

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

S.O. TELECOMUNICAZIONI

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA

TRATTA FINALE LIGURE – ANDORA

Prescrizioni tecniche di progetto sistema radiopropagazione in galleria

SCALA:

-

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

IV01 00 D 58 KT RG0001 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Prima emissione	N. Abrescia	Gennaio 2022	G. Lugani	Gennaio 2022	G. Fadda	Gennaio 2022	G. Clemenza Giugno 2024
B	Emissione Esecutiva	N. Abrescia <i>N. Abrescia</i>	Giugno 2024	S. Bonato <i>Stefano Bonato</i>	Giugno 2024	M. Firpo <i>M. Firpo</i>	Giugno 2024	ITALFERR Sp.A. S.O. TELECOMUNICAZIONI Ing. G. Clemenza Ordine Ingegneri provincia di Roma N° A-33478

File: IV0100D58KTRG0001001B.docx

n. Elab.: 38/TLC

## INDICE

1	INTRODUZIONE.....	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
4	DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE.....	7
5	IMPIANTI DI ESTENSIONE IN GALLERIA.....	10
5.1	TIPOLOGIE IMPIANTO DI ESTENSIONE.....	11
5.1.1	<i>Impianto di Tipo Elettrico.....</i>	13
5.1.2	<i>Impianto di Tipo Ottico.....</i>	13
5.1.3	<i>Impianto di Tipo Elettro-Ottico.....</i>	14
6	SISTEMA DI SUPERVISIONE.....	16
6.1.1	<i>Centro Nazionale di Gestione della Rete TLC.....</i>	16
6.1.2	<i>Sistema di Supervisione Centrale di Tratta.....</i>	17
7	NUOVI SISTEMI DI RADIOPROPAGAZIONE.....	19
7.1	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO RADIO.....	19
7.2	CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE DI TESTA.....	19
7.3	CAVO RADIANTE.....	19
7.4	DISACCOPIATORI.....	20
8	GALLERIA CAPRAZZOPPA.....	22
8.1	CONFIGURAZIONE DI PROGETTO.....	22
9	GALLERIA MONTEGROSSO.....	24
9.1	CONFIGURAZIONE DI PROGETTO.....	24
10	GALLERIA CASTELLARI.....	25
10.1	CONFIGURAZIONE DI PROGETTO.....	25
11	GALLERIA PINELAND.....	26

11.1	CONFIGURAZIONE DI PROGETTO.....	26
12	GALLERIA CROCE .....	27
12.1	CONFIGURAZIONE DI PROGETTO.....	27
13	GALLERIA PAREI.....	28
13.1	CONFIGURAZIONE DI PROGETTO.....	28
14	GALLERIA BASTIA II .....	29
14.1	CONFIGURAZIONE DI PROGETTO.....	29
15	GALLERIA ALASSIO .....	30
15.1	CONFIGURAZIONE DI PROGETTO.....	30
16	MISURE E CERTIFICAZIONI .....	31
17	CONSISTENZA DELLA FORNITURA.....	31

## **1 INTRODUZIONE**

Il presente documento definisce gli aspetti tecnici inerenti all'installazione dei sistemi di radiopropagazione del segnale GSM pubblico nelle gallerie, nell'ambito della realizzazione del raddoppio in variante.

Obiettivo principale di questo progetto sarà quello di dotare le gallerie della tratta suddetta di un sistema di radiocomunicazione basato sulla ripetizione in galleria del segnale GSM-P degli operatori pubblici presente all'esterno, secondo le più recenti specifiche tecniche in vigore.

Il presente documento definisce gli aspetti tecnici relativi alla tipologia di apparecchiature da fornire ed all'installazione degli impianti dei sistemi di radiopropagazione nella tratta in analisi.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Rif.	Codice	Titolo
[1]	IV0I 00 D58 DX RG0001 001	Radiopropagazione nelle gallerie – Schematico architettura degli impianti

### **3** ***NORMATIVA DI RIFERIMENTO***

<b>Rif.</b>	<b>Codice</b>	<b>Titolo</b>
[2]	IVOI 00 D58 RP TC0000 001	Normativa di riferimento impianti di telecomunicazioni

#### **4 DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE**

AV/AC	Alta Velocità/Alta Capacità
ACC	Apparato centrale a calcolatore
ACCM	Apparato centrale a calcolatore Multistazione
ACEI	Apparato Centrale Elettrico a pulsanti di Itinerario
ADM	Add Drop Multiplexer
AN	Antintrusione
ATA	Analogue Telephone Adapter
ATPS	Armadio Attestazioni Telefoniche Protezione e Sezionamento
AV	Alta Velocità
CTA	Centrale Telefonica Automatica
CTC	Controllo del Traffico Centralizzato
CTM	Console Telefonica Multifunzione
CTS	Concentratore Telefonico Selettivo
D&M	Diagnostica e Manutenzione
DC	Dirigente Centrale
DCI	Dirigente Coordinatore Infrastrutture
DCM	Dirigente Centrale Movimento
DCO	Dirigente Centrale Operativo
DM	Dirigente Movimento
DS	Diffusione Sonora
EIRENE	EUROPEAN INTEGRATED RAILWAY RADIO ENHANCED NETWORK

**Prescrizioni tecniche di progetto sistema  
radiopropagazione in galleria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00 D 58	KT	RG0001 001	B	8 di 31

FO	Fibra Ottica
GBE	Gigabit Ethernet
IA	Idrico Antincendio
IaP	Informazione al Pubblico
IP	Internet Protocol
LAN	Local Area Network
LFM	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.
MPLS	Multi-Protocol Label Switching
MUX-F	MUltipleXer Flessibile
PC	Posto di comunicazione Ferroviaria
PC/ACC	Posto Centrale di gestione ACC
PCS	Posto Centrale Satellite (AV)
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
PM	Posto di Movimento
POE	Power Over Ethernet
PP	Posto di Passaggio semplice/doppio binario
PPF	Posto Periferico Fisso
PP/ACC	Posto Periferico ACC
PRG	Piano Regolatore Generale

RFI	Rete Ferroviaria Italiana
SCC	Sistema di Comando e Controllo
SCCM	Sistema di Comando e Controllo Multistazione
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SGRT	Sistema Gestione Rete Telecomunicazioni
SIAP	Sistema Integrato di Alimentazione e Protezione
SMR	Fibra Ottica a Singolo Modo Ridotto
SNMP	Simple Network Management Protocol
SSE	Sotto Stazione Elettrica
STI	Sistema Telefonico Integrato
STM	Synchronous Transfer Module
STSI	Sottosistema Telefonia Selettiva Integrata
STSV	Sistema Telefonia Selettiva VoIP
SW	Software
TE	Trazione Elettrica
TLC	Telecomunicazioni
VLAN	Virtual Local Area Network
VoIP	Voice over Internet Protocol
WAN	Wide Area Network

	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA</b>  <b>TRATTA FINALE LIGURE – ANDORA</b></p>					
<p><b>Prescrizioni tecniche di progetto sistema radiopropagazione in galleria</b></p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00 D 58</p>	<p>CODIFICA KT</p>	<p>DOCUMENTO RG0001 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 10 di 31</p>

## **5 IMPIANTI DI ESTENSIONE IN GALLERIA**

Le modalità di copertura del segnale radiomobile ferroviario digitale europeo (GSM-R) e del segnale radiomobile pubblico GSM (GSM-P) all'interno delle gallerie, nei bypass e nelle finestre di accesso, nei locali tecnici, e in generale in tutte le eventuali zone d'ombra, vengono descritte all'interno di due specifiche tecniche: TT620 e TT598. L'estensione dei segnali GSM-P degli Operatori Pubblici permette la comunicazione Terra-Treno tra il personale di bordo e di terra come via alternativa in caso di indisponibilità del segnale GSM-R in galleria e inoltre consente di offrire ai passeggeri il servizio per le comunicazioni telefoniche grazie agli accordi di roaming stipulati da RFI con gli Operatori Pubblici.

La progettazione sarà rispondente alla specifica tecnica TT620 e all'interno delle gallerie saranno ripetuti esclusivamente i segnali GSM-P tenuto conto dell'attrezzaggio con copertura ridondata GSM-R della nuova tratta.

Per quanto riguarda le gallerie di lunghezza superiore a 1000 m, infatti, la copertura radio GSM-R sarà realizzata tramite BTS dedicate che irradiano il segnale mediante antenne poste sulla volta delle gallerie, secondo quanto riportato all'interno della Specifica Tecnica TT598 *“Impianti di Telecomunicazioni per la Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie”*.

Gli impianti di radio estensione verranno realizzati secondo alcuni schemi di principio meglio descritti nel paragrafo successivo.

	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA</b>  <b>TRATTA FINALE LIGURE – ANDORA</b></p>					
<p><b>Prescrizioni tecniche di progetto sistema radiopropagazione in galleria</b></p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00 D 58</p>	<p>CODIFICA KT</p>	<p>DOCUMENTO RG0001 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 11 di 31</p>

## 5.1 Tipologie impianto di estensione

Per quanto riguarda la parte ricevente si possono suddividere in due le modalità di prelievo del segnale sorgente dell'operatore:

1. Attraverso un'antenna di pickup installata ad altezza opportuna e orientata verso la cella donatrice che definiremo perciò "impianto di tipo Repeater";
2. Attraverso un collegamento diretto in cavo RF verso la BTS donatrice che definiremo "impianto di tipo branching".

Sono ammesse soluzioni differenti per i diversi operatori ed in ogni caso dovranno essere predisposti opportuni dispositivi di accoppiamento in modo da garantire la presenza in galleria dei segnali di tutti gli operatori previsti dal progetto.

Per quanto riguarda il sistema di estensione cellulare si utilizzeranno tre tipologie di impianto di radiopropagazione, a seconda della topologia e della lunghezza della galleria:

- Impianto di estensione in galleria di tipo **Elettrico**;
- Impianto di estensione in galleria di tipo **Ottico**;
- Impianto di estensione in galleria di tipo **Elettro-Ottico**.

Ogni impianto è composto da un Gruppo Primario (Master Unit) posto esternamente alla galleria e da un sistema di estensione (con un eventuale Gruppo Secondario o Remotizzatore), interno al tunnel, per l'irradiazione del segnale verso i treni. La Stazione di Testa è collegata mediante antenne direttive alla stazione radio base più vicina della rete radiomobile di riferimento (reti radiomobili degli operatori pubblici).

L'impianto di tipo **Elettrico** utilizza come sistema di estensione un singolo cavo radiante connesso direttamente alla Stazione di Testa.

Nell'impianto di tipo **Ottico** il segnale è inviato, tramite fibra ottica, dal Gruppo Primario ad un sistema d'amplificazione (chiamato remotizzatore) interno alla galleria (estensione ottica).

	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA</b>  <b>TRATTA FINALE LIGURE – ANDORA</b></p>					
<p><b>Prescrizioni tecniche di progetto sistema radiopropagazione in galleria</b></p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00 D 58</p>	<p>CODIFICA KT</p>	<p>DOCUMENTO RG0001 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 12 di 31</p>

Nell'impianto di tipo **Elettro-Ottico** il segnale, oltre ad essere inviato dalla Stazione di Testa sul cavo radiante (estensione elettrica), è inviato tramite fibra ottica al remotizzatore (estensione ottica).

Il remotizzatore converte il segnale da ottico ad elettrico e lo invia al cavo radiante che provvede a diffonderlo nel tunnel. Ad ogni remotizzatore possono essere collegati uno, due o quattro cavi radianti, a seconda della lunghezza e della tipologia della galleria da coprire.

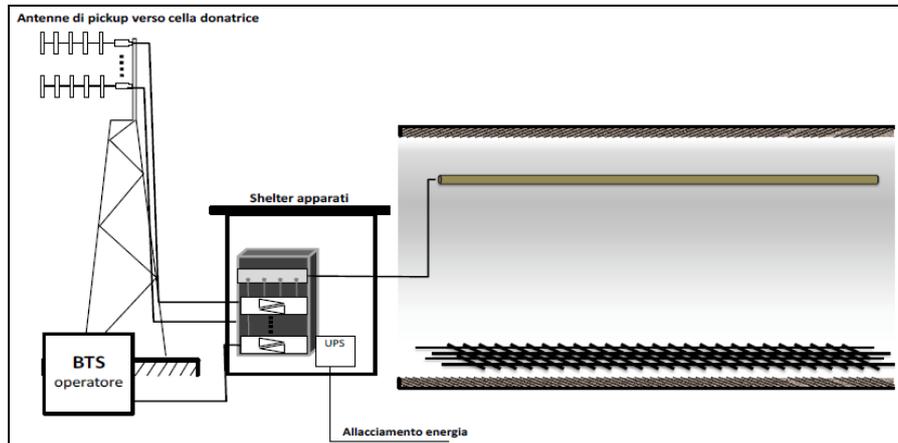
Nel caso di zone d'ombra radio in corrispondenza degli accessi alle gallerie, gli impianti saranno dotati di antenne di prosieguo campo connesse ai cavi fessurati. Queste permettono l'estensione del segnale GSM, oltre che nei tunnel, anche nella zona adiacente agli imbocchi delle gallerie stesse. La necessità di installare tali antenne sarà definita nelle successive fasi di progettazione.

Per quanto riguarda le alimentazioni degli apparati, il progetto prevede quanto segue:

- Le stazioni di testa installate in Shelter saranno alimentate a 48 Vcc dal quadro alimentazione essenziale QE\_48 Vcc interno allo Shelter, compreso nelle opere di realizzazione del sito radio, a sua volta alimentato dalla stazione di energia;
- Le stazioni di testa installate in fabbricato tecnologico (PGEP) saranno alimentate a 48 Vcc dal quadro di alimentazione essenziale QE\_48 Vcc interno al fabbricato previsto nel progetto della specialistica LFM;
- Nelle gallerie i remotizzatori saranno alimentati:
  - tramite alimentazione derivata dal QdT dell'impianto LFM di emergenza garantita nelle gallerie messe in sicurezza, sfruttando l'interruttore di riserva da 6 A previsto all'uopo.
- Come da specifica tecnica non è previsto l'uso di pacchi batterie o di batterie tampone all'interno degli apparati in galleria.

### 5.1.1 Impianto di Tipo Elettrico

L'impianto di estensione di tipo elettrico estende il segnale in galleria mediante un singolo cavo radiante, eventualmente terminato su un'antenna direttiva per illuminare parte dell'area successiva l'uscita della galleria. Il sistema radiante è alimentato da una Stazione di Testa, a sua volta collegata mediante antenne direttive nel caso di impianti di tipo Repeater, oppure tramite cavi coassiali connessi direttamente alle stazioni radio base per impianti di tipo branching.



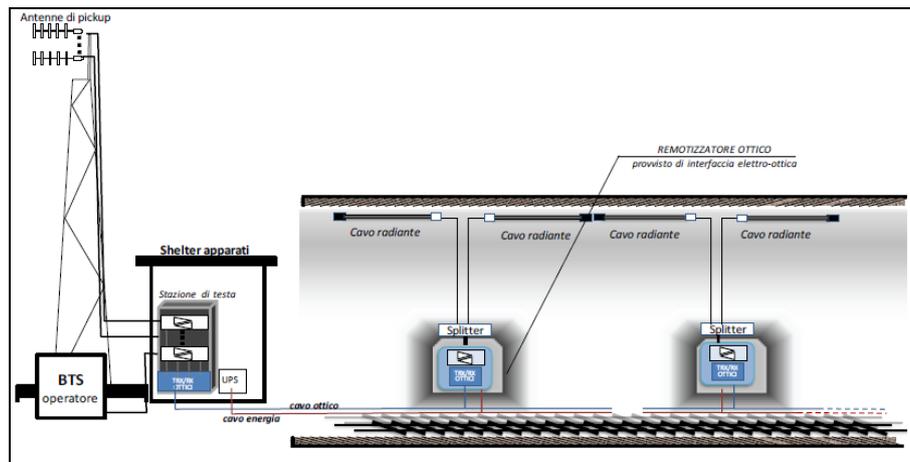
*Figura 1: Impianto di Tipo Elettrico*

### 5.1.2 Impianto di Tipo Ottico

Questo tipo di impianto è adottato in gallerie per le quali la Stazione di Testa deve essere necessariamente installata molto distante dall'imbocco della galleria da estendere oppure nel caso di impianto con molti remotizzatori.

L'impianto di estensione ottico estende il segnale in galleria con un sistema composto da cavi radianti collegati ai remotizzatori posti in derivazione rispetto alla dorsale principale in fibra ottica. Il sistema è collegato ad una Stazione di Testa esterna che a sua volta preleva il segnale dalla stazione radio base più prossima tramite antenne direttive per impianti di tipo repeater oppure direttamente tramite cavi coassiali per impianti di tipo branching; tale segnale viene trasdotto in ottico e convogliato sul cavo di dorsale in fibra che provvede a distribuirlo tramite fibra dedicata ai vari remotizzatori. Dal remotizzatore il segnale è irradiato in galleria tramite cavo radiante in due direzioni opposte secondo la configurazione a T indicata nella figura successiva. Il principio alla base del funzionamento di tale sistema è la conversione elettro - ottica operata dai moduli ottici presenti sia nella Stazione di

Testa sia nel remotizzatore, che provvedono alla conversione di un segnale a radiofrequenza in un segnale ottico e viceversa.



*Figura 2: Impianto di tipo Ottico*

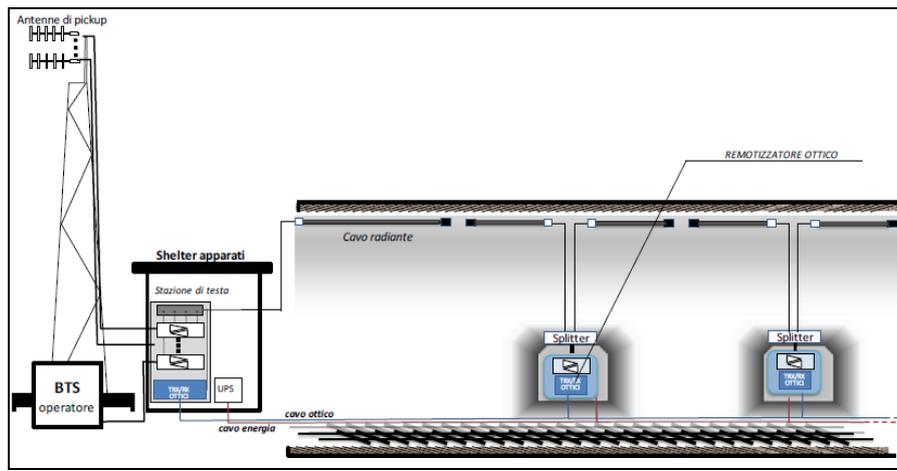
Si fa notare che un impianto di questo genere potrebbe non garantire il rispetto delle specifiche riferite al ritardo dei segnali radio e quindi la corretta funzionalità dell'impianto; si cerca di ovviare al problema realizzando una tipologia di impianto elettro-ottico (spiegato al paragrafo successivo) per non degradare troppo le prestazioni dell'impianto in termini di rapporto segnale-rumore.

### **5.1.3 Impianto di Tipo Elettro-Ottico**

Questo tipo di impianto è adottato quando la Stazione di Testa è posta nei pressi dell'imbocco, ma la galleria da estendere presenta una topologia complessa (molto lunga o in curva). Al fine di ridurre il salto di ritardo introdotto dal sistema può essere necessario introdurre, tra l'imbocco della galleria e il cavo radiante della prima remota ottica, uno spezzone di cavo radiante direttamente collegato alla Stazione di Testa oltre ai remotizzatori collegati a questa ultima tramite fibra ottica.

L'impianto di estensione elettro-ottico utilizza entrambe le metodologie descritte in precedenza. Il numero di remotizzatori può variare a seconda della lunghezza della galleria. In questo caso ad ogni remotizzatore sono

collegati due cavi radianti secondo una configurazione a T. Nelle gallerie a doppio fornice ad ogni remotizzatore saranno collegati quattro spezzoni di cavo fessurato, sempre in configurazione a “T”.



*Figura 3: Impianto di Tipo Elettro - Ottico*

Nel caso di particolari situazioni, come ad esempio due gallerie servite da una unica Stazione di Testa installata tra gli imbocchi vicini delle stesse, si dovrà valutare la necessità di adottare diverse architetture di copertura per le due gallerie. Ad esempio, potrebbe nascere l’esigenza di estendere il servizio in una galleria tramite remotizzatori connessi con un cavo di dorsale in fibra ottica e nell’altra tramite un solo spezzone di cavo radiante. In questo caso la Stazione di Testa dovrà essere equipaggiata e supervisionata di conseguenza.

	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA</b>  <b>TRATTA FINALE LIGURE – ANDORA</b></p>					
<p><b>Prescrizioni tecniche di progetto sistema radiopropagazione in galleria</b></p>	<p>COMMESSA IVOI</p>	<p>LOTTO 00 D 58</p>	<p>CODIFICA KT</p>	<p>DOCUMENTO RG0001 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 16 di 31</p>

## 6 SISTEMA DI SUPERVISIONE

I sottosistemi locali di monitoraggio e telecontrollo diagnostico degli impianti di galleria appartenenti alle singole tratte in cui viene suddivisa la linea faranno capo ad un Sistema di Supervisione Centrale di Tratta dedicato per ogni singola tratta. L'organizzazione a regime del sistema di supervisione e controllo degli estensori cellulari, su base nazionale, sarà articolata su tre livelli gerarchici con funzionalità e responsabilità distinte:

- Centro nazionale di supervisione e controllo integrato dei sistemi di telecomunicazione (NOCC). A tale centro, dovranno essere riportate tutte le informazioni relative agli allarmi e alla configurazione degli impianti di radioestensione per supportare tutte le attività di fault management, configuration management, trouble ticketing, reportistica e inventory.
- Presidi operativi UM TLC dei sistemi di radioestensione in galleria. Tali presidi situati in corrispondenza dei centri compartimentali e di altri eventuali centri di supervisione di particolari tratte ferroviarie, saranno attrezzati con sistemi di supervisione e controllo di tratta (“sistema di supervisione centrale di tratta”) che permetteranno la gestione e il monitoraggio di tutti i sistemi di radioestensione che ricadono sotto la loro giurisdizione.
- Sistema locale di monitoraggio. Ogni singolo impianto di galleria dovrà prevedere un proprio Sottosistema Locale di Monitoraggio e Telecontrollo diagnostico, che fa capo alla Stazione di Testa, in grado di acquisire, presentare localmente e trasmettere ad un sistema di supervisione centrale di tratta lo stato di funzionamento dell'impianto e dei suoi componenti principali esterni ed interni alla galleria.

### 6.1.1 Centro Nazionale di Gestione della Rete TLC

I centri regionali di controllo e supervisione dovranno interfacciarsi con un centro nazionale di gestione della rete TLC (NOCC), per il “fault management”, il “configuration management”, il “trouble ticketing”, “la reportistica” e “l'inventory”, di tutti i sistemi di telecomunicazione. I centri di supervisione e controllo regionali forniranno al presidio centrale del NOCC tutte le informazioni relative ai guasti/allarmi e alla configurazione degli impianti al fine di consentire il corretto espletamento delle funzioni proprie di questo centro.

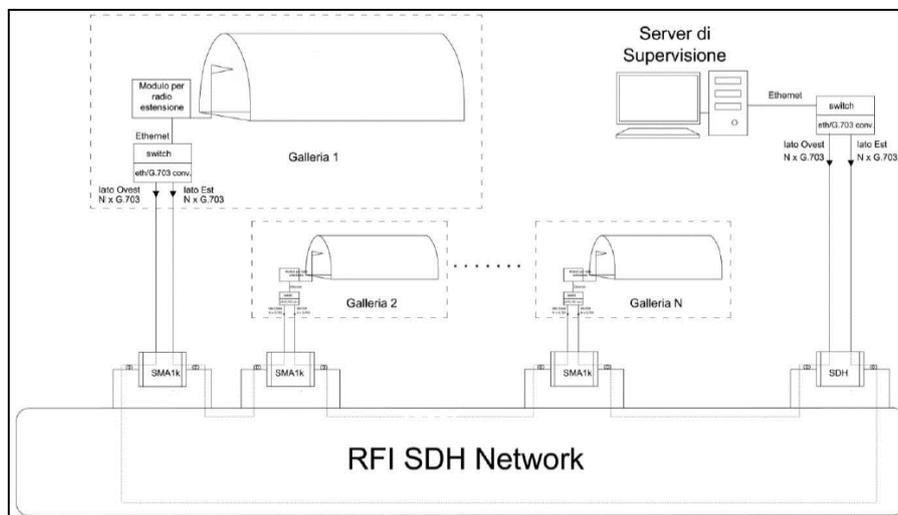
Le modalità d'interfacciamento verranno stabilite in fase di sviluppo del progetto costruttivo dei sistemi di supervisione sia degli estensori che della rete GSM-R.

L'architettura di supervisione/gestione dovrà consentire un interfacciamento con un ulteriore sistema di gestione degli allarmi (NMS, Network Management System) per mezzo di opportuno protocollo di comunicazione degli allarmi (SNMP, 3GPP CORBA, ecc...) oltre che consentire l'export della topologia della rete, ovvero di tutti gli oggetti supervisionati e delle relative relazioni gerarchiche.

### 6.1.2 Sistema di Supervisione Centrale di Tratta

Il Sistema di Supervisione Centrale di Tratta dovrà consentire, tramite collegamento dati con i vari sottosistemi locali di galleria, di controllare globalmente lo stato di funzionamento degli impianti relativi a tutte le gallerie appartenenti ad una determinata tratta o più tratte in una determinata area. Il collegamento dati potrà essere realizzato con riferimento alle seguenti soluzioni in ordine di priorità:

- mediante impiego di flussi trasmissivi resi disponibili dai sistemi SDH\MPLS-TP installati lungo linea (un possibile esempio è riportato nella figura sottostante);



*Figura 4: Schematico di Rete sistema di supervisione centrale*

- mediante l'utilizzo della rete radiomobile GSM-R, o GSM/UMTS/LTE qualora non fossero disponibili flussi trasmissivi di RFI.

La soluzione da implementare sarà definita sulla base delle priorità sopra elencate, in relazione al tipo di supporto di trasmissione che si riterrà opportuno utilizzare. Dovrà essere possibile anche la situazione mista con soluzioni diverse applicate alle varie tratte che rientrano nell'area interessata dagli interventi.

Nel caso di utilizzo di un sistema SDH/MPLS-TP, si dovrà utilizzare in corrispondenza delle stazioni di testa e del centro di supervisione di tratta un punto di estrazione di un flusso a 2 Mbit/s, il medesimo flusso dovrà essere utilizzato per tutte le gallerie della tratta.

Nel caso di utilizzo della rete radiomobile GSM-R o GSM/UMTS/LTE come infrastruttura di riferimento (in ogni caso l'apparato mobile deve poter lavorare in banda GSM-R) i sottosistemi di monitoraggio e telecontrollo locali saranno collegati con tutti i dispositivi necessari (terminali radiomobili, modem ed accessori di interfaccia dati, che dovranno essere compresi in fornitura) al Sistema di Supervisione Centrale di Tratta. Le comunicazioni, in questa ipotesi, avverranno sia su interrogazione ciclica da parte del Sistema Centrale, con tempi di ripetizione delle chiamate prestabiliti dall'operatore in sede di configurazione del sistema, sia su iniziativa spontanea da parte del Sottosistema Locale di Monitoraggio e Telecontrollo proprio di ciascun impianto di galleria a seguito di avarie o allarmi da esso rilevati. Anche in questo caso dovrà essere possibile inviare eventuali telecomandi in modo asincrono, interrompendo momentaneamente il ciclo di interrogazione. Tramite Sistema di Supervisione Centrale di Tratta dovrà essere possibile, tra l'altro, attivare/disattivare apparati o moduli di amplificazione nelle stazioni di testa e comandare le sezioni di switch/by-pass delle remote ottiche per ciascun impianto di galleria per consentire la riconfigurazione dell'impianto a seguito di guasti o per esigenze di manutenzione.

Dovrà essere altresì possibile modificare da remoto i parametri di funzionamento degli apparati di filtraggio/amplificazione di banda (quali frequenza centrale, larghezza di banda, guadagno) relativi a ciascuna rete oggetto di estensione.

Ogni Sistema sarà costituito da unità di elaborazione, dispositivi di ricetrasmissione dati su canale trasmissivo e/o su canale radio del sistema radiomobile GSM-R o pubblico, terminale video a colori e programmi software per acquisizione, elaborazione e presentazione in forma grafica ed alfanumerica e registrazione delle informazioni relative allo stato ed alla conduzione operativa degli impianti.

## 7 NUOVI SISTEMI DI RADIOPROPAGAZIONE

### 7.1 Criteri di dimensionamento dell'impianto radio

Come descritto in precedenza, l'installazione degli impianti di Radiopropagazione in Galleria dovrà essere svolto esclusivamente per il segnale radio GSM-P in tutte le gallerie superiori a 500 m utilizzando un estensore che convoglia su un cavo radiante il segnale ricevuto.

Gli impianti di radio copertura in galleria sono da dimensionare nel rispetto dei requisiti previsti dalle vigenti specifiche tecniche TT620, TT582, TT598.

In particolare, per gli impianti di estensione con Stazioni di Testa, cavo radiante e/o con remotizzatori, realizzati secondo le specifiche TT620 / TT582, il valore minimo del campo elettromagnetico in ogni punto all'interno del tunnel dovrà essere pari almeno a **-78 dBm, definito con un livello di confidenza del 95%**, per le bande di frequenza GSM (900 MHz). Tale requisito viene rilassato a un valore di -90 dBm all'interno dei locali tecnologici, bypass di esodo e in tutti i luoghi in cui la comunicazione radio non subisce l'attenuazione della vettura del treno. Per i rimanenti requisiti tecnici si rimanda alle suddette specifiche tecniche.

### 7.2 Caratteristiche della stazione di testa

Le nuove Stazione di Testa saranno integrate all'interno di un cabinet indoor di dimensioni 500x600x1500 mm e saranno ciascuna composta dai seguenti sottosistemi per RPG:

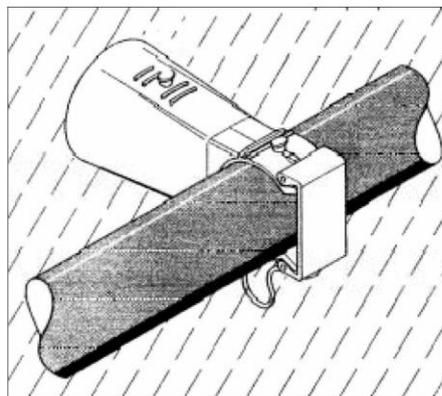
- 2 Sezioni radio e filtraggio per la Ricezione dei segnali TIM, Vodafone
- 1 Unità master Ottica (splitter, divisori ottici e cavetteria) per il collegamento con le remote ottiche;
- 1 Scheda di supervisione della Stazione di Testa e dei relativi Remotizzatori;
- 1 Sistema di alimentazione

La potenza totale assorbita dalla somma delle schede che compongono ogni singola Stazione di Testa è inferiore ai 200 W.

### 7.3 Cavo radiante

Il cavo radiante utilizzato sarà 1-5/8" con banda ottimizzata in prossimità dei 900 MHz (GSM). Il cavo radiante ed il supporto saranno realizzati con materiale non propagante incendio ed a bassa emissione di fumi, in particolare è richiesta l'assoluta assenza di emissione di alogeni ed agenti corrosivi secondo la normativa vigente CPR per applicazioni in galleria secondo la norma EN50575; inoltre, il rivestimento esterno del cavo radiante deve essere

tale da presentare un grado di isolamento adeguato rispetto alla tensione propria del sistema di trazione elettrica. L'ancoraggio sarà realizzato tramite supporti in materiale metallico e/o plastico non tossico, autoestinguente con cavallotti fissacavo riapribili (passo di posa non superiore ai 1,5 m). L'Appaltatore dovrà valutare il posizionamento del cavo all'interno della galleria tenendo in considerazione la presenza di quello esistente in termini di spazio occupato e delle normative vigenti TT589 "Linee guida per il tracciamento e la posa in opera di sistemi di supporto per cavo radiante nelle gallerie ferroviarie – Edizione aprile 2001"; quest'ultime definiscono gli aspetti legati all'ancoraggio del cavo radiante e alla distanza limite dalla linea di contatto TE. Infatti, al fine di evitare interferenze tra il sistema del cavo fessurato e la circolabilità dei mezzi ferroviari, il sistema stesso, nel suo punto più aggressivo, dovrà essere posato al di sopra della linea di contatto senza mai interferire con il pantografo (possibilmente 40 cm circa al di sopra della quota della linea di contatto misurata perpendicolarmente al piano del ferro). A riguardo si precisa che le misure di quota vanno riferite perpendicolarmente al piano di rotolamento. Nel caso di gallerie di dimensioni più ampie di nuova costruzione la quota potrà essere anche ridotta, ma andrà esaminata caso per caso ed autorizzata da RFI volta per volta purché non venga mai compromessa la circolabilità dei mezzi ferroviari con la massima dimensione.



**Figura 5: Esempio di ancoraggio per cavo 1-5/8"**

## 7.4 Disaccoppiatori

Per ciascun tratto di cavo radiante destinato all'installazione in galleria nella zona di rispetto TE, dovrà essere previsto un disaccoppiatore di tipo passivo e certificato per l'utilizzo in presenza di tensione continua nominale del circuito di trazione pari a 3 kVcc.

Scopo del disaccoppiatore è garantire l'isolamento galvanico tra il cavo radiante, situato in zona di rispetto TE, e le apparecchiature tecnologiche in shelter, fabbricato tecnologico o nicchia/by-pass di galleria, evitando in tal modo

trasferimenti di potenziale elettrico a seguito di contatto accidentale tra il cavo radiante e le apparecchiature TE sotto tensione 3 kVcc.

Inoltre, dovranno essere interposti disaccoppiatori di tipo analogo anche tra le stazioni di testa del sistema e le antenne di pick-up verso la stazione radio base donatrice: i disaccoppiatori dovranno essere installati immediatamente prima della salita dei cavi RF verso le antenne situate sui pali o sui fornicci di galleria.

Tutti i disaccoppiatori dovranno essere in ogni caso installati in posizione più idonea a garantire eventuali interventi di manutenzione sullo stesso.

	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA</b>  <b>TRATTA FINALE LIGURE – ANDORA</b></p>					
<p><b>Prescrizioni tecniche di progetto sistema radiopropagazione in galleria</b></p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00 D 58</p>	<p>CODIFICA KT</p>	<p>DOCUMENTO RG0001 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 22 di 31</p>

## 8 GALLERIA CAPRAZZOPPA

La galleria Caprazzoppa, a doppia canna, di nuova realizzazione, sarà lunga 3313 m, ed al suo interno si troveranno 6 by-pass di esodo e 2 by-pass tecnologici.

All'interno di questa galleria, la copertura GSM-P sarà affidata a remottizzatori ottici, che estenderanno il segnale degli operatori TIM e Vodafone tramite tratti di cavo radiante.

### 8.1 Configurazione di progetto

Il progetto prevede l'installazione di amplificatori ottici separati per ciascuna canna della galleria: in totale dovranno essere installati 6 remottizzatori ottici, di cui 2 ubicati in nicchia tecnologica e i restanti ubicati nei by-pass tecnologici che già ospitano le BTS del sistema GSM-R.

A partire da ciascun remottizzatore, avranno origine tratti di cavo radiante che permetteranno la radiopropagazione del segnale nella rispettiva canna: inoltre, tramite cavi coassiali di collegamento di diametro 7/8'', il remottizzatore sarà collegato a degli spezzoni di cavo radiante di limitata lunghezza, installati all'interno dei by-pass di esodo e nei by-pass tecnologici.

Al termine dell'ultimo spezzone di cavo radiante lato Andora sarà prevista, per ciascuna canna, un'antenna di prosecuzione campo onde garantire la continuità del segnale nel breve tratto all'aperto tra le gallerie Caprazzoppa e Montegrosso.

Le prime due coppie di remottizzatori saranno collegate, tramite fibre ottiche dei cavi 32 FO dedicati ai sistemi di emergenza in galleria, ad una stazione di testa ubicata nel PGEP Finale Est, all'interno del locale TLC/SPVI: la topologia di collegamento utilizzata è a stella e prevede che ciascun remottizzatore sia singolarmente collegato alla stazione di testa.

Su apposito palo in prossimità dell'imbocco lato Genova della nuova galleria Caprazzoppa saranno installate le antenne di pick-up verso le stazioni radio base delle celle donatrici: l'altezza e l'azimuth di tali antenne dovranno essere definiti nel Progetto Esecutivo sulla base delle necessarie misurazioni del livello del segnale presente in campo.

L'ultima coppia di remottizzatori sarà invece connessa alla stazione di testa ubicata nello shelter Castellari Est, situato nel piazzale di esodo della galleria Castellari lato Genova.

L'alimentazione dei remotizzatori nei by-pass tecnologici e nelle nicchie tecnologiche sarà derivata dai quadri di tratta QdT limitrofi, sfruttando l'interruttore da 6 A previsto all'uopo.

	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA</b>  <b>TRATTA FINALE LIGURE – ANDORA</b></p>					
<p><b>Prescrizioni tecniche di progetto sistema radiopropagazione in galleria</b></p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00 D 58</p>	<p>CODIFICA KT</p>	<p>DOCUMENTO RG0001 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 24 di 31</p>

## 9 GALLERIA MONTEGROSSO

La galleria Montegrosso, a doppia canna, di nuova realizzazione, sarà lunga 1478 m, ed al suo interno si troveranno 2 by-pass di esodo.

All'interno di questa galleria, la copertura GSM-P sarà affidata a remottizzatori ottici, che estenderanno il segnale degli operatori TIM e Vodafone tramite tratti di cavo radiante.

### 9.1 Configurazione di progetto

Il progetto prevede l'installazione di amplificatori ottici separati per ciascuna canna della galleria: in totale dovranno essere installati 2 remotizzatori ottici, ubicati entrambi nelle nicchie tecnologiche al km 70+254.

A partire da ciascun remotizzatore, avranno origine tratti di cavo radiante che permetteranno la radiopropagazione del segnale nella rispettiva canna: inoltre, tramite cavi coassiali di collegamento di diametro 7/8'', il remotizzatore sarà collegato a degli spezzoni di cavo radiante di limitata lunghezza, installati all'interno dei by-pass di esodo e al km 70+016 e 70+516.

Al termine dell'ultimo spezzone di cavo radiante lato Genova sarà prevista, per ciascuna canna, un'antenna di prosecuzione campo onde garantire la continuità del segnale nel breve tratto all'aperto tra le gallerie Caprazzoppa e Montegrosso.

Le coppie di remotizzatori saranno collegate, tramite fibre ottiche dei cavi 32 FO dedicati ai sistemi di emergenza in galleria, ad una stazione di testa ubicata nello shelter Castellari Est, situato sul piazzale di esodo della galleria Castellari lato Genova; le antenne verso le stazioni radio base degli operatori pubblici saranno installate sul palo supporto antenne che ospita anche le antenne del sistema GSM-R; l'altezza e l'azimuth delle antenne del sistema GSM-P dovranno essere definiti nel Progetto Esecutivo sulla base delle necessarie misurazioni del livello del segnale presente in campo.

L'alimentazione dei remotizzatori nei by-pass tecnologici e nelle nicchie tecnologiche sarà derivata dai quadri di tratta QdT limitrofi, sfruttando l'interruttore da 6 A previsto all'uopo.

	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA</b>  <b>TRATTA FINALE LIGURE – ANDORA</b></p>					
<p><b>Prescrizioni tecniche di progetto sistema radiopropagazione in galleria</b></p>	<p>COMMESSA IV0I</p>	<p>LOTTO 00 D 58</p>	<p>CODIFICA KT</p>	<p>DOCUMENTO RG0001 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 25 di 31</p>

## 10 GALLERIA CASTELLARI

La galleria Castellari, a doppia canna, di nuova realizzazione, sarà lunga 5017 m, ed al suo interno si troveranno 10 by-pass di esodo e 2 by-pass tecnologici.

All'interno di questa galleria, la copertura GSM-P sarà affidata a remotizzatori ottici, che estenderanno il segnale degli operatori TIM e Vodafone tramite tratti di cavo radiante.

### 10.1 Configurazione di progetto

Il progetto prevede l'installazione di amplificatori ottici separati per ciascuna canna della galleria: in totale dovranno essere installati 8 remotizzatori ottici, di cui 4 ubicati nelle nicchie tecnologiche ed i restanti 4 installati presso i by-pass tecnologici che già ospitano le BTS dedicate al sistema GSM-R.

A partire da ciascun remotizzatore, avranno origine tratti di cavo radiante che permetteranno la radiopropagazione del segnale nella rispettiva canna: inoltre, tramite cavi coassiali di collegamento di diametro 7/8", il remotizzatore sarà collegato a degli spezzoni di cavo radiante di limitata lunghezza, installati all'interno dei by-pass di esodo ed ai by-pass tecnologici.

Le prime due coppie di remotizzatori saranno collegate, tramite fibre ottiche dei cavi 32 FO dedicati ai sistemi di emergenza in galleria, ad una stazione di testa ubicata nello shelter Castellari Est, situato sul piazzale di esodo della galleria Castellari lato Genova; le antenne verso le stazioni radio base degli operatori pubblici saranno installate sul palo supporto antenne che ospita anche le antenne del sistema GSM-R; l'altezza e l'azimuth delle antenne del sistema GSM-P dovranno essere definiti nel Progetto Esecutivo sulla base delle necessarie misurazioni del livello del segnale presente in campo.

Le ultime due coppie dei remotizzatori saranno invece collegate ad una stazione di testa installata nello shelter Pineland che già ospita una BTS del sistema GSM-R: in questo caso, le antenne di pick-up verso le stazioni radio base degli operatori pubblici saranno installate direttamente sul palo all'uscita della galleria Castellari lato Andora, in posizione da determinarsi nel Progetto Esecutivo sulla base delle misure da eseguirsi in campo.

L'alimentazione dei remotizzatori nei by-pass tecnologici e nelle nicchie tecnologiche sarà derivata dai quadri di tratta QdT limitrofi, sfruttando l'interruttore da 6 A previsto all'uopo.

## **11 GALLERIA PINELAND**

La galleria Pineland, a singola canna, di nuova realizzazione, sarà lunga 368 m.

All'interno di questa galleria, la copertura GSM-P sarà affidata ad un singolo spezzone di cavo radiante derivato da remota ottica GSM-P in armadio outdoor situato sul lato ovest della galleria: l'impianto estenderà il segnale degli operatori TIM e Vodafone.

### **11.1 Configurazione di progetto**

Il progetto prevede l'installazione di una remota ottica in armadio outdoor da posizionarsi sul lato ovest della galleria: la remota sarà collegata in fibra ottica verso la stazione di testa nello shelter GSM-R "Pineland" ubicato all'imbocco lato Andora della galleria Castellari: la stazione di testa acquisirà il segnale degli operatori pubblici mediante due antenne di pick-up fissate su palo in prossimità dello shelter stesso.

A partire dalla remota ottica in armadio outdoor, si deriverà uno spezzone di cavo radiante che permetterà la radiopropagazione del segnale nella singola canna della galleria Pineland.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE – ANDORA</b></p>					
<p><b>Prescrizioni tecniche di progetto sistema radiopropagazione in galleria</b></p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00 D 58</p>	<p>CODIFICA KT</p>	<p>DOCUMENTO RG0001 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 27 di 31</p>

## 12 GALLERIA CROCE

La galleria Croce, a doppia canna, di nuova realizzazione, sarà lunga 4562 m, ed al suo interno si troveranno 8 by-pass di esodo e 2 by-pass tecnologici.

All'interno di questa galleria, la copertura GSM-P sarà affidata a remotizzatori ottici, che estenderanno il segnale degli operatori TIM e Vodafone tramite tratti di cavo radiante.

### 12.1 Configurazione di progetto

Il progetto prevede l'installazione di amplificatori ottici separati per ciascuna canna della galleria: in totale dovranno essere installati 8 remotizzatori ottici, di cui 6 ubicati nelle nicchie tecnologiche ed i restanti 2 installati presso i by-pass tecnologici che già ospitano le BTS dedicate al sistema GSM-R.

A partire da ciascun remotizzatore, avranno origine tratti di cavo radiante che permetteranno la radiopropagazione del segnale nella rispettiva canna: inoltre, tramite cavi coassiali di collegamento di diametro 7/8'', il remotizzatore sarà collegato a degli spezzoni di cavo radiante di limitata lunghezza, installati all'interno dei by-pass di esodo ed ai by-pass tecnologici.

Le prime due coppie di remotizzatori saranno collegate, tramite fibre ottiche dei cavi 32 FO dedicati ai sistemi di emergenza in galleria, ad una stazione di testa ubicata nel locale GSM-R del PGEP Croce Est, situato all'imbocco della galleria Croce lato Genova; le antenne verso le stazioni radio base degli operatori pubblici saranno installate direttamente sulla volta della galleria Croce lato Genova, l'altezza e l'azimuth delle antenne del sistema GSM-P dovranno essere definiti nel Progetto Esecutivo sulla base delle necessarie misurazioni del livello del segnale presente in campo.

Le ultime due coppie dei remotizzatori saranno invece collegate ad una stazione di testa installata nel locale GSM-R del PGEP Croce Ovest: anche in questo caso, le antenne di pick-up verso le stazioni radio base degli operatori pubblici saranno installate su palo all'uscita della galleria Croce lato Andora, in posizione da determinarsi nel Progetto Esecutivo sulla base delle misure da eseguirsi in campo.

L'alimentazione dei remotizzatori nei by-pass tecnologici e nelle nicchie tecnologiche sarà derivata dai quadri di tratta QdT limitrofi, sfruttando l'interruttore da 6 A previsto all'uopo.

### **13 GALLERIA PAREI**

La galleria Parei, a singola canna, di nuova realizzazione, sarà lunga 456 m.

All'interno di questa galleria, la copertura GSM-P sarà affidata ad un singolo spezzone di cavo radiante derivato da stazione di testa in shelter "Parei", che estenderà il segnale degli operatori TIM e Vodafone.

#### **13.1 Configurazione di progetto**

Il progetto prevede l'installazione di una stazione di testa nello shelter GSM-R "Parei" ubicato all'imbocco lato Andora della galleria Parei: la stazione di testa acquisirà il segnale degli operatori pubblici mediante due antenne di pick-up fissate su palo in prossimità dello shelter stesso.

A partire dalla stazione di testa, si deriverà uno spezzone di cavo radiante che permetterà la radiopropagazione del segnale nella singola canna della galleria Parei.

## **14 GALLERIA BASTIA II**

La galleria II, a singola canna, di nuova realizzazione, sarà lunga 141 m: considerato il contesto applicativo, si è scelto di implementare il sistema di radio estensione malgrado la lunghezza della galleria sia inferiore a 200 m.

All'interno di questa galleria, la copertura GSM-P sarà affidata ad un singolo spezzone di cavo radiante derivato da modulo amplificatore remota ottica installato nello shelter GSM-R "Bastia", ubicato nello spazio all'aperto tra le due gallerie Bastia I e Bastia II.

### **14.1 Configurazione di progetto**

Il progetto prevede l'installazione di una remota ottica nello shelter GSM-R "Bastia" ubicato nello spazio all'aperto tra le due gallerie Bastia I e Bastia II: la remota acquisirà il segnale da amplificare mediante collegamento in fibra ottica (su cavo 32 FO per sicurezza in galleria) con la stazione di testa situata nello shelter "Parei".

A partire dalla remota ottica, si deriverà uno spezzone di cavo radiante che permetterà la radiopropagazione del segnale nella singola canna della galleria Bastia II.

	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA</b>  <b>TRATTA FINALE LIGURE – ANDORA</b></p>					
<p><b>Prescrizioni tecniche di progetto sistema radiopropagazione in galleria</b></p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00 D 58</p>	<p>CODIFICA KT</p>	<p>DOCUMENTO RG0001 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 30 di 31</p>

## 15 GALLERIA ALASSIO

La galleria Alassio, a doppia canna, di nuova realizzazione, sarà lunga 9725 m, ed al suo interno si troveranno 18 by-pass di esodo e 6 by-pass tecnologici.

All'interno di questa galleria, la copertura GSM-P sarà affidata a remotizzatori ottici, che estenderanno il segnale degli operatori TIM e Vodafone tramite tratti di cavo radiante.

### 15.1 Configurazione di progetto

Il progetto prevede l'installazione di amplificatori ottici separati per ciascuna canna della galleria: in totale dovranno essere installati 16 remotizzatori ottici, di cui 2 ubicati nelle nicchie tecnologiche ed i restanti 14 installati presso i by-pass tecnologici che già ospitano le BTS dedicate al sistema GSM-R.

A partire da ciascun remotizzatore, avranno origine tratti di cavo radiante che permetteranno la radiopropagazione del segnale nella rispettiva canna: inoltre, tramite cavi coassiali di collegamento di diametro 7/8'', il remotizzatore sarà collegato a degli spezzoni di cavo radiante di limitata lunghezza, installati all'interno dei by-pass di esodo ed ai by-pass tecnologici.

Le prime quattro coppie di remotizzatori saranno collegate, tramite fibre ottiche dei cavi 32 FO dedicati ai sistemi di emergenza in galleria, ad una stazione di testa ubicata nel locale GSM-R del PGEP Alassio Est, situato all'imbocco della galleria Alassio lato Genova; le antenne verso le stazioni radio base degli operatori pubblici saranno installate direttamente sulla volta della galleria Alassio lato Genova, l'altezza e l'azimuth delle antenne del sistema GSM-P dovranno essere definiti nel Progetto Esecutivo sulla base delle necessarie misurazioni del livello del segnale presente in campo.

Le ultime quattro coppie dei remotizzatori saranno invece collegate ad una stazione di testa installata nel locale GSM-R del PGEP Alassio Ovest: in questo caso, le antenne di pick-up verso le stazioni radio base degli operatori pubblici saranno installate su un palo all'uscita della galleria Alassio lato Andora, in posizione da determinarsi nel Progetto Esecutivo sulla base delle misure da eseguirsi in campo.

L'alimentazione dei remotizzatori nei by-pass tecnologici e nelle nicchie tecnologiche sarà derivata dai quadri di tratta QdT limitrofi, sfruttando l'interruttore da 6 A previsto all'uopo.

## **16 MISURE E CERTIFICAZIONI**

L'appaltatore dovrà certificare i sistemi di Telecomunicazioni forniti e installati secondo le normative vigenti. Dopo la posa e il collaudo locale di ciascun dispositivo/apparato, dovrà essere eseguito il collaudo di ciascun sistema di Telecomunicazioni per certificare la corretta funzionalità per la messa in esercizio e l'integrazione nella rete di RFI secondo quanto prescritto nelle specifiche/norme vigenti.

## **17 CONSISTENZA DELLA FORNITURA**

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.

Le voci a corpo comprendono e compensano:

- 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 per attestare i circuiti esistenti;
- la fornitura e posa in opera di tutti i materiali occorrenti (cavi, canalizzazioni, organi di sezionamento e protezione) per il collegamento delle apparecchiature alle fonti di alimentazione messe a disposizione nel locale tecnologico;
- collaudi e attivazione: sono incluse tutte le attività di collaudo locale dei singoli apparati e del sistema oggetto della presente prescrizione;
- tutto quanto occorra per la completa interconnessione e integrazione dei nuovi apparati con gli impianti esistenti.