistema di alimentazione nuovi siti in room esistenti – Tipo B

I carichi elettrici per le apparecchiature TLC presenti all'interno delle room sono elencati nel seguito:

	<b>Pist [VA]</b>
BTS 2+2/0/0	500
ADM-16 Linea1 / Linea2	250
n.1 Switch IP (VoiP) IE3000 Linea1 / Linea2	50
n. 1 Switch IP (SPVA) IE3000 Linea1 / Linea2	50
n. 1 Switch IP (SPVA) IE3000 Linea1 / Linea2	50
Kit SPVA	250

Per quanto riguarda la distribuzione elettrica e i quadri di energia si faccia riferimento agli elaborati LFM dei fabbricati allegati al presente progetto nei quali sono contenute le room TLC.

Le due linee di alimentazione saranno di tipo essenziale e proverranno dai SIAP previsti per l'alimentazione degli apparati di segnalamento.