



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti,
dell'energia e delle comunicazioni DATEC
Ufficio federale dei trasporti UFT
Divisione Infrastruttura

Gruppo di lavoro POLYCOM e gallerie ferroviarie

Direttiva

concernente

POLYCOM nelle gallerie ferroviarie

Ufficio federale dei trasporti (UFT)

7 giugno 2010

Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

Indice

1	Introduzione	4
2	Campo d'applicazione	6
3	Documenti di riferimento	7
4	Requisiti tecnici	8
4.1	Contesto	8
4.2	Settori di copertura POLYCOM	8
4.3	Delimitazione del sistema	8
4.4	Elementi di un sistema di radiocomunicazione in galleria	9
4.4.1	Centralina di controllo	9
4.4.2	Stazione di galleria	10
4.4.3	Sistema d'irradiazione	10
4.4.4	Topologia a fibre ottiche	12
4.4.5	Sistema di vigilanza e di gestione	12
4.5	Direttive per il dimensionamento	12
4.5.1	Introduzione	12
4.5.2	Numero di canali POLYCOM	12
4.5.3	Requisiti minimi per la copertura di radiocomunicazione	13
4.6	Copertura ai portali delle gallerie	14
4.7	Alimentazione e trasporto dei segnali dalla sottorete POLYCOM	15



Riferimento/Incarico: BAV-411.16//115

4.7.1	Accoppiamento via cavo alla stazione di base esistente	15
4.7.2	Accoppiamento a un ripetitore via etere (air link repeater)	16
4.7.3	Accoppiamento a una stazione di base POLYCOM per gallerie	17
4.7.4	Accoppiamento in caso di progetti particolari.....	18
4.7.5	Registrazione vocale	18
4.8	Ridondanza e disponibilità	19
5	Pianificazione d'attuazione, realizzazione e collaudo	21
6	Esercizio e manutenzione	23
7	Glossario	24
7.1	Uffici, autorità e organizzazioni	24
7.2	Termini tecnici e abbreviazioni	24
8	Elenco delle fonti.....	29
9	Entrata in vigore	31
10	Appendici	32
10.1	Appendice [A]: Lista di controllo	32
10.2	Appendice [B]: Tasso d'errore sui bit	33
10.3	Appendice [C]: Andamento del livello dei segnali	35
10.4	Appendice [D]: Sistema di misurazione.....	37



1 Introduzione

In tutta la Svizzera, la radiocomunicazione di sicurezza nelle gallerie ferroviarie viene raccordata alla rete radio nazionale di sicurezza POLYCOM.

La Confederazione e i Cantoni realizzano la rete radio nazionale e digitale di sicurezza POLYCOM per i servizi d'intervento (organizzazioni di primo intervento) e per il Corpo delle guardie di confine (Cgcf). Il progetto della rete radio nazionale di sicurezza POLYCOM si basa sulla decisione del Consiglio federale del 21 febbraio 2001. L'obiettivo è allestire, entro la fine del 2012, una piattaforma di comunicazione mobile unitaria fra gli organi di condotta e le centrali d'intervento della polizia, dei pompieri e del servizio sanitario. In base alle esigenze, le squadre entrate in azione vengono gradualmente equipaggiate con apparecchi POLYCOM.

La copertura attuale della rete radio di sicurezza POLYCOM varia molto da un Cantone all'altro e da una regione all'altra. Si prevede comunque che la rete radio di sicurezza sarà pronta e operativa in tutta la Svizzera entro la fine del 2012.

Con lettera del 15 maggio 2009, l'UFT ha invitato le ferrovie a equipaggiare le gallerie più importanti con impianti POLYCOM.

Per garantire che tutta la rete soddisfi gli stessi requisiti tecnici, un gruppo di lavoro ha elaborato questa direttiva sotto la direzione dell'UFT.

La presente direttiva definisce i requisiti minimi per la copertura POLYCOM nelle gallerie ferroviarie e regola la compatibilità, la delimitazione e le interfacce degli impianti di radiocomunicazione di sicurezza nelle gallerie con la rete radio di sicurezza POLYCOM esterna.

Il finanziamento degli impianti POLYCOM nelle gallerie ferroviarie non è oggetto di questa direttiva.

Nel gruppo di lavoro sono o erano rappresentati: l'Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP), rappresentanti delle autorità e delle organizzazioni cantonali attive nel campo del salvataggio e della sicurezza (AOSS), rappresentanti delle ferrovie, rappresentanti del Corpo delle guardie di confine (Cgcf) e l'UFT.

Ripartizione dei ruoli

- **Ufficio federale dei trasporti (UFT):** è l'autorità d'esecuzione e di sorveglianza nei confronti delle ferrovie.



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

- **Ferrovie:** sono responsabili di realizzare e gestire gli impianti di radiocomunicazione nelle gallerie ferroviarie. Oltre ad altri segnali, questi impianti trasmettono via etere anche i segnali POLYCOM.
- **Autorità e organizzazioni attive nel campo del salvataggio e della sicurezza (AOSS):** svolgono compiti di coordinamento in relazione alla sincronizzazione e alle interfacce tecniche fra gli impianti di radiocomunicazione nelle gallerie e le componenti della rete POLYCOM, nonché all'elaborazione e alla revisione dei concetti d'incidente e di salvataggio.
- **Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP):** il coordinamento di tutto il progetto POLYCOM è affidato al Management del progetto POLYCOM dell'UFPP, che assume soprattutto la responsabilità delle cosiddette "componenti nazionali" (pianificazione della copertura radio, delle ubicazioni e delle frequenze), del servizio modifiche e dell'interconnessione delle sottoreti fino ad ottenere una rete nazionale. L'UFPP assume anche il ruolo di esperto tecnico POLYCOM.
- **Corpo delle guardie di confine (Cgcf):** deve occuparsi di tre compiti strategici (nei settori delle dogane, della polizia di sicurezza e della polizia degli stranieri). Il livello operativo è definito secondo punti di vista geotattici. Per adempiere questi compiti, il Cgcf ha bisogno di un'infrastruttura di comunicazione affidabile su tutto il territorio (gallerie ferroviarie incluse). Realizza l'infrastruttura POLYCOM lungo la fascia di confine, dove sono pienamente coinvolti anche i partner AOSS.



2 Campo d'applicazione

In linea di principio, la direttiva concernente POLYCOM nelle gallerie ferroviarie si applica alle gallerie in servizio, e in modo particolare a quelle di tipo C + D definite nella "Direttiva UFT concernente i requisiti in materia di sicurezza per le gallerie ferroviarie in servizio" (vedi capitolo 8, fonte [1]). Questi due tipi di galleria si riferiscono alle gallerie ferroviarie a singolo e doppio binario, di lunghezza superiore ai 1000 m e con un transito di oltre 100 treni per canna al giorno in entrambe le direzioni (treni passeggeri e treni merci, media nell'arco dell'anno). La presente direttiva è destinata a tutte le aziende di infrastrutture ferroviarie con gallerie in servizio, ma anche ai committenti di nuove gallerie ferroviarie, nelle quali dev'essere realizzata una copertura radio POLYCOM conforme alle disposizioni dell'UFT.

La direttiva si applica anche quando i gestori delle infrastrutture equipaggiano le gallerie di tipo A + B con un impianto di radiocomunicazione di sicurezza (POLYCOM) secondo la "Direttiva UFT concernente i requisiti in materia di sicurezza per le gallerie ferroviarie in servizio".

Nelle nuove gallerie ferroviarie è assolutamente necessario prevedere POLYCOM per garantire la radiocomunicazione di sicurezza.

I requisiti tecnici vengono definiti nell'ambito del processo d'approvazione dei piani.

Nelle nuove gallerie ferroviarie già in costruzione, per le quali è stata prescritta la radiocomunicazione di sicurezza POLYCOM, la direttiva dev'essere applicata per analogia.

L'equipaggiamento di terminali non è parte integrante di questa direttiva.



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

3 Documenti di riferimento

In base alla Legge federale sulle ferrovie (Lferr; RS 742.101), l'UFT è l'autorità di vigilanza sulle ferrovie e provvede affinché gli impianti ferroviari vengano costruiti, gestiti, conservati e rinnovati secondo i progressi della tecnica.

Secondo l'Ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR; RS 814.012), il proprietario di una via di comunicazione deve tra l'altro adottare misure adeguate per limitare al massimo gli effetti di possibili incidenti. In questo contesto le ferrovie devono elaborare, in collaborazione con i servizi d'intervento, una pianificazione d'intervento per il caso d'incidente rilevante ed eseguire esercitazioni periodiche sulla base della stessa. Un altro punto importante di questa pianificazione d'intervento è regolamentare la comunicazione con i servizi d'intervento. Visto che questa avviene principalmente mediante radiocomunicazione, è necessaria un'intesa tra le ferrovie e i servizi civili di salvataggio. In futuro tutti i servizi d'intervento della Svizzera dovranno utilizzare il sistema di radiocomunicazione digitale POLYCOM.

Ulteriori informazioni su POLYCOM si trovano al capitolo 8, fonti [2] – [4], e tramite il seguente link:

<http://www.babs.admin.ch/it/aufgabenbabs/kommsysteme.html>

La „Direttiva concernente i requisiti in materia di sicurezza per le gallerie ferroviarie in servizio“ (vedi capitolo 8, fonte [1]) suddivide le gallerie in diverse categorie (A – D). Per ognuna di queste categorie di gallerie vengono indicate le misure di sicurezza da chiarire e adottare.



4 Requisiti tecnici

4.1 Contesto

Parallelamente all'introduzione progressiva di POLYCOM presso le AOSS di tutta la Svizzera, vengono equipaggiate con POLYCOM anche determinate categorie di gallerie ferroviarie (vedi capitolo 8, fonte 1, "Direttiva concernente i requisiti in materia di sicurezza per le gallerie ferroviarie in servizio"). Per la gestione di un incidente in galleria, le forze d'intervento AOSS dispongono così di un sistema di radiocomunicazione che con il relativo equipaggiamento permette loro di comunicare con le aziende ferroviarie.

Ciò presuppone che almeno tutte le gallerie ferroviarie delle categorie C e D vengano equipaggiate con POLYCOM. Occorre tuttavia tener presente che POLYCOM non può essere utilizzato per la radiocomunicazione di servizio.

4.2 Settori di copertura POLYCOM

Di regola, in una galleria ferroviaria la copertura POLYCOM raggiunge almeno i seguenti settori:

- Tutte le canne di transito
- Tutte le vie e i cunicoli di fuga che secondo il piano d'intervento vengono utilizzati dalle forze d'intervento e di salvataggio
- La zona dei portali secondo le direttive della rispettiva pianificazione d'intervento

4.3 Delimitazione del sistema

Per quanto riguarda la copertura del servizio di radiocomunicazione mobile in una galleria ferroviaria, occorre distinguere tra la rete di radiocomunicazione che trasmette tale servizio e il sistema di radiocomunicazione della galleria che, come il prolungamento di un'antenna, diffonde il segnale della rete nella galleria (vedi figura 1).



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

Esempi di servizi di radiocomunicazione mobile utilizzati nelle gallerie ferroviarie:

- Radiocomunicazione di servizio e di manovra per la gestione ferroviaria, per es. GSM-R
- GSM-Public e UMTS per la comunicazione mobile dei passeggeri (GSM-R roaming incluso)
- POLYCOM per le forze d'intervento AOSS in caso d'incidente

La responsabilità per la pianificazione, la realizzazione e l'esercizio delle reti di radiocomunicazione spetta ai rispettivi gestori del sistema.

La responsabilità per la pianificazione, la realizzazione e l'esercizio dei sistemi di radiocomunicazione in galleria spetta ai rispettivi gestori delle infrastrutture ferroviarie.

L'interfaccia tecnica fra le reti di radiocomunicazione e il sistema di radiocomunicazione della galleria è fondamentalmente l'interfaccia ad alta frequenza tra la stazione base della rispettiva rete e l'entrata del sistema di radiocomunicazione della galleria. Nel singolo caso queste interfaccia devono essere coordinate e precisate con i rispettivi gestori delle reti (vedi anche 4.7).

4.4 Elementi di un sistema di radiocomunicazione in galleria

La figura 1 mostra gli elementi fondamentali di un sistema di radiocomunicazione in galleria. I collegamenti raffigurati sono da considerare collegamenti logici. Questo capitolo va inteso come un esempio. Sono ipotizzabili anche altre architetture con terminologie diverse.

4.4.1 Centralina di controllo

Il compito principale della centralina di controllo (cen contr) è convertire i segnali da e verso le stazioni base delle reti di radiocomunicazione (segnali AF) in segnali ottici e trasmetterli con cavi a fibre ottiche (CFO) verso le diverse stazioni di galleria (staG).

Inoltre la centralina di controllo sorveglia le stazioni radio e il cavo radiante in galleria, e trasmette lo stato del sistema di radiocomunicazione al sistema di sorveglianza e di gestione (TFK OMC) e al posto di comando (PC) (vedi figura 1). I cavi radianti alimentati da una sola estremità e le antenne non sono sorvegliate.



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

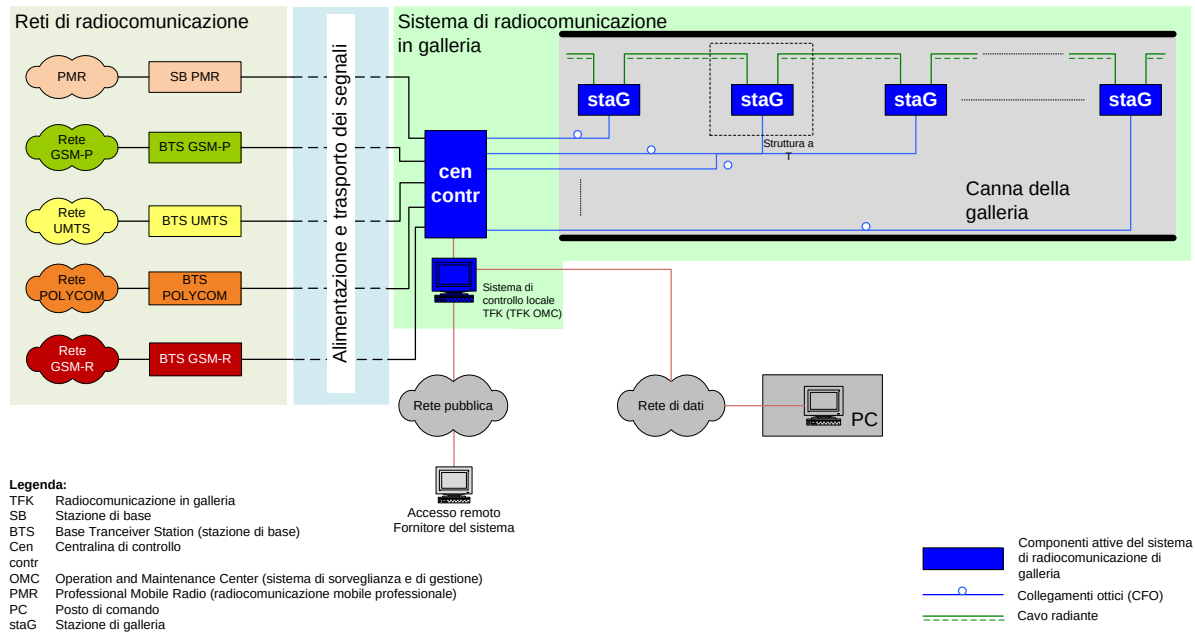


Figura 1: Elementi di un sistema di radiocomunicazione in galleria

4.4.2 Stazione di galleria

Le stazioni di galleria sono distribuite lungo la canna a distanze regolari (di regola la distanza tra una stazione e l'altra è di ca. 1000 m) e riconvertono i segnali ottici ricevuti dalla centralina di controllo in segnali elettrici, li amplificano e li trasmettono al cavo radiante o alle antenne.

Le stazioni di galleria sono esposte a condizioni molto rigide (polvere metallica e di frenatura, umidità dell'aria, temperature, ecc.). Durante la realizzazione occorre quindi tener conto anche di queste condizioni ambientali. Il materiale d'installazione e di montaggio dev'essere protetto contro la corrosione.

4.4.3 Sistema d'irradiazione

Per l'irradiazione in galleria si utilizzano sia i cavi radianti, sia le antenne. Il cavo radiante viene utilizzato in galleria (nella canna di transito). Le antenne vengono invece utilizzate, se necessario, per la copertura esterna del portale. Questi sistemi devono essere dimensionati in modo che le frequenze necessarie vengano irradiate in modo ottimale.



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

Nelle gallerie più lunghe il cavo radiante viene suddiviso in segmenti di ca. 1000 m su tutta la lunghezza della canna. Ciascuno di questi segmenti viene alimentato da una stazione di galleria a ciascuna delle due estremità. In caso di danneggiamento o d'interruzione del cavo radiante, la copertura radio viene quindi compromessa solo in minima parte (in caso d'interruzione del cavo radiante può crearsi un buco locale della copertura). Il campo di copertura radio attorno a un segmento di cavo radiante si estende solo a pochi metri. Per le frequenze POLYCOM, il cavo radiante tra due stazioni di galleria dev'essere "elettricamente" passante.

Se non si rispetta il principio d'alimentazione alle due estremità dei segmenti di cavo, è necessario effettuare una stima del rischio e inviarla all'UFT insieme al progetto d'approvazione dei piani.

Il cavo radiante previsto deve soddisfare almeno i requisiti seguenti:

- CEI 332-1 Resistente al fuoco
- CEI 754-1-2 Senza alogeni e non corrosivo
- CEI 1034 Sprigiona poco fumo

Se il segnale viene trasmesso con un cavo radiante esistente che non soddisfa i requisiti summenzionati, occorre esporre e verificare il caso nell'ambito della procedura d'approvazione dei piani.

Le antenne non hanno la stessa larghezza di banda dei cavi radianti. Ciò significa che per servizi di radiocomunicazione diversi su bande di frequenze diverse è necessario installare antenne ad hoc. Il loro montaggio è però molto più semplice. Inoltre con le antenne si possono coprire meglio i buchi di copertura.

Per la posa del cavo radiante e l'installazione in genere di altre componenti in galleria occorre tra l'altro tener conto dei seguenti punti:

- Tutte le componenti (cavo radiante incluso) devono trovarsi al di fuori del profilo dello spazio libero della galleria.
- La posizione del cavo radiante dev'essere scelta in modo da ottenere il miglior collegamento di radiocomunicazione possibile.
- Il lavoro dev'essere eseguito in modo che i treni passeggeri e merci non possano danneggiare gli impianti (correnti d'aria, pressione dell'aria, teloni di copertura, ecc.).
- Tutte le messe a terra devono essere eseguite secondo le relative prescrizioni ferroviarie.



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

4.4.4 Topologia a fibre ottiche

A partire dalla centralina di controllo le stazioni di galleria vengono raccordate a stella con fibre ottiche, eventualmente in modo ridondante (vedi capitolo 4.8).

4.4.5 Sistema di vigilanza e di gestione

Il sistema di vigilanza e di gestione dell'impianto di radiocomunicazione in galleria (TFK OMC) serve alla configurazione e alla sorveglianza del sistema di radiocomunicazione nella galleria ed è costituito dal sistema di controllo locale (vedi figura 1). Il TFK OMC può essere comandato direttamente sul posto dalla centralina di controllo, oppure anche a distanza tramite una stazione di comando, per es. presso la centrale d'intervento. Oltre ai guasti all'impianto di radiocomunicazione nella galleria si può individuare anche la perdita di un segnale d'entrata di una rete di radiocomunicazione.

Le notifiche di stato e gli allarmi delle diverse reti di radiocomunicazione vengono trasmessi ai sistemi di sorveglianza dei rispettivi gestori di rete, ciò permette di individuare una BTS guasta.

4.5 Direttive per il dimensionamento

4.5.1 Introduzione

Questo capitolo definisce le direttive minime per il dimensionamento. Nell'ambito dei singoli progetti delle ferrovie, occorre tener conto anche di altre basi per il dimensionamento, dipendenti dalle condizioni e dai requisiti specifici (piano d'intervento).

4.5.2 Numero di canali POLYCOM

Il sistema di radiocomunicazione deve trasmettere anche in galleria tutti i canali POLYCOM della copertura esterna. Si tratta di almeno 8, ma al massimo 16 canali per ogni cella. Le eccezioni sono possibili d'intesa con i servizi d'intervento e con i gestori delle sottoreti POLYCOM coinvolti.

Per motivi di ridondanza o nel caso siano necessari segnali POLYCOM di due Cantoni diversi, la galleria viene equipaggiata con due celle (vedi anche capitolo 4.8).

Solo così si può garantire che all'interno e all'esterno della galleria la comunicazione tra le forze d'intervento funzioni senza problemi anche in caso d'incidente.



4.5.3 Requisiti minimi per la copertura di radiocomunicazione

4.5.3.1 In generale

Per la copertura su tutto il tratto in galleria valgono i seguenti requisiti minimi concernenti l'uplink e il down link:

- L'interruzione di trasmissione tra il disaccoppiamento dalla stazione di base POLYCOM e l'irradiazione del segnale tramite il cavo radiante dev'essere inferiore ai 15 μ s.
- La soglia di ricezione di un terminale POLYCOM è di -111 dBm. La potenza di trasmissione massima del terminale è di 2W (33 dBm).
- I budget per l'uplink e il downlink devono essere fondamentalmente simmetrici (l'uplink è migliore o uguale al downlink) allo scopo di garantire la comunicazione con il terminale POLYCOM fissato alla cintura. La comunicazione verso l'interno del treno (copertura in-train) non è oggetto della presente direttiva.
- Il rapporto segnale/rumore di fondo (signal to noise ratio, S/N) nell'uplink e nel downlink dev'essere rispettato e, per una larghezza di banda misurata di 10 kHz, deve corrispondere ad almeno 20 dB.
- Secondo le direttive dell'UFCOM e dell'ETSI, il sistema d'irradiazione dev'essere realizzato in modo che non si creino intermodulazioni (IM) disturbanti (vedi capitolo 8, fonti [5] – [10]). Le emissioni in galleria possono anche essere trasmesse con sistemi d'amplificazione "a banda larga". All'interno della galleria, i prodotti d'intermodulazione che di solito si creano non devono superare i -36 dBm, aggiunti al valore di perdita d'accoppiamento del cavo radiante. Questi prodotti non devono diffondersi all'esterno della galleria.
- Per rilevare i valori summenzionati, occorre effettuare le misurazioni nei due sensi di marcia.
- Se possibile, si devono evitare i cambi di cella in galleria (handover).

4.5.3.2 Downlink

Valgono i seguenti requisiti minimi:

- Nel normale stato di funzionamento del sistema di radiocomunicazione in galleria, il livello di copertura radio dev'essere di almeno -87 dBm con una probabilità di copertura dei luoghi del 95% (livello Rx nominale, vedi appendici 10.3 e 10.4).
- Secondo la struttura a T, il segmento di cavo radiante viene alimentato da una stazione di galleria (staG) a ciascuna delle due estremità. Se una staG non funziona più (in caso di guasto), occorre comunque garantire un livello di copertura radio nel punto critico del segmento di cavo



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

radiante (di solito nel punto dove si trova la staG guasta) di almeno -99 dBm e una probabilità di copertura dei luoghi del 95% (livello Rx non ridondante, vedi appendice 10.3).

- La distanza statistica è di 20 m (vedi appendice 10.4).
- Nel normale stato di funzionamento del sistema di radiocomunicazione in galleria, il tasso d'errore sui bit, misurato nel punto più critico della galleria, dev'essere inferiore al 2% (vedi appendici 10.2 e 10.3).

4.5.3.3 Uplink

L'uplink dev'essere dimensionato in modo da rispettare i requisiti indicati nei capitoli 4.5.3.1 e 4.5.3.2.

Per accertare la qualità della copertura radio, la carrozza di misurazione viene equipaggiata con un trasmettitore con un segnale e un livello di trasmissione ben definito. La potenza del segnale trasmesso dev'essere scelta in modo da rispettare il budget link calcolato (vedi appendice 10.4). Percorrendo la galleria, si può misurare la qualità del segnale in entrata alla centralina di controllo conformemente al capitolo 4.5.3.1.

4.6 Copertura ai portali delle gallerie

Le AOSS responsabili della sottorete POLYCOM devono provvedere affinché la copertura di radiocomunicazione esterna arrivi fino ai rispettivi portali delle gallerie ferroviarie con l'intensità di campo e la qualità necessarie secondo le direttive di pianificazione dell'UFPP.

La sottorete POLYCOM si basa sul principio di un'elevata intensità di campo della cella in tutta la zona di copertura. Quando un utente mobile passa da una cella a un'altra, inizia un procedimento di cambio di cella (handover), poiché l'apparecchio mobile viene annunciato alla stazione di base della prossima cella. Questo procedimento comporta una breve interruzione del collegamento. Quando la galleria stabilisce il collegamento con la prossima cella radio, se possibile, l'interruzione imposta dal sistema per il cambio di cella non deve avvenire in galleria, ma all'esterno.

Occorre eventualmente prevedere una copertura dei portali con antenne. In definitiva il progetto dev'essere concepito in modo che i confini delle celle si intersechino. Ciò significa che nella zona di transizione l'utente mobile fruisce dell'intensità di campo calante della cella da cui si sta allontanando e dell'intensità di campo crescente della cella cui si sta avvicinando. Se necessario, per un cambio di cella in galleria, all'interno della stessa si devono trasmettere i segnali di due celle distinte.



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

L'irradiazione del sistema di radiocomunicazione della galleria verso l'esterno deve soddisfare le vigenti prescrizioni dell'UFCOM e dell'ETSI. La realizzazione di un impianto d'antenna sottostà all'Ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI).

Le antenne devono essere protette contro i fulmini e le sovratensioni.

La pianificazione di impianti di radiocomunicazione, soprattutto l'alimentazione e il trasporto dei segnali (vedi capitolo 4.7), dev'essere coordinata con la pianificazione della rete POLYCOM. Nel caso particolare occorre tener conto delle irradiazioni della copertura esterna verso l'interno della galleria per evitare cambi di cella indesiderati.

4.7 Alimentazione e trasporto dei segnali dalla sottorete POLYCOM

Il trasporto di segnali dalla sottorete POLYCOM al raccordo con la centralina di controllo può avvenire in diversi modi:

- Accoppiamento via cavo alla stazione di base esistente (con fibre ottiche o cavo coassiale)
- Accoppiamento a un ripetitore via etere (air link repeater)
- Accoppiamento a una stazione di base POLYCOM per gallerie

Per ottenere un collegamento con la qualità necessaria, l'UFPP deve elaborare progetti di collegamento d'intesa con le ferrovie. A tal fine ha già analizzato e documentato la situazione relativa all'alimentazione e al trasporto dei segnali in tutte le gallerie ferroviarie svizzere (vedi esempio al capitolo 8, fonte [8]). Questi progetti d'alimentazione e di trasporto dei segnali per l'integrazione TFK nelle sottoreti POLYCOM sono memorizzati nell'EXTRANET dell'UFT.

Tramite un login è possibile accedere ai progetti di collegamento delle ferrovie, dei rappresentanti AOSS cantonali e dei membri del gruppo di lavoro "POLYCOM nelle gallerie ferroviarie".

4.7.1 Accoppiamento via cavo alla stazione di base esistente

Caso: nelle vicinanze della centralina di controllo della radiocomunicazione in galleria c'è già una stazione di base POLYCOM idonea per la copertura in galleria.

In questo caso si può accoppiare la stazione di galleria alla stazione di base esistente tramite una linea d'alimentazione (fibre ottiche oppure, per brevi distanze, cavo coassiale).



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

Dal punto di vista tecnico e gestionale, l'uscita dalla stazione di base POLYCOM costituisce l'interfaccia (A). Il cavo a fibre ottiche, risp. coassiale e il trasduttore opto-elettrico sono di competenza delle ferrovie.



Figura 2: Accoppiamento via cavo alla stazione di base esistente di una sottorete POLYCOM

4.7.2 Accoppiamento a un ripetitore via etere (air link repeater)

Caso: Nelle vicinanze della centralina di controllo non c'è alcuna stazione di base POLYCOM, tuttavia il segnale POLYCOM all'esterno della galleria è forte e di buona qualità.

I segnali vengono captati dall'esterno tramite un'antenna appositamente concepita, amplificati con un ripetitore e trasmessi alle stazioni di galleria tramite le centraline di controllo (downlink). Nell'uplink i segnali dei terminali mobili che si trovano in galleria vengono captati dal cavo radiante e trasmessi tramite le stazioni di galleria, la centralina di controllo e il ripetitore via etere, per essere poi captati dalla stazione di base POLYCOM.

Una tale soluzione deve soddisfare i seguenti requisiti:

- Il livello minimo di ogni segnale all'antenna del ripetitore via etere dev'essere di almeno -60dBm per portante.
- Se possibile, la stazione di base POLYCOM e il ripetitore via etere dovrebbero essere in linea di vista.
- I segnali esterni in banda dovrebbero essere di almeno 10 – 20 dB più deboli dei segnali utili.
- I ripetitori devono soddisfare le vigenti prescrizioni dell'UFCOM e dell'ETSI (vedi capitolo 8, fonti [5] – [10]).



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

L'interfaccia aerea tra l'antenna della stazione di base POLYCOM e l'antenna di ricezione del ripetitore via etere costituisce l'interfaccia tecnica e gestionale (A). L'acquisizione, la sorveglianza e la manutenzione del ripetitore via etere spettano alle ferrovie.

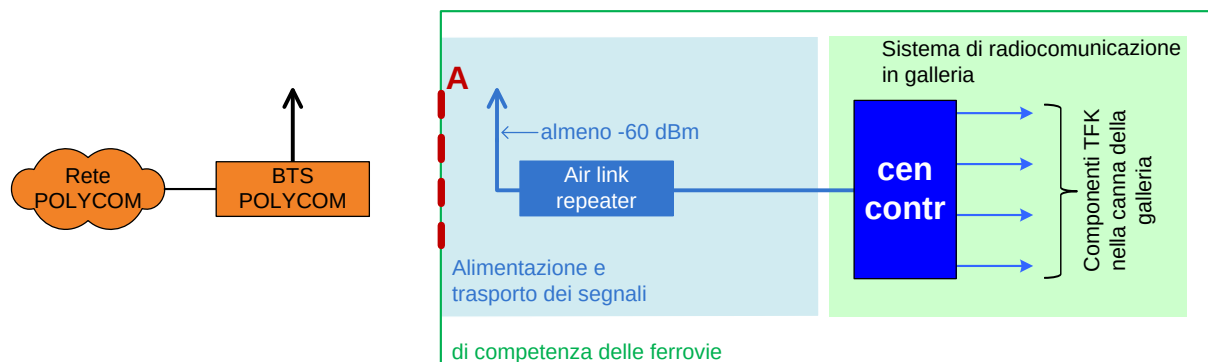


Figura 3: Accoppiamento a un ripetitore via etere (air link repeater)

4.7.3 Accoppiamento a una stazione di base POLYCOM per gallerie

Caso: nelle vicinanze della centralina di controllo non c'è alcuna stazione di base POLYCOM idonea per la copertura in galleria e il segnale POLYCOM all'esterno della galleria è troppo debole.

In questo caso occorre acquisire una stazione di base POLYCOM supplementare per il sistema di radiocomunicazione della galleria. La centralina di controllo del sistema di radiocomunicazione viene raccordata direttamente alla stazione di base POLYCOM tramite AF o fibre ottiche. L'integrazione di questa stazione di base POLYCOM dev'essere coordinata con il gestore della rispettiva sottorete POLYCOM (gestore SR). La costruzione spetta esclusivamente al gestore della rete esterna (procedura d'approvazione dei piani, progettazione, ecc.). Le ferrovie lo sostengono in caso di costruzione sulla propria area.

L'uscita dalla stazione di base POLYCOM costituisce l'interfaccia tecnica e gestionale (A). Il cavo di collegamento fra la stazione di base e la centralina di controllo è di competenza delle ferrovie.



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

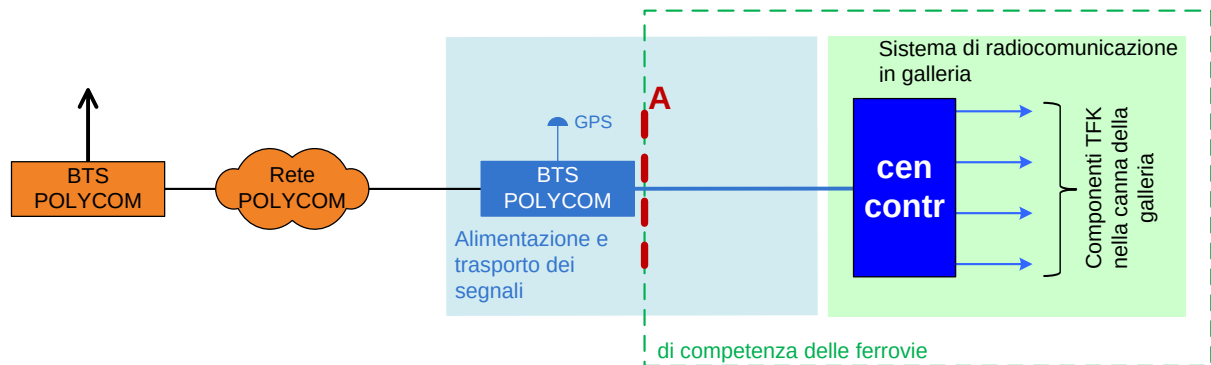


Figura 4: Accoppiamento alla propria stazione di base POLYCOM

4.7.4 Accoppiamento in caso di progetti particolari

Nei casi complessi, l'accoppiamento richiede un coordinamento supplementare tra gestori delle gallerie ferroviarie e gestori di rete, per es. in caso di:

- una lunghezza della galleria superiore ai 10 km
- un gruppo di gallerie
- una galleria elicoidale
- un posto di fermata d'emergenza, risp. una stazione multifunzionale

Per tali progetti occorre tener conto in particolar modo dei seguenti aspetti supplementari:

- Stazioni di base POLYCOM all'interno della galleria
- Sincronizzazione delle diverse stazioni di base POLYCOM tramite segnali GPS (principio di rete a frequenza unica)
- Necessità di coordinamento con l'UFPP

4.7.5 Registrazione vocale

La registrazione di conversazioni radio non rientra nelle responsabilità dell'UFT, risp. non è parte integrante del sistema di radiocomunicazione della galleria. Nell'ambito delle gallerie ferroviarie, per la registrazione vocale devono essere rispettate le stesse condizioni valide per la rispettiva sottorete POLYCOM all'esterno della galleria.



4.8 Ridondanza e disponibilità

La ridondanza e quindi la disponibilità del sistema di radiocomunicazione in galleria dev'essere adattata al piano d'intervento delle ferrovie utilizzato in caso d'incidente. Per questo motivo la ridondanza dev'essere valutata per ogni singola galleria. Occorre effettuare la relativa stima del rischio.

Di principio in tutte le gallerie ferroviarie di tipo D la copertura POLYCOM dev'essere realizzata in modo ridondante secondo la "Direttiva UFT concernente i requisiti in materia di sicurezza per le gallerie ferroviarie in servizio" (vedi capitolo 8, fonte [1]). Ciò significa che l'alimentazione POLYCOM dev'essere realizzata in modo indipendente dai due lati della galleria (vedi figura 5). A seconda della posizione geografica della galleria e della pianificazione della sottorete POLYCOM, vi è la possibilità di alimentare la galleria da due celle POLYCOM o addirittura da due sottoreti POLYCOM diverse. In galleria avremmo quindi due celle radio POLYCOM alimentate indipendentemente l'una dall'altra. Non è necessario posare, per motivi di ridondanza, due cavi radianti. Tuttavia l'alimentazione elettrica delle centraline di comando e delle stazioni di galleria deve soddisfare le esigenze del piano d'intervento in caso d'incidente (vedi esempio seguente).

Se nelle gallerie di tipo D non si rispetta questo principio, le ferrovie devono fare una stima del rischio e/o una valutazione della proporzionalità, che verranno poi verificate dall'UFT.

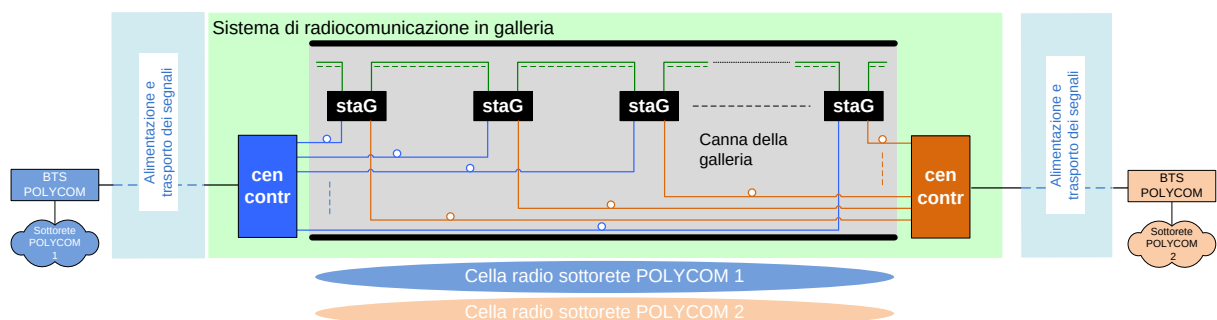


Figura 5: Copertura radio POLYCOM ridondante in una galleria ferroviaria

Sussiste inoltre la possibilità che le forze d'intervento portino delle installazioni di comunicazione mobili sul luogo dell'incidente, per es. un relais di radiocomunicazione mobile (Independent Digital Repeater, IDR), cavi e componenti di comunicazione temporanei, ecc. Tali soluzioni s'impongono anche nelle gallerie corte non equipaggiate per la radiocomunicazione.

Esempio: se il piano d'intervento delle ferrovie prevede che la comunicazione in galleria deve funzionare per almeno 45 minuti dopo l'incidente, occorre pianificare e dimensionare adeguatamente gli



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

elementi necessari all'equipaggiamento di radiocomunicazione. La questione della ridondanza è quindi legata al progetto specifico del piano d'intervento delle ferrovie che dev'essere a sua volta concordato con le AOSS. La relativa stima del rischio è necessaria.



5 Pianificazione d'attuazione, realizzazione e collaudo

Per l'installazione di POLYCOM, le ferrovie devono elaborare una pianificazione d'attuazione che dev'essere adattata alla pianificazione della rete di radiocomunicazione POLYCOM (Confederazione, Cantoni) e ai piani d'intervento cantonali. Nell'appendice [A] di questa direttiva è riportata una lista di controllo per l'elaborazione della pianificazione d'attuazione (piano generale) e del piano d'installazione per l'impianto di radiocomunicazione in galleria e per la stesura del rapporto all'attenzione dell'UFT.

La realizzazione di impianti POLYCOM all'interno e all'esterno dei tratti in galleria soggiace a una procedura d'approvazione dei piani basata sulla legislazione sulle ferrovie ed effettuata dall'UFT. Per le ubicazioni all'esterno delle gallerie con cambiamenti della situazione RNI, occorre di regola seguire una procedura ordinaria con esposizione pubblica dei piani. Di principio, gli impianti nelle gallerie possono essere realizzati seguendo la procedura semplificata. Oltre ai documenti necessari giusta l'art 3 dell'Ordinanza sulla procedura d'approvazione dei piani di impianti ferroviari (OPAPIF; RS 742.142.1), il dossier deve comprendere in particolare anche una scheda con i dati tecnici delle ubicazioni RNI e spiegazioni sull'aggiornamento della pianificazione d'intervento.

Il piano d'intervento dev'essere modificato e aggiornato tenendo conto dell'equipaggiamento supplementare POLYCOM. A progetto ultimato, le pianificazioni d'intervento nuove o aggiornate approvate dagli organi cantonali competenti, devono essere sottoposte all'UFT.

Di regola, l'attuazione di un tale progetto si svolge di principio come segue:

- | | |
|--|----------|
| 1. Allestimento di un piano generale, inclusi commenti relativi alla pianificazione d'intervento (vedi lista di controllo, appendice [A], cap. 10.1) | Ferrovie |
| 2. Elaborazione e inoltro della procedura d'approvazione dei piani (PAP) | Ferrovie |
| 3. Approvazione della PAP da parte dell'UFT | UFT |
| 4. Attuazione e realizzazione | Ferrovie |
| 5. Revisione del piano d'intervento con gli organi cantonali | Ferrovie |
| 6. Rapporto finale all'UFT: misurazioni di collaudo, piano d'intervento corretto, approvazione da parte degli organi cantonali | Ferrovie |
| 7. Approvazione da parte dell'UFT secondo le disposizioni della PAP | UFT |

Le ferrovie devono dimostrare all'UFT, che questa direttiva con le prescrizioni e le condizioni quadro contenute, venga messa in pratica e che le relative misurazioni di collaudo siano state effettuate.



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

Nelle appendici 10.2 e 10.4 sono descritti degli esempi su come si possono effettuare le misurazioni di collaudo.



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

6 Esercizio e manutenzione

Prima della messa in funzione occorre sottoporre il piano d'esercizio all'UFT. Tale piano dev'essere in linea con il punto [4] del capitolo 8. Oltre ai temi sulla gestione ferroviaria, devono essere descritti e regolamentati anche i seguenti aspetti:

- Competenze per l'esercizio e la manutenzione
- Accesso alle componenti nei locali tecnici e in galleria
- I cavi radianti e le componenti in galleria devono essere sottoposti a manutenzione. Occorre anche verificare ed eventualmente rettificare i valori di riferimento rilevati nell'ambito della realizzazione e indicati nella documentazione del sistema di radiocomunicazione in galleria. Ciò presuppone una convenzione tra il gestore POLYCOM, le ferrovie e il fornitore del sistema di radiocomunicazione.

Dopo un blackout o dopo un guasto alla linea dei dati, l'impianto deve ripristinare automaticamente lo stato di funzionamento.



7 Glossario

7.1 Uffici, autorità e organizzazioni

Termine	Spiegazione
AOSS	Autorità e organizzazioni attive nel campo del salvataggio e della sicurezza
CEI	Commissione elettrotecnica internazionale (in inglese International Electrotechnical Commission, IEC): è un ente internazionale di normalizzazione con sede a Ginevra che si occupa di norme nel settore dell'elettrotecnica e dell'elettronica
Cgcf	Corpo delle guardie di confine
DATEC	Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni
ETSI	European Telecommunications Standards Institute: Editore di norme e prescrizioni internazionali valide nella tecnica di comunicazione
UFCOM	Ufficio federale delle comunicazioni
UFPP	Ufficio federale della protezione della popolazione
UFT	Ufficio federale dei trasporti

7.2 Termini tecnici e abbreviazioni

Termine	Spiegazione
accesso remoto	Accesso a distanza (in inglese: Remote Access)
AF	Alta Frequenza (in inglese High Frequency, HF): in radiocomunicazione definisce la banda di frequenza da 3 a 30 MHz. In elettrotecnica e nella tecnica di comunicazione, definisce le frequenze alte di segnali elettrici ed elettromagnetici in generale
BTS	Stazione di base per POLYCOM, GSM e UMTS (in inglese Base Transceiver Station, BTS)
budget link, guadagno del canale	Nella tecnica di comunicazione, il guadagno del canale o budget link è una misura per la qualità del canale di trasmissione. Viene espresso in dB, e in un modello semplice viene calcolato sommando la potenza di trasmissione, la sensibilità di ricezione, il guadagno di potenza dell'antenna, l'attenuazione nello spazio libero e altre perdite di trasmissione
cavo coassiale	Cavo bipolare a struttura concentrica. È costituito da un conduttore interno



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

Termine	Spiegazione
	(anima) circondato, a distanza costante, da un conduttore esterno cilindrico cavo. Nello spazio intermedio c'è un isolatore o un dielettrico che può essere costituito parzialmente o completamente da aria. Di regola, il conduttore esterno è protetto da un mantello isolante, resistente alla corrosione e impermeabile
cavo radiante	Detto anche "cavo a fessura" o "cavo a dispersione", è un conduttore elettrico utilizzato come antenna e posato lungo il percorso. Si tratta di un cavo coassiale con piccole fessure o aperture nel conduttore esterno (schermo), attraverso le quali il segnale AF può essere emesso o ricevuto lungo tutta la lunghezza del cavo. I cavi radianti permettono una copertura di radiocomunicazione uniforme ed economica soprattutto nei settori interni lunghi (per es. nelle gallerie). Le definizioni di cavo radiante e cavo a dispersione si basano sull'idea che una parte della potenza ad alta frequenza esce, risp. si disperde in modo radiale dal cavo
cen contr	Centralina di controllo di un sistema di radiocomunicazione in galleria. Costituisce il punto di partenza della copertura in galleria. Tutti i segnali (in uscita e in entrata) delle stazioni di galleria convergono nella centralina di controllo
CFO	Cavo a fibre ottiche: con i moduli di trasmissione e di ricezione adeguati è possibile trasmettere i segnali ad alta e a bassa frequenza anche su lunghi tratti praticamente senza perdite. Si distinguono cavi a fibre ottiche single o monomode per lunghi tratti con larghezze di banda / frequenze elevate, oppure cavi a fibre ottiche multimode per collegamenti / reti locali
dB, dBm	Il livello di potenza L_P (espresso in dB) viene definito come segue: $L_P = 10 \log(P/P_0)$ È la misura logaritmica del rapporto fra una determinata potenza P e una potenza di riferimento P_0 (valore di riferimento). Se il valore di riferimento $P_0 = 1 \text{ mW}$, il livello di potenza sarà espresso in dBm
downlink	Designazione del collegamento di comunicazione dalla stazione di base all'utente mobile
effetto Doppler	L'effetto Doppler è un cambiamento, apparente o misurato, della frequenza o della lunghezza di un'onda percepita, quando la sorgente e l'osservatore si avvicinano o si allontanano fra loro, ossia sono in movimento relativo fra di loro
ERP	Effective Radiated Power (potenza equivalente irradiata): potenza irradiata da un'antenna, calcolata aggiungendo il guadagno di potenza dell'antenna alla potenza immessa nell'antenna stessa
fattore K, fattore d'antenna	Per rilevare l'intensità di campo delle onde elettromagnetiche emesse dall'antenna e per creare dei campi ben definiti, è molto importante conoscere i dati dell'antenna stessa. Le caratteristiche più importanti sono il guadagno di potenza e il fattore di trasformazione dell'antenna (fattore d'antenna o fattore K). Il guadagno di potenza può essere considerato una caratteristica della forma del tipo d'antenna. Normalmente ci si riferisce a una cosiddetta "antenna isotropa o sferica" fittizia che viene utilizzata come ausilio di calcolo, anche se praticamente non è realizzabile. Dal guadagno di potenza dell'antenna si può calcolare il fattore di trasformazione corrispondente. Il guadagno è necessario soprattutto quando occorre creare intensità di cam-



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

Termine	Spiegazione
	po ben precise, per es. durante le prove d'immunità ai disturbi. Per rilevare l'intensità di campo di ricezione, si utilizza il fattore di trasformazione
GPS	Global Positioning System (sistema di posizionamento globale): sistema satellitare per la localizzazione globale internazionale
GSM	Global System for Mobile communications (sistema globale per la comunicazione mobile): termine generico per tutti i servizi di radiocomunicazione che si basano sullo standard GSM
GSM-P, GSM-Public	Global System for Mobile communications – Public (sistema globale per la comunicazione mobile pubblica): il termine GSM-P comprende tutte le prestazioni di servizio GSM offerte dai gestori GSM pubblici
GSM-R	Global System for Mobile communications – Rail (sistema globale per la comunicazione mobile delle ferrovie): il GSM-R è la futura piattaforma per tutte le comunicazioni concernenti la gestione ferroviaria. Il gestore del sistema della rete di radiocomunicazione mobile GSM-R è l'azienda delle FFS. Le prestazioni di servizio GSM-R sono accessibili a tutti coloro che dispongono di un terminale GSM-R, in particolare agli impiegati ferroviari. I passeggeri per contro non possono utilizzare questo sistema di radiocomunicazione mobile per telefonare
GSM-R Roaming	Una parte della rete ferroviaria delle FFS non verrà dotata di una copertura radio GSM-R. Tuttavia, per permettere la comunicazione verso i treni e il relativo personale, le FFS hanno stipulato un contratto roaming con il Public Provider Swisscom Mobile (GSM-P). In questo modo gli utenti GSM-R possono telefonare anche nelle regioni svizzere senza copertura GSM-R
handover	Procedimento di una rete di telecomunicazione mobile (per esempio GSM o UMTS) tramite il quale il collegamento per una conversazione o una trasmissione dati da un terminale mobile (stazione mobile) si sposta da una cella radio a un'altra
Hz, kHz, MHz	Abbreviazioni per hertz, chilohertz, megahertz: unità di misura per la frequenza
IDR	POLYCOM permette di comunicare anche quando non è disponibile alcuna infrastruttura di sistema fissa. Si può comunicare in "direct mode" a condizione che i terminali si trovino all'interno del raggio di copertura. Se la zona sinistrata è così vasta o topograficamente così difficile da ostacolare o impedire la radiocomunicazione nel "direct mode", si può realizzare una copertura radio temporanea con un "Independent Digital Repeater" (IDR). L'IDR installato su un'altura o in un punto sopraelevato permette di coprire temporaneamente con un canale una vasta zona sinistrata. Con la modalità IDR, gli utenti possono ampliare il loro raggio di copertura
intermodulazione, IM	Nella tecnica di comunicazione, l'intermodulazione (IM) è la formazione di componenti spettrali indesiderate, create da funzioni di trasmissione non lineari, quando devono essere elaborate almeno due frequenze diverse
OMC	Operation and Maintenance Center (centro di gestione e di manutenzione per reti di telecomunicazione): l'OMC deve garantire il funzionamento della



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

Termine	Spiegazione
	rete
ORNI	Ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti
PAP	Procedura d'approvazione dei piani
PC	Posto di comando
perdita d'accoppiamento	Questa grandezza definisce il disaccoppiamento dell'energia dal cavo radiante verso l'esterno in direzione di un'antenna di ricezione. La perdita di disaccoppiamento viene influenzata dalla disposizione delle aperture nel cavo radiante, dalle interferenze e dalle riflessioni in prossimità del cavo
PMR	Abbreviazione per Professional Mobile Radio (radiocomunicazione mobile professionale) o Private Mobile Radio (radiocomunicazione mobile privata)
POLYCOM	Rete di radiocomunicazione delle forze d'intervento svizzere delle AOSS in caso d'incidente, utilizzata esclusivamente per le loro comunicazioni. La tecnologia del sistema si basa sulla norma TETRAPOL
probabilità di copertura dei luoghi	La probabilità di copertura dei luoghi definisce percentualmente in quanti punti di misurazione il segnale richiesto è "presente". Esempio: se il livello di ricezione minimo dev'essere di -87 dBm con una probabilità di copertura dei luoghi del 95%, significa che il livello di ricezione deve superare i -87 dBm su almeno il 95% del tratto considerato
rapporto segnale/rumore di fondo S/N	Il rapporto segnale/rumore di fondo (rapporto segnale/disturbo, rapporto segnale/rumore, abbreviato SNR o S/N dall'inglese signal-to-noise ratio) è una misura per la qualità tecnica di un segnale utile proveniente da una sorgente e sovrapposto da rumore di fondo. È definito come il rapporto fra la potenza media del segnale utile della sorgente e la potenza media del segnale di disturbo
Rx	Abbreviazione per ricezione o ricevitore
SB	Stazione di base (in inglese Base Station, BS)
SDR	sommità delle rotaie
sistema di radiocomunicazione in galleria	Il sistema di radiocomunicazione di una galleria è costituito da varie centraline di controllo e dalle stazioni di galleria ad esse collegate, incluso il sistema di controllo locale TFK (TFK OMC)
staG	Stazione di galleria: serve per la preparazione dei segnali da trasmettere e per l'elaborazione dei segnali ricevuti dalla galleria
tasso d'errore sui bit, BER	Bit Error Rate, tasso d'errore sui bit: è una misura per valutare la qualità della trasmissione digitale sui tratti dei sistemi di comunicazione e di rete
TFK	Radiocomunicazione in galleria
TSS	Treno di spegnimento e di salvataggio
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System (sistema di telecomunicazione mobile universale): è una rete di comunicazione mobile offerta ai gestori UMTS pubblici. I sistemi UMTS attuali operano nelle gamme di frequenza 1900 MHz (uplink) e 2100 MHz (downlink). Si sta lavorando per consentire



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

Termine	Spiegazione
	l'accesso ai sistemi UMTS anche attraverso la gamma 900 MHz
uplink	Collegamento di comunicazione dall'utente mobile alla stazione di base
λ	Lunghezza dell'onda elettromagnetica (onda radio)



8 Elenco delle fonti

- [1] Direttiva concernente i requisiti in materia di sicurezza per le gallerie ferroviarie in servizio, Ufficio federale dei trasporti (UFT), 10 agosto 2009
- [2] Basi tecniche POLYCOM (Technische Grundlagen POLYCOM / Principes techniques de POLYCOM, *testo disponibile solo in tedesco e in francese*), Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP), Versione 2.6.2., 17.05.2006
- [3] Basi per la pianificazione della copertura radio, delle ubicazioni e delle frequenze (Grundlagen Funkfeldversorgungs-, Standort- und Frequenzplanung / Données générales concernant la planification de la couverture radio, des emplacements et des fréquences, *testo disponibile solo in tedesco e in francese*), Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP), Versione 2.6.4., 17.05.2006
- [4] Disponibilità, manutenzione e riparazione dell'infrastruttura del sistema POLYCOM (Verfügbarkeit, Instandhaltung und Reparatur der POLYCOM Systeminfrastruktur / Disponibilité, maintenance et réparation de l'infrastructure du système POLYCOM, *testo disponibile solo in tedesco e in francese*), Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP), Versione 2.4.1., 14.05.2007
- [5] NT-3002: Guida tecnica concernente l'immissione sul mercato, la realizzazione, la messa in funzione e la gestione dei convertitori PMR utilizzati nei tunnel, nelle gallerie, negli immobili e nelle autorimesse sotterranee (Technischer Leitfaden bezüglich des Inverkehrbringens, des Erstellens, der Inbetriebnahme und des Betriebens von PMR Umsetzer, die in Tunneln, Galerien, Häusern und unterirdischen Garagen eingesetzt werden / Guide technique, Mise sur le marché, mise en place, mise en service et exploitation des réémetteurs PMR à l'intérieur des tunnels, des galeries couvertes ou semicouvertes, des immeubles et des garages souterrains, *testo disponibile solo in tedesco e in francese*), UFCOM, Edizione 1.0, 01.03.2004
- [6] Final draft ETSI EN 300 113-1 V1.4.1 (2001-12): Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Land mobile service; Radio equipment intended for the transmission of data (and/or speech) using constant or non-constant envelope modulation and having an antenna connector; Part 1: Technical characteristics and methods of measurement
- [7] ETSI EN 300 113-2 V1.3.1 (2003-07): Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Land mobile service; Radio equipment intended for the transmission of data (and/or speech) using constant or non-constant envelope modulation and having an antenna connector; Part 2: Harmonized EN covering essential requirements under article 3.2 of the R&TTE Directive



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

- [8] ETSI EN 300 086-1 V1.3.1 (2008-09): Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Land Mobile Service; Radio equipment with an internal or external RF connector intended primarily for analogue speech; Part 1: Technical characteristics and methods of measurement
- [9] ETSI EN 300 086-2 V1.1.1 (2001-03): Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Land Mobile Service; Radio equipment with an internal or external RF connector intended primarily for analogue speech; Part 2: Harmonized EN covering essential requirements under article 3.2 of the R&TTE Directive
- [10] ETSI TS 101 789-1 V1.1.2 (2007-04): Terrestrial Trunked Radio (TETRA); TMO Repeaters Part 1: Requirements, test methods and limits
- [11] ETAVIS, FFS: Progetto galleria ferroviaria, Integrazione TFK POLYCOM, tratto del nodo di Basilea, Versione 1.0, 26.11.2009 (esempio)



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

9 Entrata in vigore

La presente direttiva entra in vigore il 7 giugno 2010.

UFFICIO FEDERALE DEI TRASPORTI

Dr. P. Füglistaler
Direttore



10 Appendici

10.1 Appendice [A]: Lista di controllo

Lista di controllo per la pianificazione d'attuazione (piano generale) e il progetto d'installazione degli impianti di radiocomunicazione POLYCOM nelle gallerie ferroviarie:

- Contesto
- Incarico
- Prestazioni, costi e scadenze
- Finanziamento
- Requisiti tecnici
- Concetti parziali
- Equipaggiamento, istruzione
- Prova di funzionamento
- Sinergie
- Esercizio e manutenzione
- Coordinamento con le organizzazioni partner
- Piano d'intervento e di salvataggio (incluso TSS)
- Considerazione dei rischi
- Documentazione (copertura radio e sistema)
- Feedback sulla fornitura di dati inerenti al progetto



10.2 Appendice [B]: Tasso d'errore sui bit

Spiegazioni per determinare il tasso d'errore sui bit (Bit Error Rate, BER)

Il contenuto dei bit informativi sul canale di controllo (Control Channel, CCH) non è conosciuto nella rete operativa. Occorre quindi effettuare una misurazione speciale che tenga conto di questo dato di fatto. La figura 6 mostra uno schema sinottico su come si può effettuare una misurazione BER (esempio). Il BER rilevato con questo procedimento viene a volte detto anche Viterbi Error Flag Rate (VEFR).

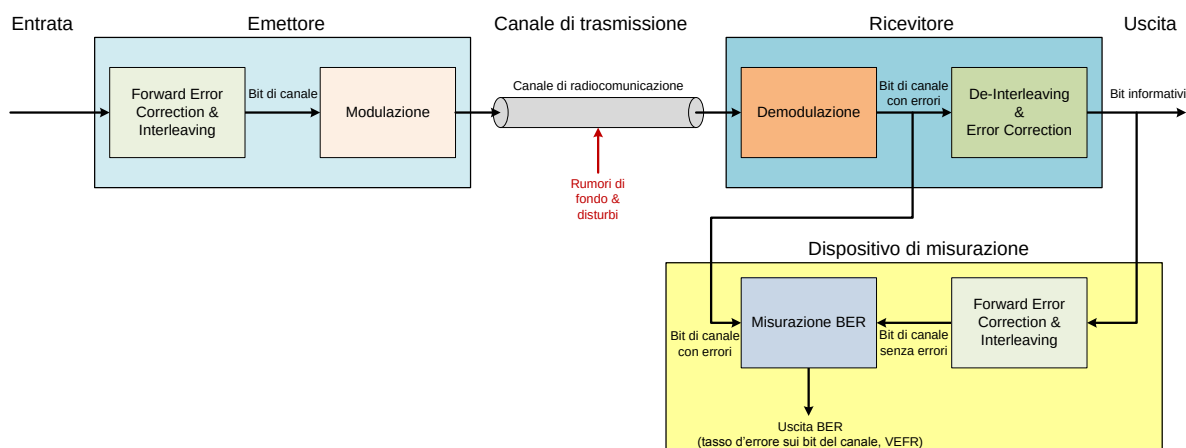


Figura 6: Schema sinottico per determinare il tasso d'errore sui bit (BER)

Nel trasmettitore i bit informativi sono provvisti di un sistema di Forward Error Correction (correzione d'errore senza canale di ritorno) e di un Interleaving (bit di canale), poi modulati sul segnale portante AF. Dopo il passaggio dal canale di radiocomunicazione, il segnale AF ricevuto tramite l'attuale canale di controllo viene demodulato. Questi bit di canale prodotti sono in parte difettosi a causa dei rumori di fondo e dei disturbi creati durante il passaggio dal canale di radiocomunicazione. Tramite il De-Interleaving e la successiva Error Correction (correzione d'errore) vengono creati bit informativi senza errori. Se a questo flusso di bit informativi senza errori all'uscita del ricevitore si applica lo stesso algoritmo usato nel sistema di correzione d'errore senza canale di ritorno e Interleaving del trasmettitore, vengono creati bit di canale artificiali senza errori. Tramite la misurazione BER, si possono confrontare questi bit di canale senza errori con i bit di canale reali e in parte difettosi all'uscita del demodulatore e quindi determinare il tasso d'errore sui bit (VEFR).



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

Ad essere precisi, il VEFR corrisponde al tasso d'errore sui bit del canale e non al tasso di bit informativi. Con questo metodo di misurazione si parte dal presupposto che dopo la correzione i bit informativi ricevuti siano di nuovo privi di errori. Se però il tasso d'errore sui bit di canale è così elevato che nonostante la correzione si creano bit informativi errati, il VEFR non corrisponderà più esattamente al tasso d'errore sui bit del canale. Ciò non costituisce però un problema, poiché in simili casi il VEFR aumenta così tanto da rendere inutilizzabile la qualità di trasmissione.



10.3 Appendice [C]: Andamento del livello dei segnali

Spiegazioni concernenti l'andamento del livello dei segnali tra le stazioni di galleria (downlink)

Stato di funzionamento normale

La figura 7 mostra l'andamento teorico ideale del livello dei segnali creato dalle stazioni di galleria (staG) e dai segmenti di cavo radiante. Il livello dei segnali raggiunge il valore massimo vicino alle staG e diminuisce man mano che ci si allontana da queste. Visto che il segmento di cavo radiante è alimentato da una staG a ciascuna delle due estremità (alimentazione ridondante secondo la struttura a T), si crea una sovrapposizione dei due andamenti del livello. A metà del segmento di cavo radiante la somma della sovrapposizione del livello dei segnali è quindi al minimo (punto critico durante il normale stato di funzionamento del sistema di radiocomunicazione in galleria). Per garantire la qualità della copertura radio lungo tutto il segmento di cavo radiante con alimentazione ridondante, il livello Rx sul tratto non dev'essere inferiore al valore nominale.

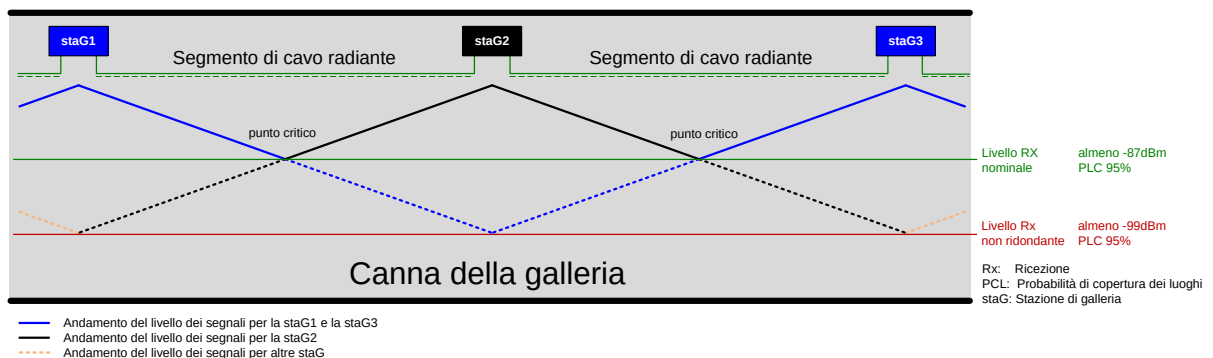


Figura 7: Andamento ideale della distribuzione del livello dei segnali downlink tra le stazioni di galleria con alimentazione ridondante dei segnali alle due estremità dei segmenti di cavo radiante (stato di funzionamento normale)

Caso di guasto

Se per es. la staG2 non funziona più (in caso di guasto), si interrompono le alimentazioni ad entrambe le estremità dei due segmenti di cavo radiante (nessuna alimentazione ridondante). In questi due segmenti di cavo non c'è quindi più alcuna sovrapposizione del livello dei segnali e di conseguenza l'andamento dei segnali si modifica come illustrato nella figura 8. Per garantire la comunicazione e



Riferimento/Incarto: BAV-411.16//115

una qualità minima della copertura radio su questo tratto di galleria anche in caso di un simile guasto, il livello dei segnali al punto critico staG2 non deve scendere sotto il livello Rx (linea rossa nella figura 8) quando l'alimentazione non è più ridondante. Nel nostro caso la qualità della copertura radio è peggiore che nel normale stato di funzionamento, ma è sufficiente per assicurare la comunicazione. Le conversazioni sono disturbate, ma pur sempre comprensibili. In parole povere significa che si deve "parlare in modo più chiaro".

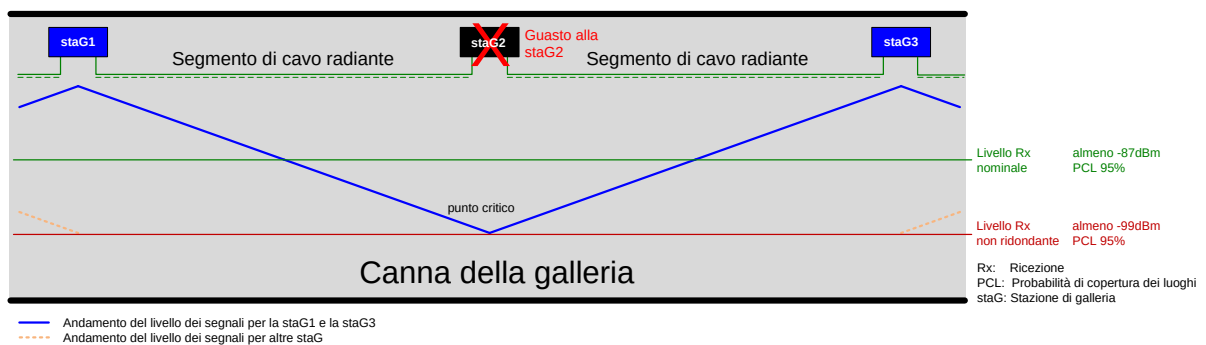


Figura 8: Andamento ideale della distribuzione del livello dei segnali downlink tra le stazioni di galleria con alimentazione non ridondante dei segnali alle estremità dei segmenti di cavo radiante (in caso di guasto).



10.4 Appendice [D]: Sistema di misurazione

Possibile esempio per un sistema e un metodo di misurazione

Sistema di misurazione

Obiettivi per il sistema e il metodo di misurazione:

- Utilizzazione di strumenti di misurazione e componenti d'uso comune
- Le misurazioni vengono effettuate automaticamente dal treno in corsa
- Durante la corsa, i valori misurati vengono visualizzati e memorizzati in modo continuo

La figura 9 mostra un esempio di struttura del sistema globale di misurazione.

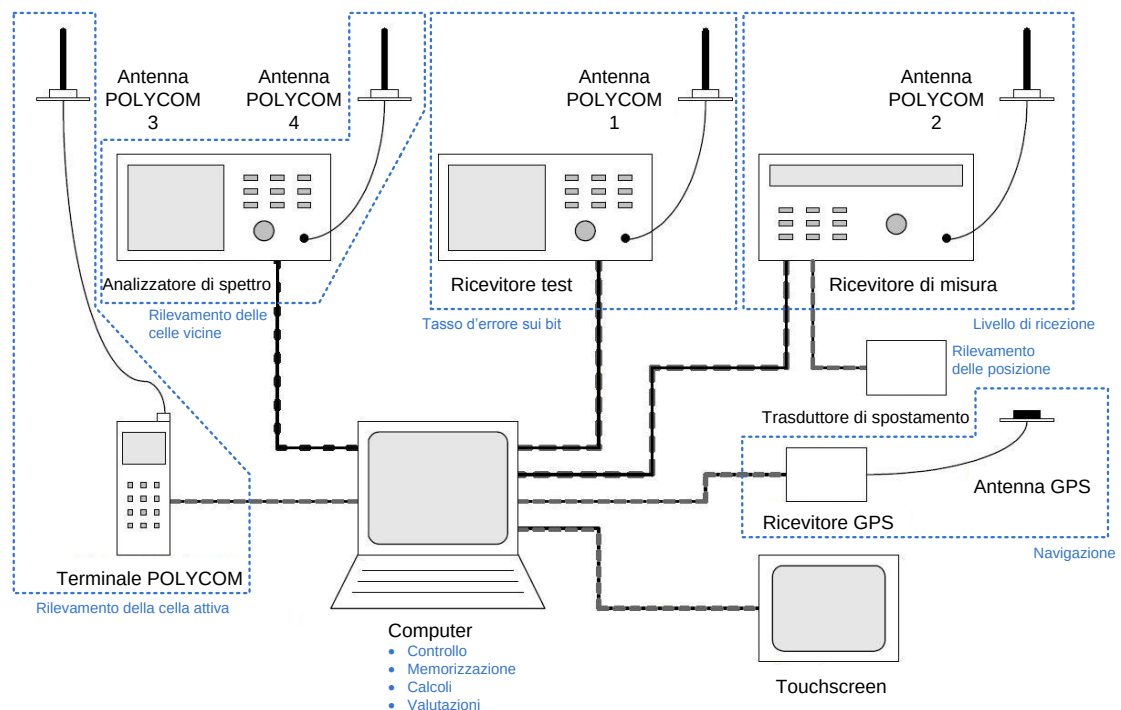


Figura 9: Possibile struttura di un sistema di misurazione



Misurazioni downlink

Con questa struttura di misurazione si può:

- Rilevare la cella attiva (quando ci sono più celle radio)
Per rilevare la cella attiva mediante misurazione automatica, si utilizza un terminale POLYCOM convenzionale. Tramite l'interfaccia seriale RS-232, il terminale trasmette al computer l'identificazione della cella sulla quale è registrato. Sulla base dell'elenco memorizzato delle stazioni di base, il computer risale al rispettivo codice alfa (4 lettere), al numero del canale POLYCOM e alla frequenza del canale di controllo della cella attiva. Per poter effettuare automaticamente una misurazione, è necessaria un'alimentazione sufficiente nella sottorete operativa POLYCOM. Per immettere la frequenza a mano, si possono anche utilizzare generatori di segnali quali fonti per il test.
- Intensità di campo delle celle vicine (quando ci sono più celle radio)
Per rilevare l'intensità di campo delle celle vicine si utilizza un analizzatore di spettro. Lo spettro di frequenza POLYCOM viene continuamente scannerizzato e registrato nell'elenco delle stazioni di base. Si misurano i canali di controllo delle celle vicine assegnati alla cella attiva. I canali che si ricevono meglio corrispondono alle celle vicine più potenti registrate nell'elenco delle stazioni di base.
- Misurazione del livello di ricezione
Per rilevare il livello di ricezione si utilizza un ricevitore di misura. La frequenza, cioè il canale di controllo, viene fissata dalla cella attiva del terminale POLYCOM e dall'elenco delle stazioni di base. Per le misurazioni di livello delle celle vicine vengono utilizzati i due canali vicini più potenti in base alla misurazione con lo scanner. Il rilevamento parallelo dei livelli delle celle vicine attive e più potenti e delle loro posizioni viene effettuato dal treno in corsa.
- Misurazione del tasso d'errore sui bit (Bit Error Rate, BER, vedi anche appendice 10.2)
Il tasso d'errore sui bit viene misurato sul canale di controllo della cella attiva tramite un ricevitore test, utilizzato per la digitalizzazione del segnale ad alta frequenza. Il calcolo relativo al valore misurato (demodulazione, filtrazione, detezione di bit, misurazione del tasso d'errore) viene eseguito con il software del computer. La misurazione del tasso d'errore sui bit si basa sulla rispettiva cella attiva del terminale POLYCOM.
- Distanza statistica
Percorrendo il tratto in galleria, viene calcolata la media di tutti i valori misurati lungo gli ultimi 20 m. La distanza statistica è quindi di 20 m. La distanza tra le singole misurazioni deve però essere scelta in modo che vengano riconosciuti anche i buchi di fading (per es. distanza di $\lambda/4$). Per frequenze POLYCOM di ca. 400 MHz si ottiene quindi una lunghezza d'onda teorica di $\lambda = 75$ cm. Ciò significa che, percorrendo la galleria, si dovrebbe misurare un valore ogni 20



Riferimento/Incarico: BAV-411.16//115

cm circa. Per ogni distanza statistica otterremo quindi un valore medio calcolato sulla base di 100 valori singoli.

- Rilevamento della posizione in galleria
Per questa misurazione occorre un trasduttore di spostamento che, secondo i requisiti della distanza statistica, produce un impulso almeno ogni 20 cm per sincronizzare il ricevitore di misura.
- Posizione delle antenne di ricezione in galleria
Le antenne di ricezione, risp. di misurazione sono antenne $\lambda/4$ ottimizzate per la gamma di frequenza 390 – 395 MHz (antenne loc omologate). Nei tratti a scartamento normale, queste antenne dovrebbero trovarsi in posizione centrale sul tetto della carrozza di misurazione, 4.10 m sopra la sommità delle rotaie (SDR). Il fattore K delle antenne utilizzate e i fattori di correzione delle linee AF al ricevitore di misura devono essere inseriti nel software che elaborerà i dati.
- Navigazione (per rilevare la posizione durante le misurazioni all'esterno delle gallerie)
Per la navigazione si utilizza un ricevitore GPS convenzionale con bussola giroscopica integrata, comandato da un interfaccia seriale.

Misurazioni uplink

- L'antenna di trasmissione utilizzata per le misurazioni uplink è un'antenna $\lambda/4$ ottimizzata per la gamma di frequenza 390 – 395 MHz raccordata a un terminale POLYCOM d'uso comune.
- L'antenna di trasmissione dovrebbe trovarsi in posizione centrale sul tetto della carrozza di misurazione, 4.10 m sopra la sommità delle rotaie (SDR) e irradiare una potenza di 2 W ERP.
- La posizione di trasmissione nella galleria per il normale stato di funzionamento del sistema di radiocomunicazione si trova nel punto critico illustrato nella figura 7. La misurazione dev'essere effettuata almeno nel punto più critico.
- Sulla centralina di controllo del sistema di radiocomunicazione in galleria è possibile misurare solo il livello uplink, rispettivamente il rapporto segnale/rumore di fondo (S/N).
- I calcoli retroattivi (per es. riduzione della potenza di trasmissione in funzione di differenti modi di portare il terminale) si possono eseguire in un secondo tempo.