

Landquart, 12 gennaio 2018

## Gestione di sistema ZBMS

# Basi di progettazione per il controllo della marcia dei treni

per le imprese ferroviarie che utilizzano un controllo della marcia dei treni conforme allo standard ZBMS

## Traduzione

Il documento originale in tedesco serve di referenza in caso di differenza d'interpretazione.

Versione	Nr. 2.0
Validità:	01 febbraio 2018
Numero documento:	21187

Ferrovia retica		
Autore	Controllato / verificato:	Deliberato:
		
Pierre-Yves Kalbfuss P-PE-VZ	Urs Deragisch Capo I-EA-SA	Christian Florin Capo infrastruttura

## Informazione documenti

1.0	11.10.2016	Pierre-Yves Kalbfuss (RhB) Rico Zanchetti (RhB) Samuel Keller (RhB) Stefan Sidler (Siemens) Hansueli Reich (AB)	Prima edizione
1.1	01.05.2017	Pierre-Yves Kalbfuss (RhB)	Adeguamento del titolo
2.0	12.01.2018	Pierre-Yves Kalbfuss (RhB) Rico Zanchetti (RhB) Stefan Sidler (Siemens) Hansueli Reich (AB) Giorgio Murbach (RhB)	Edizione rielaborata  Traduzione

# Indice

<b>1</b>	<b>Disposizioni generali</b> .....	<b>5</b>
1.1	Obiettivo del regolamento .....	5
1.2	Settore d'impiego.....	5
1.3	Applicazione dello standard ZBMS .....	5
<b>2</b>	<b>Basi</b> .....	<b>7</b>
2.1	Normativa federale .....	7
2.2	Regole RTE.....	7
<b>3</b>	<b>Abbreviazioni e definizioni</b> .....	<b>9</b>
3.1	Abbreviazioni .....	9
3.2	Termini .....	9
<b>4</b>	<b>Equipaggiamento della tratta</b> .....	<b>13</b>
4.1	Componenti del sistema .....	13
4.2	Posizionamento delle eurobalise .....	14
4.3	Cablaggio dell'unità elettronica di linea ETCS.....	19
4.4	Installazione dei componenti euroloop.....	20
<b>5</b>	<b>Equipaggiamento del veicolo</b> .....	<b>23</b>
5.1	Calcolatore di bordo.....	23
5.2	Apparecchio di comando e d'indicazione .....	23
5.3	Tasto di conferma esterno .....	23
5.4	Interruttore di ponteggio.....	23
5.5	Antenna ETCS.....	24
5.6	Ricettori magnetici .....	26
5.7	Generatori d'impulsi.....	26
5.8	Uscite .....	26
<b>6</b>	<b>Configurazione del sistema</b> .....	<b>27</b>
6.1	Tipo di sorveglianza .....	27
6.2	Cambio del tipo di sorveglianza .....	27
6.3	Autorizzazione al movimento (MA) .....	30
6.4	Profilo statico di velocità (SSP).....	32
6.5	Pendenza .....	35
6.6	Liberazione .....	36
6.7	Annunci del Euroloop.....	41
6.8	Velocità massime con responsabilità del personale .....	43
6.9	Manovra .....	44
6.10	Linking (connessione).....	45
6.11	Intervallo di confidenza / finestra d'aspettativa .....	46
6.12	Punto di arrivo dell'autorizzazione al movimento.....	48
6.13	Distanze di slittamento.....	55
6.14	Restrizione dell'immagine di corsa.....	56
6.15	Provvedimenti da prendere in caso di distanza troppo breve del segnale avanzato....	57
6.16	Segnale avanzato mancante .....	57
6.17	Entrata occupata .....	58
6.18	Entrata in stazione senza accesso con dislivello ai marciapiedi.....	59
6.19	Immagini di corsa in caso di perturbazione di lampada .....	60
6.20	Impianti di passaggio a livello perturbati .....	60
6.21	Segnale ausiliario .....	61

---

6.22	Zona di tranvie .....	63
6.23	Rallentamenti temporanei .....	63
6.24	Sorveglianza puntuale tramite eurobalise .....	64
6.25	Veicoli ricoverati .....	64
6.26	Cambio del regime d'esercizio tramite un gruppo di balise.....	65
6.27	Commutazione del regime d'esercizio tramite magneti .....	66
6.28	Sorveglianza della velocità su tratte a cremagliera .....	67
6.29	Telegrammi di errore (default) e di perturbazione .....	67
6.30	Impedimento della partenza per treni a scartamento normale.....	68
<b>7</b>	<b>Integrazione del sistema presso il gestore .....</b>	<b>69</b>
7.1	Condizioni preliminari .....	69
7.2	Progettazione dell'equipaggiamento della tratta.....	69
7.3	Montaggio e messa in servizio.....	71
7.4	Progettazione dell'equipaggiamento dei veicoli.....	72
7.5	Modelli di frenatura .....	73
7.6	Prescrizioni d'esercizio .....	77
7.7	Istruzioni .....	77

# 1 Disposizioni generali

## 1.1 Obiettivo del regolamento

Nel presente documento sono definite le regole di progettazione del sistema di controllo della marcia dei treni per le ferrovie a scartamento metrico (ZBMS). Come base si applica lo standard nazionale per il controllo della marcia dei treni delle ferrovie che non adottano il sistema ETCS. Le presenti basi di progettazione mirano a consentire una configurazione ottimale delle funzioni di sorveglianza continua definite nello standard.

Esse sono rivolte ai responsabili di progetto delle imprese ferroviarie e licenziatarie. Le condizioni preliminari per una configurazione ottimale sono le conoscenze di base dello standard ZBMS e del sistema impiegato.

## 1.2 Settore d'impiego

Le presenti basi di progettazione sono da utilizzare per configurare gli equipaggiamenti della tratta e del veicolo che devono adempiere lo standard ZBMS.

Per la realizzazione del progetto da parte del fornitore del sistema devono inoltre essere rispettate le linee guida di progettazione del produttore del sistema.

L'equipaggiamento della tratta e le funzioni di sorveglianza del sistema sono definiti in dettaglio nello standard. Il presente documento ne viene esposta in dettaglio l'applicazione.

Riguardo all'equipaggiamento del veicolo si fa riferimento a caratteristiche generali conformi allo standard ZBMS.

La sorveglianza puntuale per mezzo dei magneti non è trattata nelle presenti basi di progettazione. Le basi di progettazione del sistema esistente devono anche essere osservate. È qui illustrata soltanto la progettazione del cambio di tipo di sorveglianza necessario durante la migrazione.

## 1.3 Applicazione dello standard ZBMS

Diverse illustrazioni mostrano le indicazioni che compaiono sul display dell'indicatore nella cabina di guida. Questa rappresentazione si basa sull'attuale concetto di visualizzazione conforme allo standard ZBMS che deve essere utilizzato nelle nuove applicazioni. Singole imprese ferroviarie continuano ad applicare il concetto originale di visualizzazione.

I documenti di progettazione richiedono generalmente il monitoraggio della lunghezza del treno. A causa dell'evoluzione del sistema nel corso del tempo, la lunghezza dei treni che inizialmente non era monitorata continua a non esserlo presso singole imprese ferroviarie.



## **2 Basi**

### **2.1 Normativa federale**

I regolamenti federali da applicare sono in particolare i seguenti:

- ordinanza sulla costruzione e l'esercizio delle ferrovie (Oferr; RS 742.141.1);
- disposizioni d'esecuzione dell'Oferr (DE-Oferr; RS 742.141.11);
- prescrizioni svizzere sulla circolazione dei treni (PCT; RS 742.173.001);
- standard nazionale: controllo della marcia dei treni per le ferrovie che non adottano il sistema ETCS (standard ZBMS).

### **2.2 Regole RTE**

Come base fa stato il compendio per gli impianti di sicurezza R RTE 25000 – 25064 in particolare:

- R RTE 25036 sul controllo della marcia dei treni.



## 3 Abbreviazioni e definizioni

### 3.1 Abbreviazioni

BG	Balise Group	Gruppo di eurobalise
ELM	Euroloop-Modem	Modem Euroloop
ETCS	European Train Control System	Sistema standard europeo di segnaletica e di controllo dei treni
FS	Full Supervision	Regime d'esercizio "sorveglianza integrale"
GP	Gradient Profile	Profilo della tratta, pendenza
IS	Isolation	Regime d'esercizio "disattivato"
LEU	Lineside Electronic Unit	Unità elettronica di linea ETCS
MA	Movement Authority	Autorizzazione al movimento
NL	Non Leading	Regime d'esercizio "non in testa del treno"
ODM	Odometry	Odometria = misurazione della distanza percorsa
SH	Shunting	Regime d'esercizio "Manovra"
SL	Sleeping	Regime d'esercizio "veicolo motore telecomandato"
SR	Staff Responsible	Regime d'esercizio "sotto responsabilità del personale"
SSP	Static Speed Profile	Profilo statico di velocità
TSR	Temporary Speed Restriction	Rallentamento temporaneo
UFT		Ufficio federale dei trasporti
UN	Unfitted	Regime d'esercizio "sorveglianza puntuale tramite magneti o gruppo di balise"
ZBMS	Zugbeeinflussung Meter- und Spezialspur	Controllo della marcia dei treni per le ferrovie a scartamento metrico o speciale (Standard ZBMS)

### 3.2 Termini

Autorizzazione al movimento

L'autorizzazione al movimento (MA) è una parte dei dati ricevuti dal telegramma da un gruppo di eurobalise che permette la circolazione su un settore di binario. Nell'autorizzazione sono integrati i dati riguardanti la distanza da percorrere. Di regola, l'autorizzazione al movimento generata nel sistema corrisponde al consenso, indicato dal segnale, a proseguire la corsa fino al segnale principale successivo.

---

Disattivato	Nel regime d'esercizio "disattivato" (IS), il sistema di controllo della marcia dei treni non è più collegato verso l'esterno e le uscite per le frenature dal sistema di controllo della marcia dei treni sono disattivate.
Corsa sotto responsabilità del personale	Il regime d'esercizio "corsa sotto responsabilità del personale" (SR) prevede una sorveglianza parziale. Viene attivato se l'equipaggiamento di tratta non ha trasmesso un'autorizzazione al movimento oppure se dopo un'inversione di marcia vi è una rivalutazione dei dati tramite Euroloop. Il veicolo è monitorato dal sistema di controllo dei treni su una velocità predefinita. La posizione del veicolo, e quindi la durata dell'autorizzazione del movimento, non sono sorvegliate.
Infill	Designazione di un gruppo di eurobalise per la trasmissione dell'autorizzazione al movimento per liberare il treno dalla curva di frenatura nel tratto di binario precedente il segnale principale.
Intervallo di confidenza	Tolleranza in funzione del percorso rispetto alla posizione esatta del treno a causa di imprecisioni dell'odometria.
Linking / collegamento	Collegamento logico tra gruppi di eurobalise.
Magneti	Per la sorveglianza puntuale, sono oggi in uso diversi sistemi per il controllo dei treni dotati di specifici magneti permanenti e di elettromagneti. Le informazioni sono trasmesse ai veicoli mediante una combinazione dei poli magnetici nord e sud.
Manovra	Il regime d'esercizio "Manovra" (SH) è utilizzato per la manovra in stazione e sulla tratta. La sezione ammessa può essere determinata da parte del controllo della marcia dei treni, il quale controlla pure la velocità massima consentita per il movimento di manovra.
Non in testa del treno	Nel regime d'esercizio "non in testa del treno" (NL), il macchinista guida un locomotore o un vagone di comando, il quale non figura in testa al treno.
Riposizionamento	Rilevamento esatto della posizione del veicolo a scopo di <ul style="list-style-type: none"><li>– correzione dell'autorizzazione al movimento a dipendenza del percorso per le differenti distanze dei punti di arrivo, e</li><li>– reinizializzazione (resettaggio) dell'intervallo di confidenza dipendente del percorso nell'ambito dell'autorizzazione al movimento.</li></ul> Dopo un riposizionamento, la curva dinamica di frenatura al termine dell'autorizzazione al movimento, rispettivamente prima di una soglia di velocità viene ricalcolata in funzione del nuovo punto di arrivo definito.

Sorveglianza integrale	La sorveglianza integrale (FS) sorveglia costantemente l'autorizzazione al movimento fino al punto di arrivo e il rispetto della velocità massima di tratta in base ai dati forniti dell'infrastruttura e ai dati inseriti per il treno. La sorveglianza integrale all'inizio di un viaggio si attiva al più presto dopo il passaggio sul primo gruppo di eurobalise.
Sorveglianza continua	Trasmissione puntuale o continua d'informazioni al veicolo e sorveglianza continua delle condizioni che possono cambiare a dipendenza della posizione del veicolo. Il controllo della marcia dei treni si attiva non appena queste condizioni non siano rispettate.
Sorveglianza puntuale	Trasmissione puntuale di informazioni al veicolo con reazione immediata da parte del controllo della marcia dei treni all'aggiornamento costante delle informazioni.
Telecomandato	Nel regime d'esercizio "veicolo motore telecomandato" (SL), il macchinista non è presente nella cabina di guida del locomotore o del vagone di comando, il quale non figura in testa al treno.



## 4 Equipaggiamento della tratta

### 4.1 Componenti del sistema

La dotazione della tratta comprende i componenti indicati nella figura sottostante.

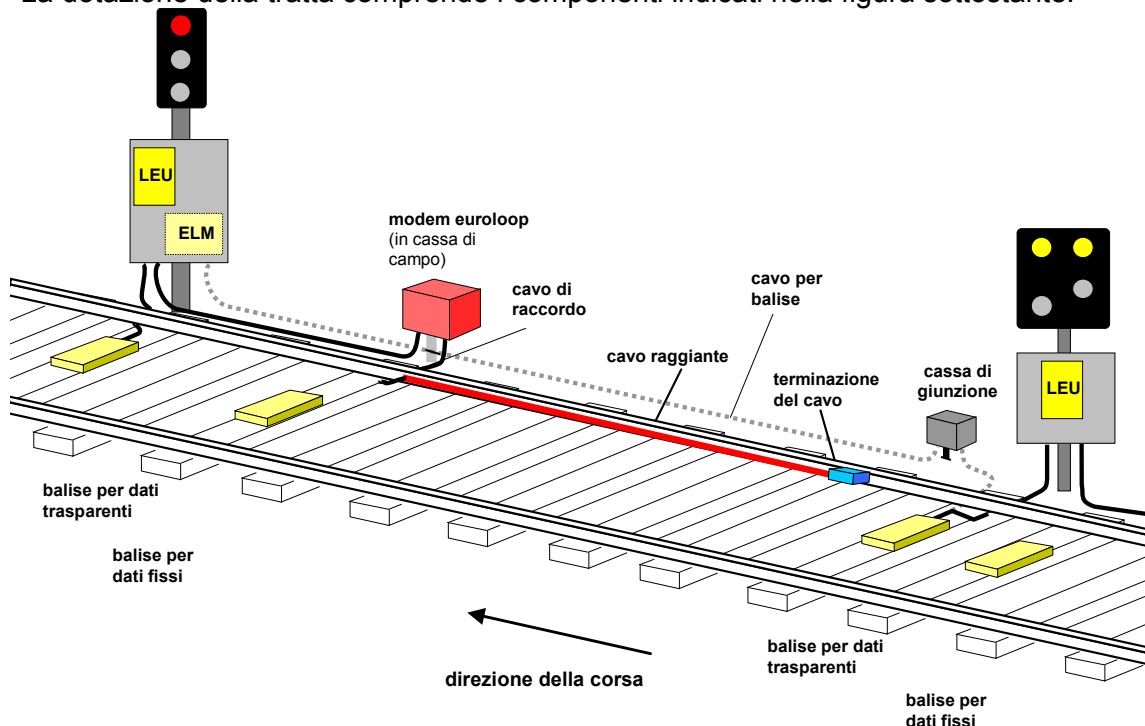


Figura 1: Possibile configurazione delle componenti per la dotazione della tratta

Normalmente, uno o più LEU sono montati assieme al modem Euroloop (ELM) in una scatola relè al segnale principale. Il gruppo di eurobalise al segnale avanzato è comandato di regola dal LEU al segnale principale. Questo ha il vantaggio di poter trasmettere al veicolo tramite il gruppo di balise già al segnale avanzato immagini speciali (entrata con segnale ausiliario / segnale di binario occupato, ecc.) che non possono essere progettate già al segnale avanzato. A questo scopo deve essere presente un cavo di collegamento tra il segnale avanzato e il segnale principale. La figura mostra sia le varianti di integrazione del segnale avanzato sia le opzioni di configurazione comune del modem Euroloop (ELM).

Se con la stessa immagine vengono visualizzati più itinerari può essere necessaria una selezione del percorso. In questo caso i criteri devono essere ripresi dall'apparecchio centrale e trasmessi al segnale corrispondente. Una sorveglianza sulla lunghezza del treno o una precisa soglia di velocità si possono soltanto programmare così.

## 4.2 Posizionamento delle eurobalise

### 4.2.1 Caso normale

Un gruppo di balise è costituito da almeno 2 elementi. Per il sistema puramente ZBMS vengono utilizzate sempre 2 eurobalise. In via eccezionale il gruppo di balise per la calibrazione viene realizzato con un'unica balise a dati fissi.

La prima eurobalise nel senso di marcia è sempre a dati fissi, essa non necessita di cavi. La seconda eurobalise è a dati trasparenti ed è collegata all'unità elettronica di linea (LEU).

Sulle ferrovie ad aderenza le eurobalise rettangolari sono collocate trasversalmente e al centro della tratta.

In un gruppo di eurobalise la distanza longitudinale tra di loro è solitamente 3 m (limite tecnico di 160 km/h: minimo 2,3 m massimo 6 m). L'ultima eurobalise del gruppo si trova 1-2 m davanti al segnale fisso associato.

La distanza minima di successione tra i differenti gruppi di eurobalise è di 8 m (velocità massima fino a 120 km/h). Questa distanza minima è indipendente dalla direzione di marcia.

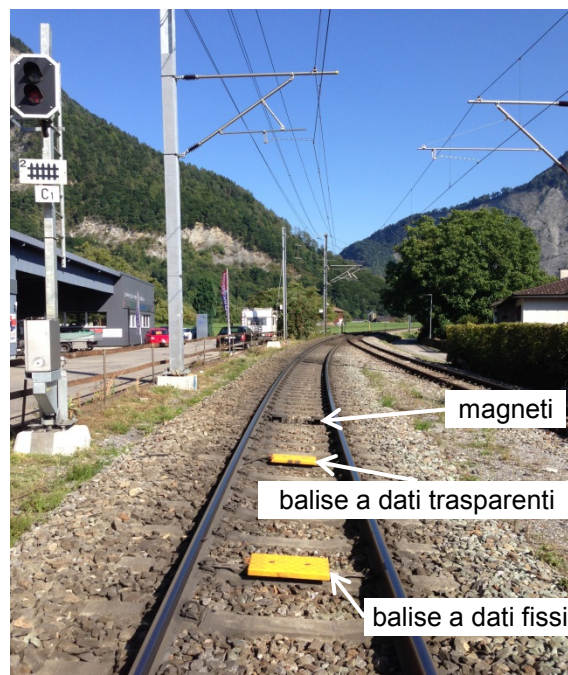


Figura 2: Posizionamento con mantenimento dei magneti

Distanze raccorciate sono ammesse in spazi ristretti e a bassa velocità. In ogni caso si devono rispettare i seguenti valori:

$$s_{\min} = 2.6 + 0.03 \cdot v$$

$s_{\min}$  Distanza minima [m]

$v$  Velocità massima [km/h]

Per un segnale di gruppo è installato un gruppo di balise per binario prima della tavola di fermata per segnale di gruppo.

Un punto della tratta può essere composto anche solo di due balise a dati fissi senza LEU. Tale gruppo di balise è in grado di trasmettere le informazioni nel senso di marcia del veicolo indipendentemente della segnalazione. Questi sono, per esempio, informazioni sulla localizzazione per il riposizionamento, segnalazione di rallentamento temporaneo (TSR), annunci di Euroloop, etc.

#### 4.2.2 Binario a tre o quattro rotaie

Su un binario a tre o quattro rotaie i dati di tratta dei vari sistemi per il controllo di marcia dei treni ZBMS, ETCS L1LS, Euro-ZUB e Euro-Signum possono essere trasmessi attraverso un gruppo eurobalise. Di norma, la quantità di dati richiesta non può essere trasferita da un'unica eurobalise a dati trasparenti. In questo caso, il gruppo eurobalise è formato da due eurobalise a dati trasparenti in modo da poter trasferire i diversi pacchetti di dati P44 delle applicazioni ZBMS, Euro-ZUB ed Euro-Signum.

#### 4.2.3 Cremagliera e ostacoli sulla tratta

In linea di principio le eurobalise sono generalmente posate nell'asse del binario. Uno spostamento laterale è necessario in caso di ostacoli come cremagliere o controrotaie. In questo caso vanno verificati lo scostamento laterale rispetto all'antenna del veicolo e lo spazio libero da ferro.

Le eurobalise sono generalmente posizionate trasversalmente rispetto all'asse del binario. Se lo spazio a disposizione è limitato, è possibile posarle in direzione longitudinale.



*Figura 3: Esempio di montaggio con controrotaia*

Lo scostamento laterale a causa della cremagliera richiede che l'antenna del veicolo sia disposta lateralmente dall'asse. A causa del montaggio asimmetrico dell'antenna, i veicoli non possono essere ruotati.

Nei settori a cremagliera, le eurobalise sono inevitabilmente disposte longitudinalmente alla direzione di marcia.

Di conseguenza, le eurobalise sono montate sul lato in senso longitudinale sui tratti ad aderenza.

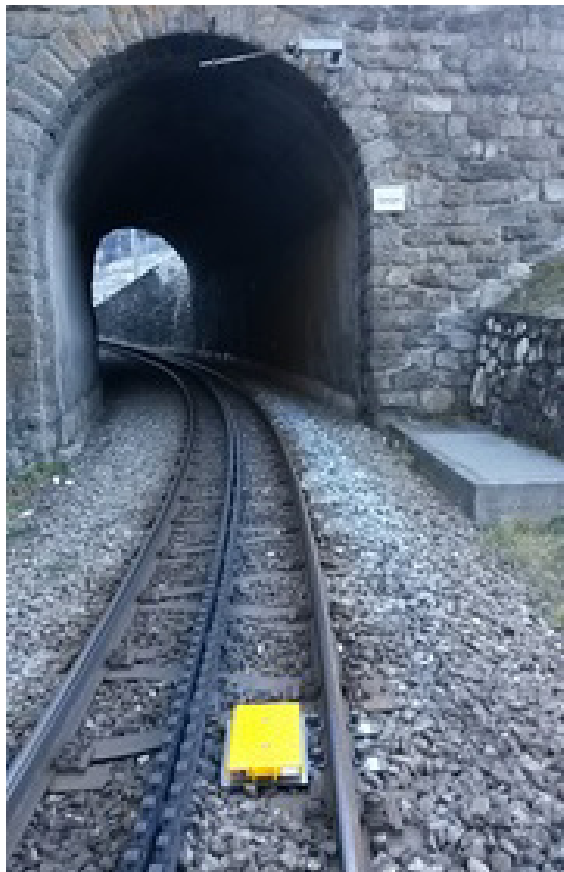


Figura 4: Esempio di montaggio su tratto a cremagliera

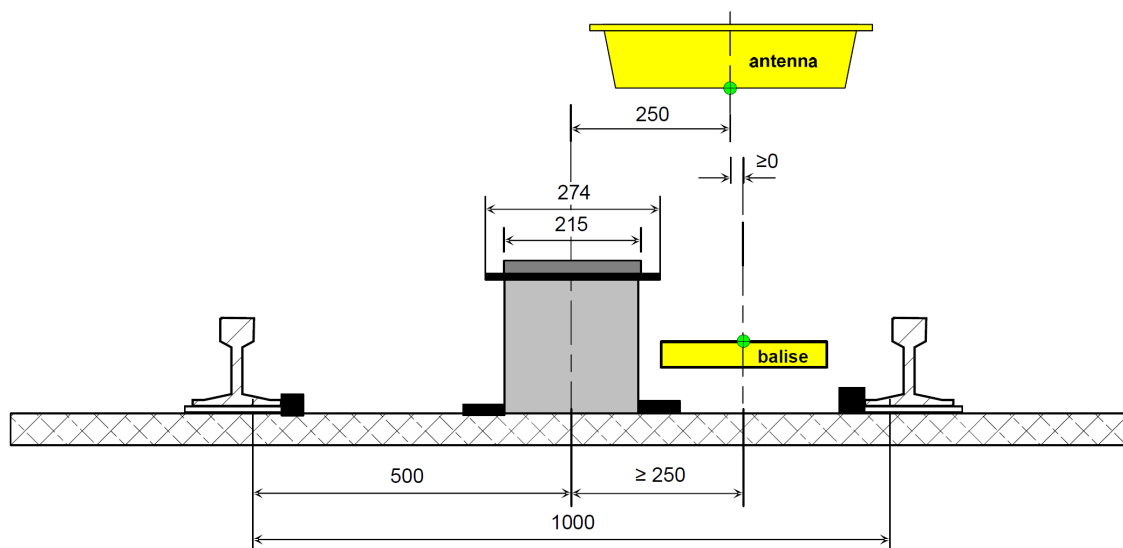


Figura 5: Posizionamento binario - veicolo nel settore a cremagliera

Nelle tratte a cremagliera, le eurobalise sono posate possibilmente con uno scostamento di 250 mm dall'asse del binario. Nel caso di una cremagliera a scaglione molto larghe del sistema Riggerbach è necessario aumentare lo scostamento. Le istruzioni dettagliate, in particolare le altezze di montaggio, si trovano nella guida di installazione del produttore.

#### 4.2.4 Dimensioni

Durante la progettazione bisogna assicurarsi che le distanze minime tra una eurobalise e gli elementi ferromagnetici o le condotte elettriche siano rispettate. In particolare è determinante rispettare le distanze minime da incroci di condotte elettriche nel corpo del binario o nella sottostruttura.

Le dimensioni di una eurobalise e l'osservanza degli spazi liberi possono variare a dipendenza del produttore. In questo capitolo sono descritte le misure delle eurobalise Siemens S21 e visualizzate come esempio.

La figura seguente illustra le dimensioni essenziali di una eurobalise (ad es. eurobalise Siemens S21).

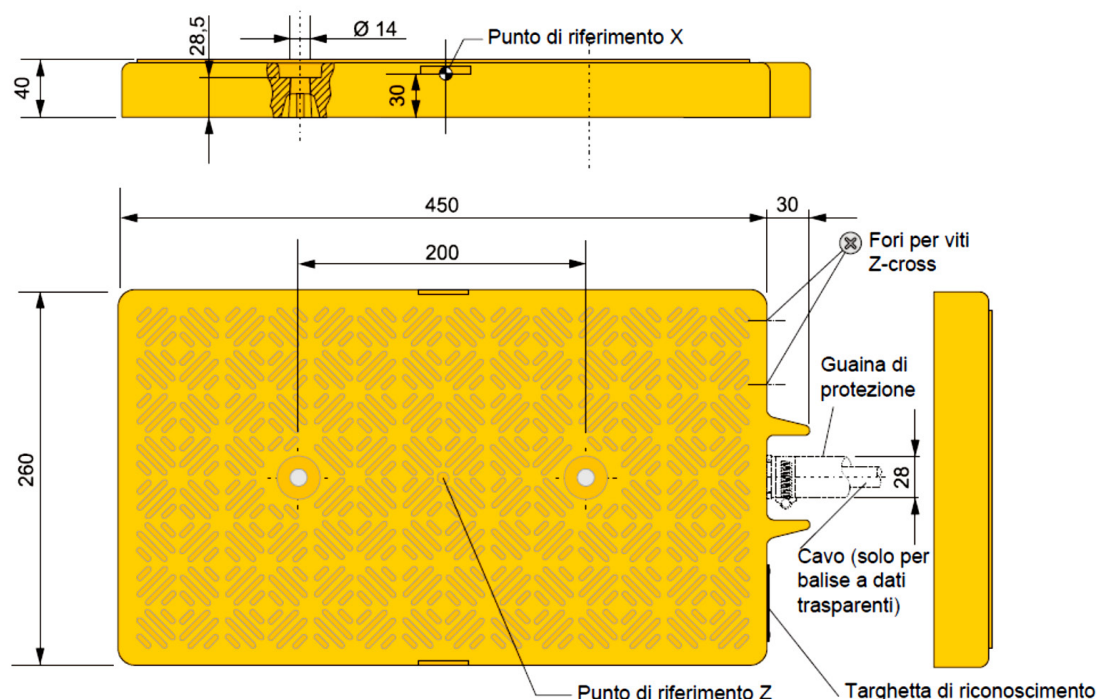


Figura 6: Esempio delle dimensioni di una eurobalise (Siemens S21)

Occorre rispettare gli spazi liberi rispetto all'eurobalise:

- in modo che l'unità di programmazione possa essere posizionata sulla eurobalise;
- a causa delle interferenze elettromagnetiche delle parti in ferro e dei conduttori elettrici, il settore corrispondente deve essere mantenuta libera da parti in ferro e cavi elettrici:
  - particolare attenzione va prestata al rispetto degli spazi liberi in prossimità di giunti isolanti, a causa degli attraversamenti elettrici,
  - va rispettata una determinata distanza minima dalle grandi strutture in acciaio. Ad esempio, su un ponte in acciaio non possono essere posate eurobalise;
  - in caso di montaggio su traverse d'acciaio o supporti ferromagnetici, deve essere rispettata una distanza verticale minima. Per i prodotti Siemens questa distanza verticale è di 60 mm dal segno di riferimento x della eurobalise.

Le istruzioni dettagliate sull'installazione delle eurobalise si trovano nella guida di installazione del produttore.

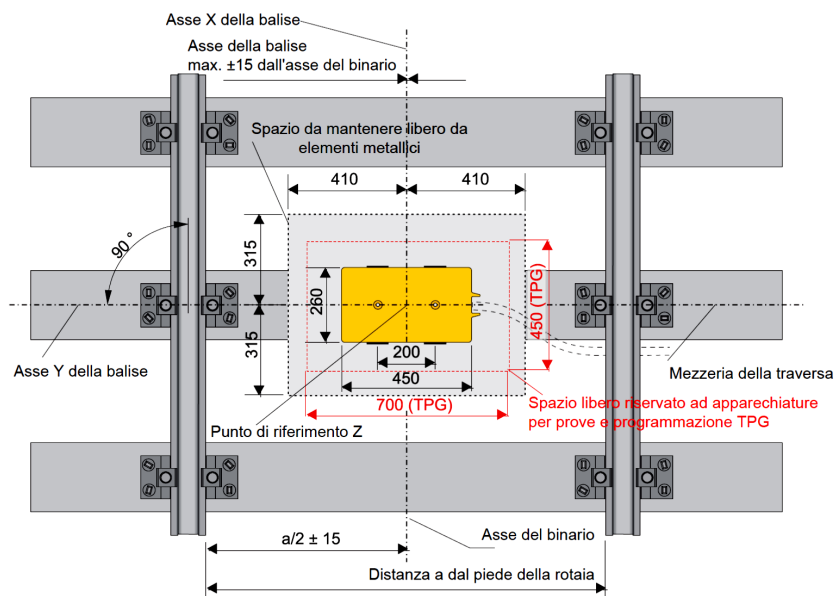


Figura 7: Esempio di spazi liberi

#### 4.2.5 Tipo di fissaggio

A causa degli influssi magnetici sono da utilizzare gli elementi di montaggio prescritti del produttore delle balise. I tipi di montaggio qui indicati a titolo di esempio si riferiscono alle eurobalise Siemens.

Le eurobalise sono montate generalmente su supporti VORTOK, che sono utilizzabili per i sistemi di fissaggio Ae, AEI o Aek, Aeki.

I supporti VORTOK, disponibili anche per tratti di binario con traverse a Y, si montano lateralmente sotto il piede della rotaia. Dall'altro lato, il supporto viene avvitato come di consueto sul fissaggio della rotaia.



Figura 8: Esempio di installazione su traverse a Y / eurobalise ricoperta da una piastra di schermatura

Nelle sezioni a cremagliera e nel settore delle controrotaie le eurobalise sono avvitate mediante piastre distanziali tra due traverse.



*Figura 9: Dispositivo di montaggio per il tratto a cremagliera*

Lo scostamento laterale dall'asse del binario è determinato dalla larghezza della cremagliera. La distanza in altezza rispetto alla testa della rotaia dipende dal profilo della rotaia montata e dalla piastra distanziale utilizzata.

Sui settori di tranvie il montaggio avviene tramite un telaio in cemento polimerico incassato nel corpo stradale e ricoperto con lo stesso materiale.

Le istruzioni dettagliate sull'installazione delle eurobalise si trovano nella guida di installazione del produttore.

Le eurobalise sono ricoperte da una piastra di schermatura durante il periodo compreso tra l'installazione e la messa in servizio. Se l'eurobalise viene installata su una piastra distanziale, le dimensioni di quest'ultima non devono impedire l'aggancio della piastra di schermatura sotto l'eurobalise.

## **4.3 Cablaggio dell'unità elettronica di linea ETCS**

### **4.3.1 Lunghezza della linea di alimentazione**

L'alimentazione dell'unità elettronica di linea ETCS (LEU) può in alcune circostanze essere assicurata su lunghe distanze a partire dall'apparecchio centrale. In questi casi si deve prestare attenzione alla caduta di tensione nella linea e alla protezione da corto circuito a fine linea.

### **4.3.2 Cascata**

Il LEU è dotato di uscite standardizzate per eurobalise e modem Euroloop. Il master LEU può essere collegato in cascata con delle unità di espansione, se sono necessarie più uscite di quelle disponibili.

### 4.3.3 Collegamento all'apparecchio centrale

Il LEU è collocato direttamente al segnale. Gli ingressi sono collegati in serie al relativo circuito del segnale. Per i rispettivi segnali deve essere garantita solamente l'alimentazione dall'apparecchio centrale.

I telegrammi sono generati in base alle lampade attivate del segnale. Un telegramma diverso viene generato per ogni immagine.

Si raccomanda di collegare il gruppo di balise di un segnale avanzato al LEU del segnale principale corrispondente. Un segnale avanzato singolo, collegato a diversi segnali principali deve essere dotato di un proprio LEU.

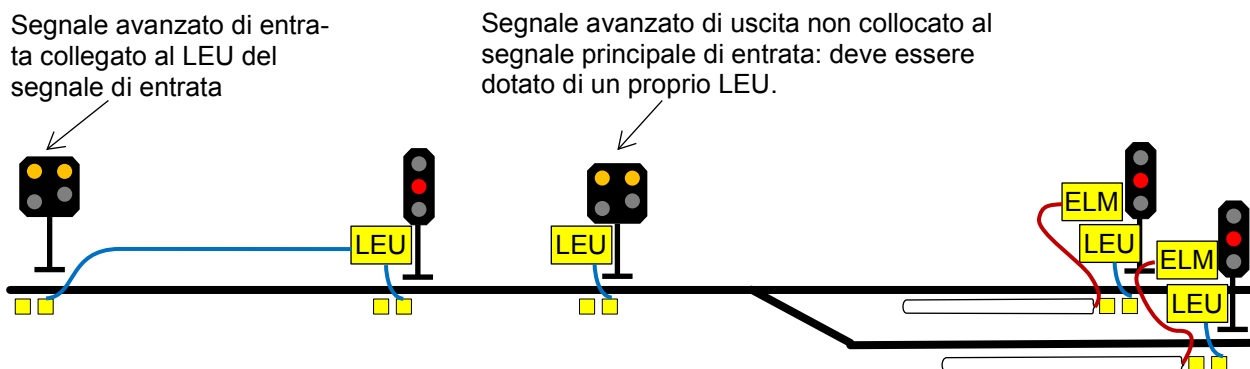


Figura 10: Disposizione dei LEU

Quando viene installato un euroloop, un modem Euroloop (ELM) deve essere collegato al LEU.

### 4.3.4 Collegamento a un apparecchio centrale elettronico

Negli apparecchi centrali elettronici la trasmissione dei dati ai singoli segnali avviene in parte in modo seriale (telecomando). Risulta quindi vantaggioso di connettere direttamente la balise a dati trasparenti al trasferimento dei dati rispettivamente al telecomando.

## 4.4 Installazione dei componenti euroloop

### 4.4.1 Componenti

I componenti dell'euroloop sono sostanzialmente i seguenti:

- modem Euroloop (ELM);
- cavo di raccordo (collegamento dall'ELM all'euroloop);
- cavo raggiante (euroloop);
- terminazione del cavo-loop (LKA).

Il cavo raggiante (euroloop) può essere installato sostanzialmente con diverse lunghezze. La lunghezza massima di un euroloop è di 800 m.

#### 4.4.2 Modi di montaggio

Il cavo raggianti è normalmente fissato tramite appositi morsetti al piede della rotaia.

Se non è possibile fissare il cavo al piede della rotaia si utilizza un tubo in materiale plastico. Il materiale del tubo deve essere isolante e antimagnetico. Questo è il tipo di posa usuale nel settore di un passaggio a livello.

In generale, durante l'installazione dei componenti del loop vanno osservati i seguenti punti:

- scatola del segnale:
  - il cavo della protezione di terra all'LEU e all'ELM deve essere il più corto possibile;
  - collegare il cavo di interconnessione con la bobina di riduzione;
  - mantenere la bobina di riduzione il più vicino possibile al canale del cavo dell'armadio;
  - collegare la spina del cavo di interconnessione alla scatola del segnale (non eseguire l'isolamento!);
- cavo di giunzione:
  - Il cavo di giunzione deve essere posato per almeno 1 m (lunghezza raccomandata di 3 m), nella scanalatura della rotaia (specialmente se attraversa il binario);
  - Un cavo di giunzione in eccesso (riserva) non deve rimanere nei pressi delle rotaie;
  - Un cavo di giunzione non può formare nessun cappio;
  - il raggio di curvatura minimo del cavo di giunzione deve essere rispettato;
  - Un cavo di giunzione viene condotto perpendicolarmente al binario.
- attraversamento dei binari:
  - nel limite del possibile è da evitare l'attraversamento dei binari;
  - il cavo aggiuntivo va fissato nella scanalatura di entrambe le rotaie su una lunghezza minima di 1-3 m;
- aggiramento di ostacoli:
  - un cavo aggiuntivo è utilizzato per aggirare gli ostacoli di maggiori dimensioni come scambi, incroci di binario, ecc.

- Cavo raggiante:
  - Il cavo raggiante non può formare nessun cappio;
  - la lunghezza del cavo raggiante è tendenzialmente arrotondata;
  - per la posa di un cavo raggiante doppio (punto di interruzione o punto di separazione) si inizia sempre dalla mezzeria;
  - il cavo raggiante è posato di regola al piede di una rotaia, in una scanalatura esterna. Può essere fissato alla rotaia destra o a quella sinistra. Il lato del binario sul quale effettuare la posa viene stabilito tenendo conto degli ostacoli che si trovano nel binario (ad es. scambi; evitare attraversamenti);
  - se in un binario gli euroloop di entrambe le direzioni si sovrappongono verrà disposto un cavo raggianti su entrambe le rotaie;
  - il cavo raggiante non deve essere schiacciato (nessuna pressione meccanica). Durante l'installazione occorre prestare particolare attenzione a questo aspetto;
  - durante la posa deve essere previsto un margine di dilatazione lineare del cavo raggiante in funzione della temperatura;
  - se la posa del cavo raggiante avviene a una temperatura compresa tra  $-10^{\circ}$  e  $+5^{\circ}\text{C}$  vanno osservate condizioni particolari;
  - un cavo raggiante non deve essere posato a temperature inferiori a  $-10^{\circ}\text{C}$ .

#### **4.4.3 Manutenzione del binario**

Il cavo raggiante deve essere protetto da danni meccanici. Ciò significa che deve essere rimosso in caso di lavori di manutenzione al binario (scarico di ghiaia, rinalzata delle traverse, smerigliature delle rotaie ecc.)

## 5 Equipaggiamento del veicolo

### 5.1 Calcolatore di bordo

Il calcolatore di bordo deve essere montato in un armadio per le apparecchiature è protetto da polvere e umidità. È da garantire una adeguata ventilazione, in caso contrario si deve installare una ventilazione forzata. Per la manutenzione e la lettura dei dati è da auspicare una buona accessibilità.

La parte frontale del calcolatore di bordo possiede un pannello con diversi diodi luminosi colorati che s'illuminano o lampeggiano durante il funzionamento. È da evitare un riflesso dei diodi sul vetro frontale del veicolo che potrebbe infastidire il macchinista.

La scatola dell'apparecchiatura deve essere dotata di una serratura di sicurezza nel caso venga posizionata in spazi destinati ai passeggeri.

Per i treni di una certa lunghezza (elettrotreni) devono essere installati due calcolatori di bordo in base alla lunghezza massima dei cavi dell'antenna.

### 5.2 Apparecchio di comando e d'indicazione

L'apparecchio di comando e di visualizzazione deve essere installato nel campo visivo del macchinista, possibilmente vicino al tachimetro. Entrambe le unità possono essere montati l'uno accanto all'altro o sovrapposti. Devono essere chiaramente visibili dalla posizione normale del macchinista e le operazioni non devono essere ostacolate. Durante le operazioni, la mano non deve coprire il dispositivo d'indicazione.



Figura 11:  
Esempio di montaggio del apparecchio di comando e d'indicazione

### 5.3 Tasto di conferma esterno

Il tasto di conferma esterno, se esistente e utilizzato in precedenza, è da mantenere durante la fase di migrazione dalla sorveglianza puntuale alla sorveglianza continua per il controllo della marcia dei treni. La conferma è possibile anche sul dispositivo di comando, non adatto per l'uso prolungato a causa della posizione non ottimale.

### 5.4 Interruttore di ponteggio

L'interruttore di ponteggio esterno provoca il ponteggio dei contatti di una frenatura imposta e di servizio, per esempio in caso di difetto del Hardware. Questo interruttore è generalmente piombato. Le disposizioni da adottare in caso di ponteggio sono elencate nelle prescrizioni di circolazione (PCT).

L'interruttore di ponteggio non può essere attivato direttamente dal macchinista durante la guida. Di solito è collocato in un armadio per l'apparecchiatura.

Nella scelta di un interruttore di ponteggio assicurarsi che sia dotato almeno di quattro contatti di commutazione indipendenti e separati. (tre contatti di apertura e uno di chiusura).

Per veicoli con due cabine di guida non devono essere installati necessariamente due interruttori di ponteggio.

L'interruttore di ponteggio come il calcolatore di bordo deve essere protetto se questo si trova in uno spazio destinato ai passeggeri.

## **5.5 Antenna ETCS**

### **5.5.1 Disposizione**

Le antenne delle balise devono essere montate possibilmente sulla cassa del veicolo. Una o due antenne sono necessarie in funzione della geometria del veicolo. Di regola un veicolo a monoscocca è dotato di una sola antenna. Sono necessarie due antenne per più veicoli accoppiati. La distanza minima tra la parte anteriore del veicolo e l'antenna balise è di 2 m. La distanza massima tra il primo asse del veicolo e l'antenna balise è di 12,5 m.

È da prestare attenzione a un scostamento laterale minore possibile nelle curve. L'antenna deve essere fissata idealmente alla cassa del veicolo immediatamente prima o dopo un carrello. Se il montaggio avviene sul carrello, lo spostamento laterale nelle curve è ridotto. Il cablaggio è per contro più complicato.

Per il montaggio delle antenne vanno rispettate le direttive del produttore riguardanti l'altezza, gli scostamenti laterali, gli spazi liberi da ferro e altre tolleranze.

### **5.5.2 Spazio libero da metallo**

Lo spazio libero da metallo dell'antenna ETCS del veicolo è specificato nel documento UNISIG classe 1. In questo spazio non devono trovarsi o né introdursi parti metalliche.

Le distanze da rispettare sono le seguenti:

- distanza verticale minima  $dZ_a$  tra la parte superiore dell'antenna e gli oggetti metallici sopra l'antenna; sono esclusi gli elementi del supporto dell'antenna;
- distanza minima  $dX_m$  tra il centro dell'antenna e gli oggetti metallici sotto il bordo inferiore dell'antenna in direzione longitudinale. Oltre la distanza  $dX_m$ , non devono trovarsi oggetti metallici collocati sotto la linea dei 45°;
- distanza minima  $dY_m$  tra il centro dell'antenna e gli oggetti metallici sotto il bordo inferiore dell'antenna in direzione trasversale. Oltre la distanza  $dY_m$ , non devono trovarsi oggetti metallici sotto la linea dei 45°.

I valori nominali delle distanze da rispettare si trovano nella direttiva del produttore.

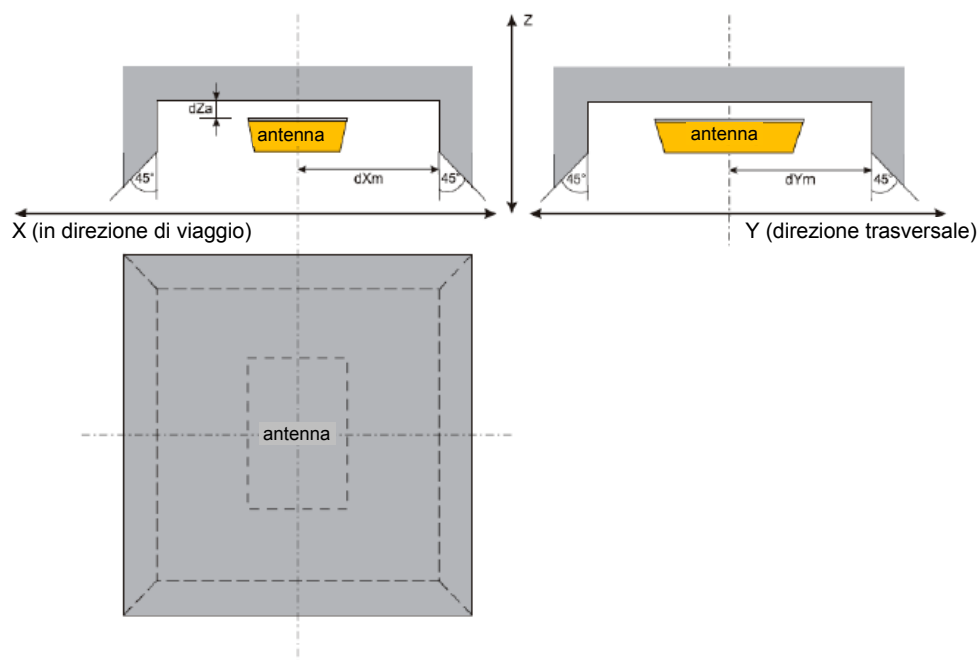


Figura 12: Spazio libero da metallo sotto il veicolo

In molti casi, se i limiti dello spazio sopra descritto non vengono superati è ancora possibile utilizzare il sistema. A questo proposito, il fornitore del sistema deve effettuare un'analisi dettagliata delle condizioni di installazione.

### 5.5.3 Disposizione in caso di veicoli a cremagliera

L'antenna del veicolo in caso di veicoli a cremagliera viene spostata all'esterno dell'asse del veicolo in modo da ridurre al minimo lo scostamento rispetto alle eurobalise che sono disposte in posizione decentrata nei settori a cremagliera. Di norma, l'antenna del veicolo presenta uno scostamento di 250 mm rispetto all'asse del veicolo. L'allineamento dell'antenna viene ottimizzato per le eurobalise disposte longitudinalmente rispetto alla direzione di marcia.

### 5.5.4 Scostamento laterale tollerabile tra Eurobalise e antenna

Specialmente in curva, si verifica uno scostamento laterale tra una eurobalise installata nel binario e l'antenna di un veicolo in transito. Lo scostamento massimo è stabilito dal produttore dell'antenna del veicolo. Questo parametro, importante per la disposizione dell'antenna del veicolo, si trovano nelle relative istruzioni del produttore.

In fase di progettazione è necessario prestare attenzione alla somma dello scostamento statico e degli scostamenti dinamici dovuti ai percorsi delle sospensioni.

### 5.5.5 Cavo antenna

A causa del riflesso causato dalla lunghezza d'onda ( $\lambda/2 = 4.47$  m) della frequenza portante, la lunghezza del cavo dell'antenna è di 4,47 m o del rispettivo moltiplicatore, ma al massimo di 35,76 m. Per il montaggio dell'antenna sul carrello si deve utilizzare un cavo flessibile speciale, che presenti un'immunità a disturbo ridotta.

## 5.6 Ricettori magnetici

A seconda dell'applicazione, è necessario mantenere in funzione i ricettori magnetici già in uso. Tali ricettori sono necessari almeno durante la fase di migrazione al nuovo sistema di controllo della marcia dei treni.

Occorre chiarire con il produttore se i ricettori magnetici utilizzati in precedenza sono compatibili con il nuovo calcolatore; ad esempio, l'alimentazione dei ricettori magnetici è diversa a dipendenza del modello.

La distanza minima tra i ricettori magnetici e le antenne delle balise è di 50 cm. Le pre-vigenti prescrizioni d'installazione sono tuttora da osservare.

## 5.7 Generatori d'impulsi

Sono richiesti due generatori d'impulsi su due assi indipendenti. Ogni generatore d'impulsi deve possedere due canali sfasati di 90° ed elettricamente isolati dal resto del veicolo. Non è ammesso l'uso simultaneo di impulsi provenienti da altri dispositivi.

Sono da utilizzare possibilmente assi non motori. Se questo non è possibile, va evitato l'utilizzo dell'asse motore anteriore del veicolo.

Il generatore d'impulsi deve essere approvato dal produttore per questa applicazione.

## 5.8 Uscite

Oltre alla funzione di sicurezza per il freno di emergenza e l'uscita del freno di servizio, il sistema di controllo della marcia dei treni è dotato di due uscite aggiuntive per funzioni predefinite. Queste uscite non possono essere utilizzate per funzioni di sicurezza. Applicazioni d'uscita tipiche sono il disinserimento automatico prima di una tratta di protezione o di ulteriori cicalini.

L'utilizzo di queste uscite va analizzato globalmente a livello concettuale e le interfacce con il comando del veicolo sono da definire nel progetto.

## 6 Configurazione del sistema

### 6.1 Tipo di sorveglianza

Nell'ambito dello standard ZBMS, il tipo di sorveglianza può essere scelto liberamente dal punto di vista tecnico tra:

- sorveglianza continua con eurobalise ed euroloop;
- sorveglianza puntuale con magneti o eurobalise.

Sulla stessa tratta è possibile di cambiare più volte tra i due tipi di sorveglianza.

I fattori da considerare per definire il tipo di sorveglianza necessaria sono definiti nelle disposizioni delle DE-Oferr, DE 39.3.c. Il gestore dell'infrastruttura esegue un'analisi dei rischi di tutti i potenziali punti di pericolo in conformità a queste disposizioni. L'analisi serve come base per l'elaborazione di un concetto di migrazione sul controllo della marcia dei treni. In tale concetto è stabilito dov'è necessaria una sorveglianza continua.

Il concetto comprenderà ad esempio i seguenti temi:

- sorveglianza continua nell'area della stazione e sorveglianza puntuale sulla tratta;
- equipaggiamento doppio sulla tratta sia con magneti sia con eurobalise durante la fase di migrazione fino al riequipaggiamento completo dei locomotori e dei vagoni di comando;
- sorveglianza continua di tutte le tratte e stazioni;
- sorveglianza puntuale con velocità controllata su tratti che presentano un notevole potenziale di rischio, ad esempio:
  - controlli puntuali della velocità,
  - sorveglianza continua della curva di frenatura prima di determinati segnali,
  - sorveglianza continua della velocità su forti discese a complemento del controllo della sicurezza,
  - sorveglianza continua della velocità su tratti di curve selezionati.

### 6.2 Cambio del tipo di sorveglianza

#### 6.2.1 In generale

Nel presente documento sono presentati i principi generali di commutazione. Le condizioni di commutazione dettagliate si trovano nella documentazione del produttore.

Quando si cambia il tipo di sorveglianza, occorre osservare le distanze minime tra i punti di tratta di entrambi i sistemi. Queste distanze sono determinate dal tempo di commutazione del calcolatore di bordo e dalla distanza tra i ricevitori magnetici e l'antenna ETCS sotto il veicolo.

Per la commutazione da una sezione di tratta dotata di magneti a una sezione di tratta equipaggiata con eurobalise, la distanza minima tra i gruppi di magneti e i gruppi di balise nella direzione di marcia è di 50 m, se la velocità massima di tratta è di 90 km/h. Una distanza minore è possibile a velocità inferiori e in spazi ristretti. La situazione deve essere analizzata e valutata di caso in caso.

Nei punti di tratta con doppio equipaggiamento (magneti ed eurobalise), per la commutazione dalla sorveglianza puntuale alla sorveglianza continua, e viceversa, è da prevedere un gruppo di balise a dati fissi.

All'interno di un settore con sorveglianza puntuale, al posto dei magneti si possono installare delle eurobalise. Queste svolgono le stesse funzioni dei magneti. Questa soluzione può essere utilizzata, per esempio:

- quando le distanze minime tra i gruppi di balise e i gruppi di magneti non possono essere rispettate;
- come pre-investimento in caso di rinnovo/cambiamento, in modo di evitare l'installazione di magneti per un corto periodo.

Il presupposto è che tutti i veicoli siano equipaggiati per il rilevamento delle eurobalise.

### 6.2.2 Cambio dalla sorveglianza puntuale alla sorveglianza continua

Se il dispositivo di bordo è in regime d'esercizio di sorveglianza puntuale, i magneti e le eurobalise vengono lette e valutate dal veicolo. Al passaggio sul primo gruppo di balise di un segnale avanzato o principale il sistema effettua la commutazione alla sorveglianza continua. A partire da questo punto, l'informazione fornita dai magneti viene ricevuta ma non più valutata del calcolatore di bordo.

La conferma di un "avvertimento" trasmesso da un magnete deve essere conclusa prima che sia effettuato il cambio alla sorveglianza continua. Il tempo massimo per effettuare la conferma dell'avvertimento può essere configurato. Esso è di regola 5 secondi (corrisponde ad esempio a una distanza di 125 m alla velocità di 90 km/h). Questa restrizione non si applica presso le ferrovie che non utilizzano la funzione "avvertimento".

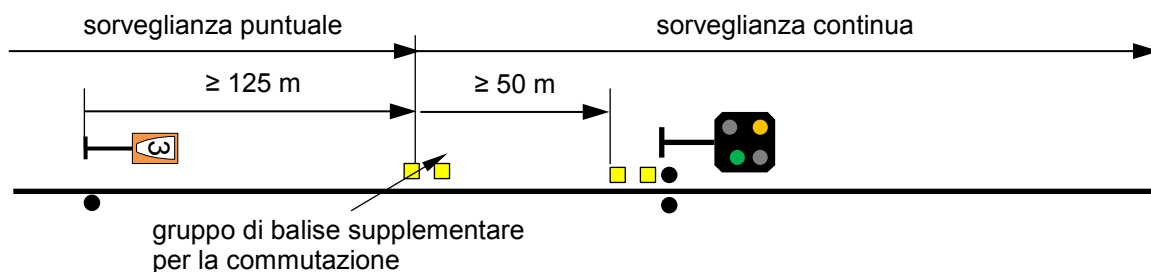


Figura 13: Cambio in caso di doppio equipaggiamento della tratta

In questo esempio, i magneti della sorveglianza puntuale esistenti sono mantenuti nella tratta con sorveglianza continua. La commutazione non può essere realizzata con il gruppo di balise presso il segnale avanzato a causa della presenza dei magneti nello stesso punto. Per questo motivo, un gruppo supplementare di balise a dati fissi deve essere installato al minimo 50 m prima del segnale avanzato per la commutazione. La distanza minima dall'ultimo gruppo di magneti per la segnalazione di un avvertimento fino al primo gruppo di balise è di 125 m, da confermare entro 5 secondi alla velocità di 90 km/h. Un tipico esempio di questa situazione può verificarsi a una segnalazione di rallentamento temporaneo.

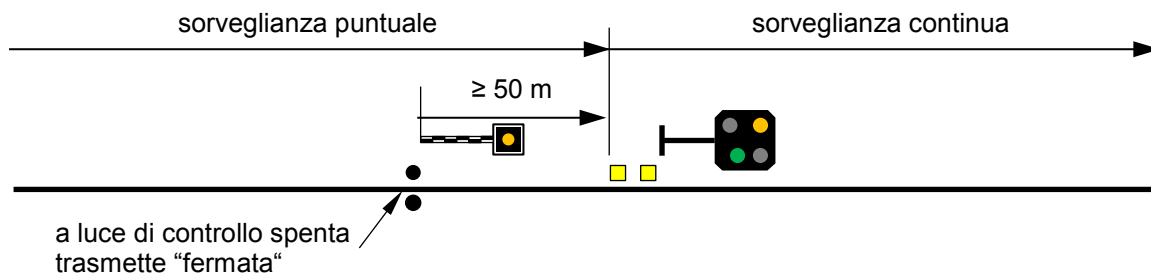


Figura 14: Cambio in caso d'equipaggiamento alternato della tratta

Quando tutti i veicoli sono muniti del sistema di sorveglianza continua, i punti della tratta vengono equipaggiati o con eurobalise o con magneti. In questo caso il cambio di sorveglianza può essere effettuato tramite al primo gruppo di balise della sezione a sorveglianza continua.

### 6.2.3 Cambio dalla sorveglianza continua alla sorveglianza puntuale

Il cambio svolto dal calcolatore di bordo dalla sorveglianza continua alla sorveglianza puntuale deve essere terminato prima del passaggio su un gruppo di magneti. Per questo motivo è prevista una distanza minima di 50 m.

Nella sorveglianza continua l'informazione fornita dai magneti viene ricevuta ma non valutata. Il passaggio dalla sorveglianza continua a quella puntuale è programmato nel telegramma dei dati del rispettivo gruppo di balise. Durante la commutazione non possono essere ricevuti le informazioni dai magneti; ciò va considerato particolarmente in caso di doppio equipaggiamento della tratta.

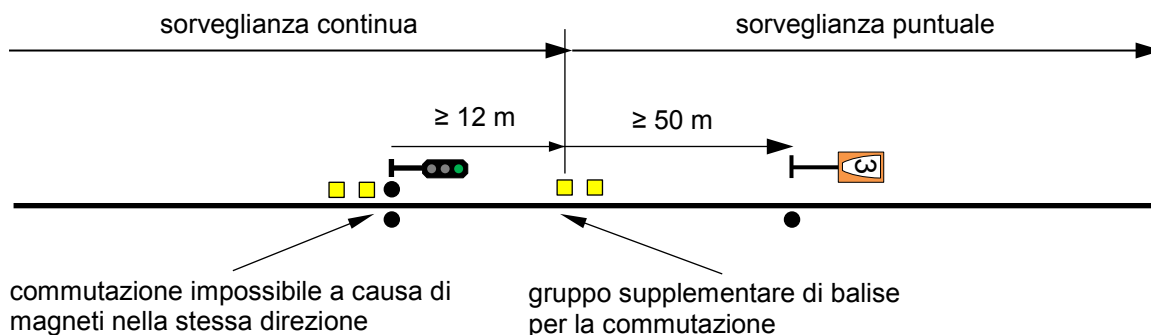


Figura 15: Cambio in caso di doppio equipaggiamento della tratta

La distanza minima dall'ultimo gruppo di magneti al gruppo di balise per la commutazione deve essere maggiore della distanza massima tra i ricettori magnetici e l'antenna ETCS di tutti i veicoli. Poiché l'antenna può essere posizionata fino a 12,5 m dietro la testa del veicolo, questa distanza non può in ogni caso essere inferiore a 12 m.

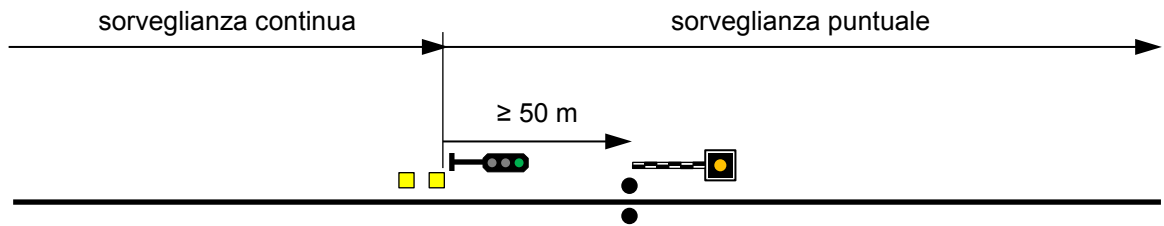


Figura 16: Cambio in caso di equipaggiamento alternato della tratta

Quando tutti i veicoli sono muniti del sistema di sorveglianza continua, i punti di tratta vengono equipaggiati o con eurobalise o con magneti. In questo caso il cambio di sorveglianza può essere effettuato tramite all'ultimo gruppo di balise della sezione a sorveglianza continua.

## 6.3 Autorizzazione al movimento (MA)

### 6.3.1 Validità dell'autorizzazione al movimento

Il settore da percorrere è progettato per ogni telegramma di dati che contiene un'autorizzazione di movimento. Solitamente l'autorizzazione al movimento corrisponde alla distanza fino al segnale principale seguente.

Prima della fine dell'autorizzazione al movimento deve essere rilevato il gruppo di balise seguente, che trasmette l'autorizzazione al movimento per la prossima sezione da percorrere. La fine dell'autorizzazione al movimento può essere costituita dall'ultimo punto d'arresto davanti a un segnale principale che indica "fermata" o da un paraurti.

### 6.3.2 Velocità finale al termine dell'autorizzazione al movimento

La velocità finale alla fine dell'autorizzazione al movimento è progettata come segue:

- 0 km/h nel caso di un
  - segnale avanzato che indica "avvertimento",
  - segnale principale che indica "corsa breve",
  - segnale di binario occupato,
  - segnale avanzato spento,
  - segnale ausiliario,
  - segnale principale senza un segnale avanzato nello stesso posto (esclusi i segnali combinati e un segnale che può indicare "corsa breve");
- velocità massima segnalata, ovvero velocità massima consentita sull'impianto nel caso di
  - un segnale avanzato,
  - un segnale principale e avanzato nello stesso luogo,
  - un segnale combinato,
  - altre immagini di un segnale principale che può indicare "corsa breve",
  - segnale principale indicante un'immagine inferiore a causa di un percorso insufficiente di frenatura.

Se la distanza del segnale avanzato è inferiore al percorso di frenatura previsto per la velocità massima, al segnale precedente deve essere progettata una restrizione dell'immagine. In caso di immagini superiori a questo segnale principale la velocità massima, ovvero la velocità massima sull'impianto sarà progettata alla fine dell'autorizzazione al movimento.

### 6.3.3 Avanzare alla fine dell'autorizzazione al movimento

Il punto di arrivo per l'autorizzazione al movimento (MA) è fissato al punto di arresto più lontano dell'itinerario del treno. Il punto di arrivo può essere progettato nella distanza di slittamento oltre il punto di arresto più lontano, per contrastare gli effetti delle tolleranze dell'odometria (ZBMS-standard).

L'avanzamento alla fine dell'autorizzazione al movimento sarà progettato con la velocità di avvicinamento se:

- al punto di arrivo non è installato un euroloop;
- si è diretti verso un paraurti, affinché sia effettivamente possibile avanzare fino al paraurti, nonostante le tolleranze dell'odometria.

### 6.3.4 Nessuna autorizzazione al movimento

Un arresto assoluto è progettato da un telegramma nel caso:

- il segnale principale segnala *fermata*
- il segnale principale è spento.

### 6.3.5 Punti di arrivo diversi

Se sono possibili più percorsi con destinazioni diverse con la stessa immagine di corsa, viene generalmente considerata la distanza minore nel telegramma dei dati. In caso di punti di arrivo posti a distanze diverse, le eurobalise installate lungo l'itinerario correggono il percorso.

Se diversi itinerari sono segnalati con la stessa immagine di corsa, deve essere prevista una selezione di percorsi:

- se le velocità e le soglie di velocità sono uguali per tutti i percorsi, questi ultimi possono essere monitorati con lo stesso telegramma. In caso di punti di arrivo posti a distanze differenti, è sufficiente una correzione della distanza tramite le euro-balise installate sull'itinerario;
- se devono essere controllate più velocità, si deve utilizzare un'ulteriore criterio. Questa funzione deve essere considerata per tramite del cablaggio, poiché deve essere trasmessa fino all'unità elettronica di linea ETCS presso il segnale. Come criterio è possibile utilizzare, p.es.
  - l'immagine di un segnale indicante il numero del binario o la direzione,
  - la posizione di via libera di un determinato segnale basso,
  - la posizione di uno scambio;
- nel caso di apparecchi centrali elettronici (ACE), la selezione di un percorso può essere trasmessa dall'apparecchio centrale tramite la comunicazione dei dati. Ciò richiede un'adeguata progettazione dell'apparecchio centrale.

## 6.4 Profilo statico di velocità (SSP)

### 6.4.1 Velocità sorvegliata

Il sistema consente velocità fino a 160 km/h.

Nel telegramma dei dati vengono trasmesse le velocità. Il profilo statico di velocità è definito e progettato come Statik Speed Profile (SSP). Esso comprende:

- la velocità massima fino alla fine dell'autorizzazione al movimento;
- la velocità richiesta alla fine dell'autorizzazione al movimento;
- fino a quattro settori sovrapponibili a velocità ridotta per ogni telegramma di dati. Se questi quattro settori non sono sufficienti, gruppi di balise supplementari possono progettare ulteriori profili di velocità.

Tutti i tipi di riduzione di velocità rispetto alla velocità massima generale sono indifferentemente definiti come velocità ridotta:

- limitazioni della velocità in curva segnalate, velocità d'entrata e d'uscita di una stazione secondo la tabella della tratta,
- velocità segnalate secondo l'immagine di segnale.

Le velocità ridotte possono estendersi anche alla sezione di tratta successiva, o il loro inizio può essere progettato nella sezione seguente.

I rallentamenti temporanei non sono generalmente programmati nel pacchetto 44 ma nel pacchetto ETCS 65.

In generale, la velocità statica sorvegliata non deve essere più restrittiva rispetto al limite di velocità consentita nelle prescrizioni di circolazione. Questo aspetto deve essere considerato in particolare per le soglie di velocità. La velocità sorvegliata non viene segnalata al macchinista, che quindi non ha la possibilità di adattarsi a una sorveglianza più restrittiva.

Per quanto possibile, il monitoraggio di una velocità ridotta è limitato all'area rilevante per la sicurezza. Non è necessario verificare se una soglia di velocità è stata rispettata quando l'effettivo punto di pericolo è meno restrittivo.

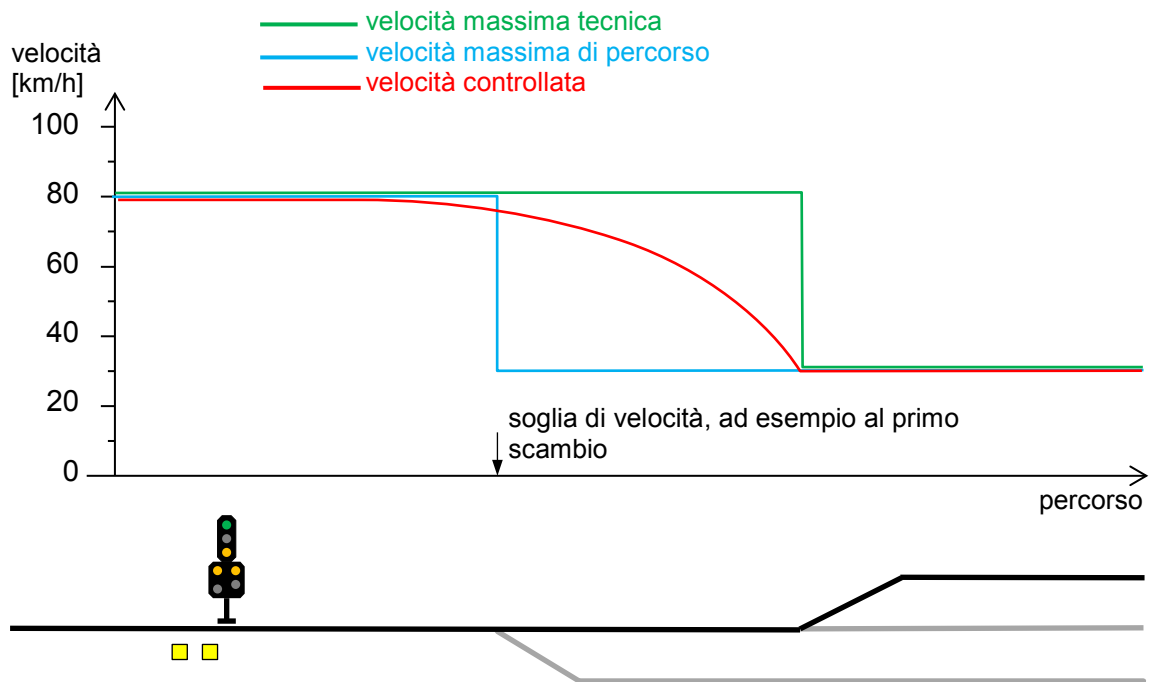


Figura 17: Soglia di velocità

Se la curva di frenatura dinamica per la riduzione di velocità in una sezione inizia prima di tale sezione, il rallentamento va progettato nella sezione precedente. In alternativa è possibile progettare una velocità richiesta alla fine della sezione che assicuri la decelerazione prima della soglia di velocità successiva.

### 6.4.2 Sorveglianza della lunghezza del treno

Durante un aumento della velocità la lunghezza del treno viene normalmente sorvegliata.

Non viene programmata una sorveglianza specifica della lunghezza del treno:

- se la riduzione di velocità è dovuta a una restrizione dell'immagine di segnale. Quando l'immagine di un segnale è inferiore a causa di entrate simultanee o di un percorso ridotto di frenatura nella sezione seguente, il treno deve poter accelerare subito dopo la commutazione del segnale;
- durante la sorveglianza di un impianto di passaggio a livello;
- alla fine di una sezione con corsa a vista:
  - al termine di una sezione di tranvia, purché la velocità non sia ulteriormente limitata dalla geometria del binario,
  - senza accesso con dislivello ai marciapiedi (PCT 300.2 n. 5.3.2)
  - per una entrata su un binario occupato. La partenza del treno non dev'essere ostacolata se il segnale d'uscita indica via libera,
  - quando si utilizza il segnale ausiliario. La partenza del treno non dev'essere ostacolata se il segnale d'uscita indica via libera.

### 6.4.3 Esempio

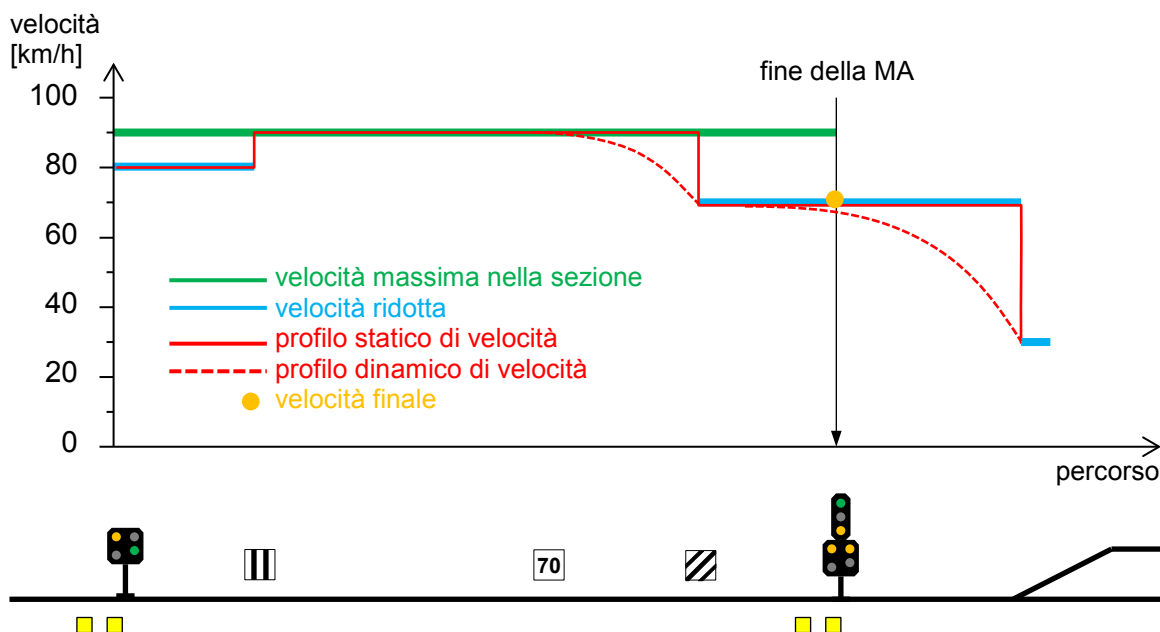


Figura 18: Esempio SSP

La velocità massima generale nel settore considerato è di 90 km/h. L'autorizzazione al movimento trasmessa dal gruppo di balise al segnale avanzato è valida fino al segnale principale seguente. La velocità finale al termine dell'autorizzazione al movimento è di 70 km/h. Sono programmate tre velocità ridotte:

- la prima velocità ridotta di 80 km/h inizia immediatamente e termina nella sezione;
- la seconda velocità ridotta di 70 km/h inizia nella sezione e termina dopo la fine della sezione,
- la terza velocità ridotta di 30 km/h inizia dopo la fine della sezione. Essa è programmata in modo che la curva di frenatura dinamica inizi prima della fine della sezione.

Il gruppo di balise presso il segnale principale trasmette l'autorizzazione al movimento nella sezione seguente con il corrispondente profilo statico di velocità (SSP). Questi nuovi dati sostituiscono quelli ancora validi trasmessi dal gruppo di balise del segnale avanzato.

## 6.5 Pendenza

Il profilo della pendenza (profilo longitudinale, gradiente) deve essere progettato per ogni sezione di tratta. Il profilo della pendenza deve coprire interamente la sezione fino al termine dell'autorizzazione al movimento.

Se il profilo statico di velocità deve essere progettato oltre la fine dell'autorizzazione al movimento, il profilo della pendenza deve essere prolungato almeno fino al termine del profilo statico di velocità. Ciò è necessario per un calcolo corretto delle curve dinamiche di frenatura.

Le salite sono rilevate come pendenze positive, le discese come pendenze negative. È possibile trasmettere da uno a quattro gradienti per gruppo di balise e immagine di segnale. Se il profilo longitudinale della sezione è suddiviso in più di quattro gradienti, deve essere calcolato e progettato un profilo equivalente semplificato:

- nei settori, in cui non è stata calcolata una curva di frenatura prima di una soglia di velocità o di un segnale, la pendenza rilevata nel sistema non ha alcun effetto. Può essere presa in considerazione la pendenza precedente o successiva valida per la curva di frenatura;
- se la pendenza deve essere ricalcolata in un settore in cui vi è una curva di frenatura, viene calcolato il valore medio della salita o della discesa in questo settore. Il settore di una curva di frenatura corrisponde al percorso di frenatura o alla distanza del segnale avanzato più la lunghezza dei treni più lunghi;
- il profilo della pendenza può essere progettato per ogni senso di marcia.

Il calcolatore di bordo calcola la curva di frenatura in virtù della pendenza più grande rispettivamente della rampa più piccola. In caso di profilo longitudinale irregolare, la curva di frenatura imposta sarà inizializzata di conseguenza prima o dopo. Questo accade in particolare se una forte e breve pendenza viene inclusa in un percorso di frenatura con un'inclinazione minore. In questo caso si raccomanda di calcolare una pendenza media e di semplificare di conseguenza il profilo longitudinale.

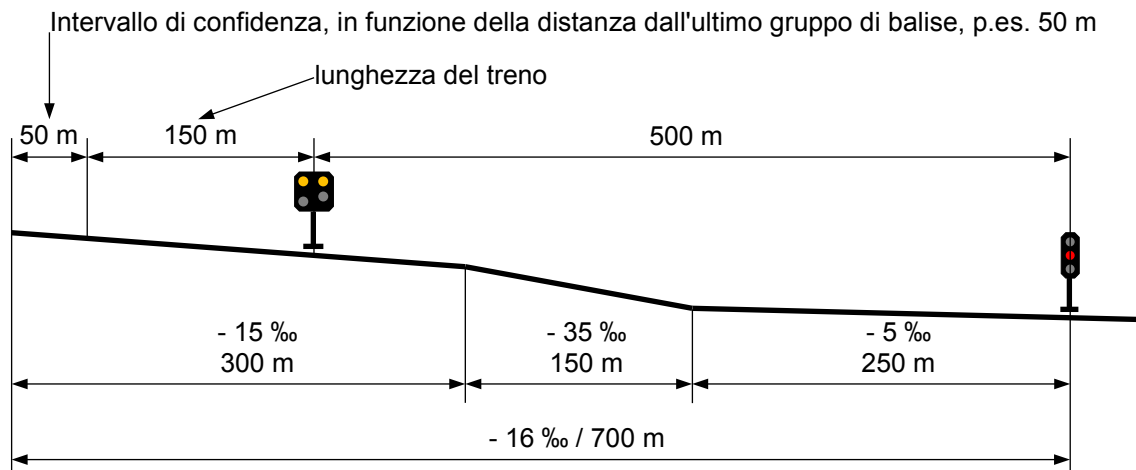


Figura 19: Pendenza media

Progettando tutte le pendenze effettive come nell'esempio sopra indicato, il sistema calcolerebbe la curva di frenatura prima del segnale in virtù di una pendenza del 35 ‰. La curva di frenatura inizierebbe prima di quanto richiesto. Sarà calcolata una curva di frenatura ottimale se il percorso di frenatura viene progettato sulla base della pendenza media.

## 6.6 Liberazione

### 6.6.1 Principi

Il tipo di liberazione dalla curva di frenatura deve essere progettato per ogni punto di arrivo dell'autorizzazione al movimento. La liberazione può avvenire tramite:

- euroloop;
- liberazione manuale;
- avanzare con velocità di avvicinamento fino al termine dell'autorizzazione al movimento;
- gruppo di balise nel percorso di frenatura.

La scelta del tipo appropriato di liberazione dipende dalle condizioni locali e operative.

Un impedimento della partenza può essere effettuato solamente tramite un euroloop.

Dove è installato un euroloop sono esclusi l'avanzamento fino al termine dell'autorizzazione al movimento e la liberazione manuale.

### 6.6.2 Liberazione tramite euroloop

Un euroloop deve sempre essere progettato dove occorre effettuare un impedimento della partenza:

- prima di un segnale di binario:
  - in generale, per un posto di fermata d'esercizio (marciapiede) di fronte al segnale di binario  
Se la distanza di slittamento è sufficiente a garantire un arresto sicuro prima del punto di pericolo a partire dalla velocità di liberazione, sul piano della sicurezza è possibile progettare una liberazione manuale. Questa condizione è soddisfatta solo in pochissimi casi. Vi saranno frequenti frenature imposte a seguito della mancata liberazione manuale da parte del macchinista, se questa è consentita solo in pochi luoghi. Si raccomanda di installare un euroloop per la liberazione automatica senza necessità di manipolazione da parte del macchinista;
- di fronte a un segnale di gruppo:
  - in ogni binario, in caso di utilizzo libero del binario,
  - nella direzione di percorrenza del binario corrispondente all'uso del binario prescritto

La necessità di installare un euroloop per gli altri segnali è basata su molteplici e determinati criteri:

- se è ammessa una liberazione manuale, i criteri d'esercizio saranno di fondamentale importanza.
- in presenza di un euroloop non vi sono perdite di tempo di percorrenza derivanti dal rispetto della velocità di liberazione;
- solitamente viene installato un euroloop se la liberazione manuale non è consentita. Un'eccezione può essere costituita dal superamento del segnale tramite avanzamento con velocità di avvicinamento, se è accettabile sul piano dell'esercizio.

La lunghezza massima di un euroloop è determinata secondo i criteri sottostanti:

- il segnale deve essere visibile in condizioni di visibilità normale (giorno, senza nebbia) all'inizio del loop;
- l'assegnazione in modo inequivocabile del segnale al binario deve essere possibile da parte del macchinista negli impianti a più binari;
- se un segnale di ripetizione o un avvisatore della posizione di via libera precedono il segnale principale, l'inizio del loop deve essere progettato in vista di questo segnale;
- per ragioni puramente tecniche, la lunghezza massima di un loop è di 800 m.

La lunghezza minima di un euroloop è determinata secondo i criteri sottostanti:

- l'inizio del loop deve trovarsi prima dello consueto posto di fermata dei treni più corti, in modo che l'impedimento della partenza sia efficace;
- l'inizio del loop deve trovarsi prima del posto di fermata dei treni corti di servizio, se il punto di arrivo della curva di frenatura è progettato oltre il punto di pericolo. A seconda della situazione, l'inizio del loop deve trovarsi chiaramente prima dell'inizio del marciapiede.

La lunghezza ottimale di un euroloop può essere determinata, nel rispetto della lunghezza minima e massima, sulla base dei seguenti criteri:

- in assenza di treni in transito sarà progettata la lunghezza minima;
- in presenza di treni in transito, la velocità determina la lunghezza ottimale del loop. Quando il segnale principale commuta da "Fermata" a "Via libera" il macchinista del treno in avvicinamento non dovrebbe più rallentare.

La velocità finale al termine della sezione è abrogata da un telegramma tramite loop e sostituita dalla velocità valida per la sezione seguente a partire dal segnale principale. Eventuali velocità ridotte del profilo statico di velocità rimangono attive.

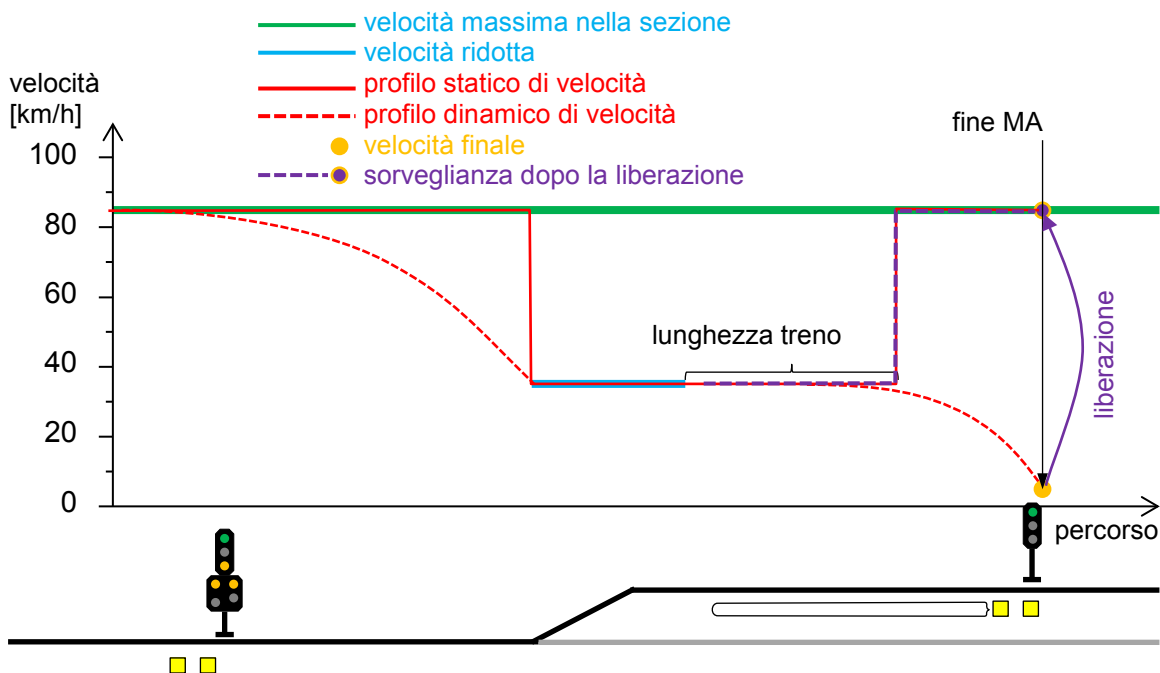


Figura 20: Liberazione tramite euroloop

Nell'esempio di cui sopra, la velocità finale viene adeguata da 0 a 80 km/h al passaggio da "fermata" a "via libera". La sorveglianza a 30 km/h durante il transito sullo scambio rimane attiva finché la coda del treno è transitata.

La velocità massima da progettare in assenza di ricezione del loop è di 10 km/h.

### 6.6.3 Liberazione manuale

La liberazione manuale è consentita dove non è installato un euroloop. La condizione di liberazione manuale è una distanza di slittamento fino al punto di pericolo sufficientemente lunga. Sono considerati particolari punti di pericolo:

- il segno di sicurezza di uno scambio;
- la punta di uno scambio;
- un impianto di passaggio a livello;
- il punto in cui si trova la coda del treno precedente durante una fermata regolare, p. es. l'inizio di un marciapiede.

Il percorso di frenatura dall'inizio della frenatura imposta fino al punto di pericolo deve essere sufficiente per consentire l'arresto alla velocità di liberazione con le usuali categorie di freno. Eventuali deroghe sono possibili in base all'analisi dei rischi locali effettivi; le deroghe devono essere dichiarate nella procedura di approvazione dei piani.

Il rischio deve essere valutato per uno scambio preso in punta, se dopo un eventuale superamento del segnale principale, il treno possa effettivamente circolare sopra uno scambio in movimento.

Un Euroloop deve essere installato o il superamento del punto di arrivo può avvenire unicamente alla velocità di avvicinamento se questa condizione non viene soddisfatta,

La distanza dal segnale a partire dalla quale è consentita la liberazione manuale va fissata per ogni segnale. La liberazione manuale può essere autorizzata soltanto se il segnale è visibile in condizioni di visibilità normale (giorno, senza nebbia). L'assegnazione in modo inequivocabile del segnale al binario deve essere possibile da parte del macchinista negli impianti a più binari.

Il sistema può consentire la liberazione manuale già dal segnale avanzato. Una restrizione esiste quando con la stessa immagine al segnale avanzato, possono essere attivate più itinerari con punti di arrivo diversi. In questo caso la liberazione manuale sarà possibile solo dopo l'assegnazione del punto di arrivo.

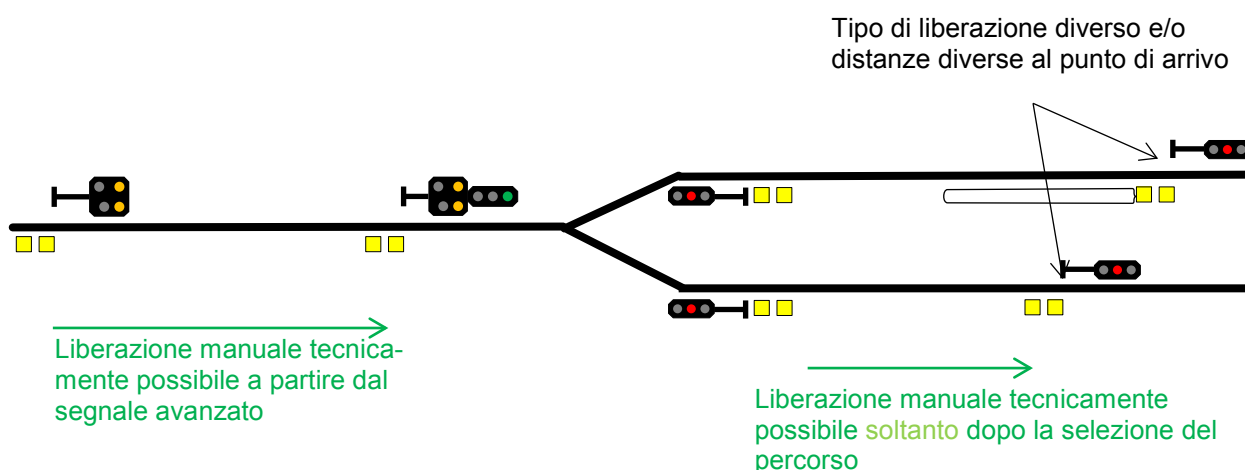


Figura 21: Progettazione della liberazione manuale

La velocità di liberazione deve essere stabilita in maniera uniforme su tutta la rete ferroviaria. Sono da osservare i seguenti criteri:

- valore massimo 40 km/h;
- in caso di superamento del segnale d'entrata, la velocità di liberazione deve generalmente garantire la fermata prima dello scambio d'entrata;
- è spesso ragionevole mantenere la velocità valida per l'immagine 2.

#### 6.6.4 Avanzamento al termine dell'autorizzazione al movimento

La velocità massima di avvicinamento per avanzare al termine dell'autorizzazione al movimento deve essere progettata a 10 km/h. Nella velocità di avvicinamento il margine di superamento della curva di velocità è ridotto; di conseguenza si avrà un avvertimento non appena sarà raggiunta la velocità di avvicinamento.

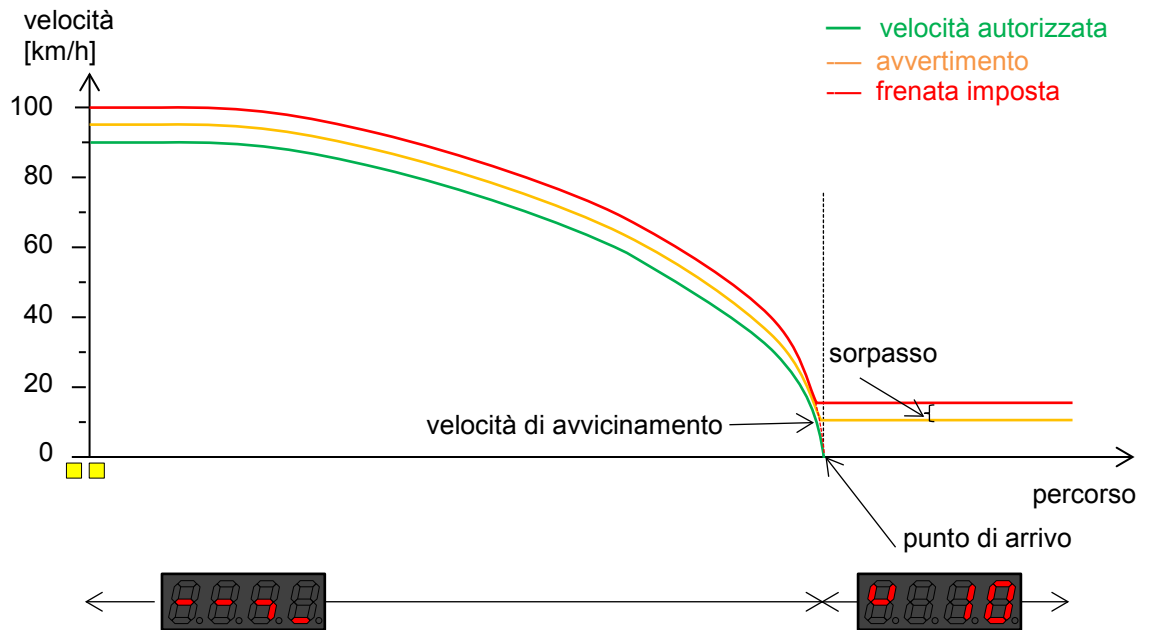


Figura 22: Avanzamento al termine dell'autorizzazione al movimento

L'avanzamento alla fine dell'autorizzazione al movimento è progettato nei seguenti casi:

- un segnale principale, al quale è progettata la liberazione manuale;
- un segnale principale, al quale non è consentita la liberazione manuale e non è installato un euroloop;
- entrata in un binario di testa, affinché il treno possa avanzare fino al paraurti nonostante la tolleranza dell'odometria.

L'avanzamento al termine dell'autorizzazione al movimento e un euroloop allo stesso punto di arrivo non sono ammessi.

### 6.6.5 Liberazione tramite eurobalise nel percorso di frenatura

Un gruppo di balise nel percorso di frenatura consente una liberazione alla velocità della sezione seguente come un euroloop. Un gruppo di balise infill è abbinabile a tutte le possibilità di liberazione, ma è ragionevole installarlo solamente dove non vi sono euroloop.

Applicazioni tipiche:

- liberazione automatica a un segnale di ripetizione, liberazione manuale in avvicinamento al segnale principale;
- liberazione automatica in un punto preciso nell'avvicinamento al segnale principale e liberazione manuale quando il segnale commuta su "via libera" solo dopo il passaggio sul gruppo di balise;
- liberazione automatica in un punto preciso nell'avvicinamento al segnale principale e avanzamento alla velocità di avvicinamento alla fine dell'autorizzazione al movimento, quando il segnale commuta su "via libera" solo dopo il passaggio sul gruppo di balise;
- liberazione automatica dopo un posto di fermata tra il segnale avanzato e il segnale principale, quando il comando per i treni in fermata avviene sistematicamente dopo il superamento del segnale avanzato;
- nei casi in cui la liberazione manuale non può essere consentita.

## 6.7 Annunci del Euroloop

### 6.7.1 Annuncio del loop

Solo un euroloop annunciato viene valutato dall'equipaggiamento del veicolo. L'annuncio del euroloop include il codice del loop e la direzione di marcia corrispondente. All'assegnazione dei codici del loop occorre osservare che due euroloop con lo stesso codice non possono essere ricevuti contemporaneamente. Nei binari delle stazioni sono annunciati gli euroloop di entrambe le direzioni. Sulla tratta vengono di norma annunciati solo gli euroloop della propria direzione di marcia, poiché non è possibile modificare la direzione di marcia delle corse segnalate.

L'annuncio del loop viene trasmesso nel telegramma dei dati dell'ultimo gruppo di balise superato prima dell'euroloop.

Con le informazioni sul tipo di liberazione, viene trasmessa anche la distanza di compimento per la propria direzione di marcia. Ciò corrisponde alla distanza dal punto dal quale è possibile la liberazione.

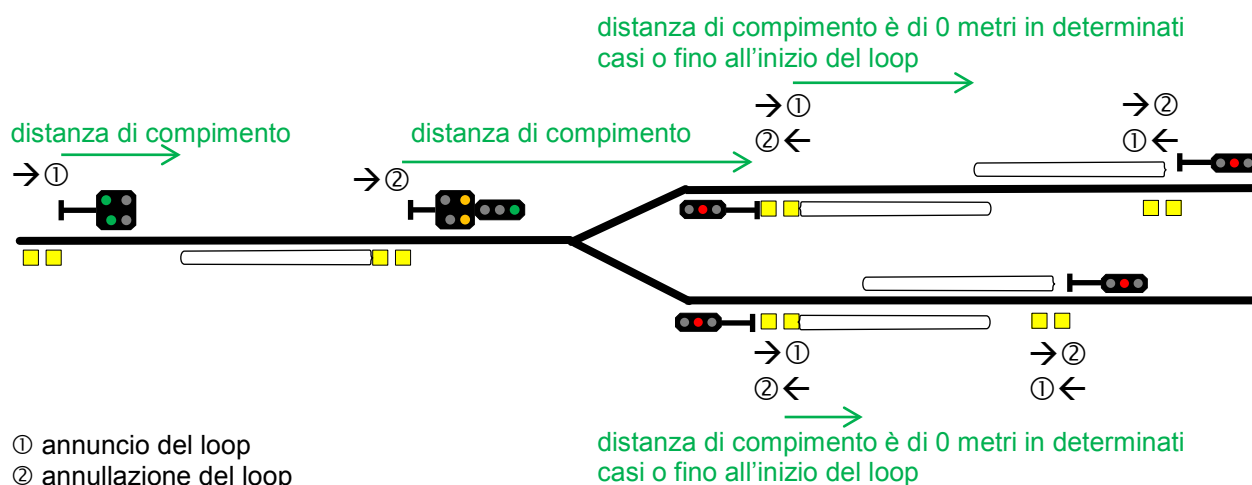


Figura 23: Annuncio del loop

La progettazione con distanza di compimento 0 m è vantaggiosa se un euroloop prolungato successivamente. Questo complemento può essere realizzato senza interferire con la progettazione dei punti della tratta. Se invece un treno si ferma prima dell'inizio del loop, la continuazione della sua corsa fino all'inizio del loop è limitata a 10 km/h come nel caso di un malfunzionamento dell'euroloop.

La progettazione con una distanza di compimento 0m deve essere applicata se il punto di arrivo è progettato oltre il punto di pericolo. Se un treno si ferma prima dell'inizio del loop e, a un segnale indicante "fermata", continua ad avanzare inammissibilmente, la sua velocità sarà dapprima limitata a 10 km/h. In seguito, al ricevimento del telegramma tramite il loop si innesca immediatamente una frenatura imposta. Il superamento del punto di pericolo è quindi escluso.

### **6.7.2 Annullazione del euroloop**

Al passaggio sul gruppo di balise del segnale principale alla fine dell'euroloop, nel telegramma dei dati viene progettata l'annullazione di tutti gli euroloop.

Se viene annunciato un nuovo euroloop, i precedenti euroloop annunciati saranno immediatamente annullati dal software del calcolatore di bordo.

### **6.7.3 Collegamenti di scambi senza segnali principali**

Se vi è un collegamento tra due segnali principali, occorre osservare che l'annullazione del loop e l'annuncio del loop saranno corretti di conseguenza al passaggio sui collegamenti dei binari. Se lungo il percorso previsto non si transita su gruppi di balise per i segnali principali, vanno installati gruppi di balise supplementari. Esempi tipici di questa situazione si riscontrano soprattutto:

- in una stazione di testa, se è possibile un cambio di binario alla fine della tratta;
- se due binari principali sono suddivisi con un sistema di cambio di corsia.

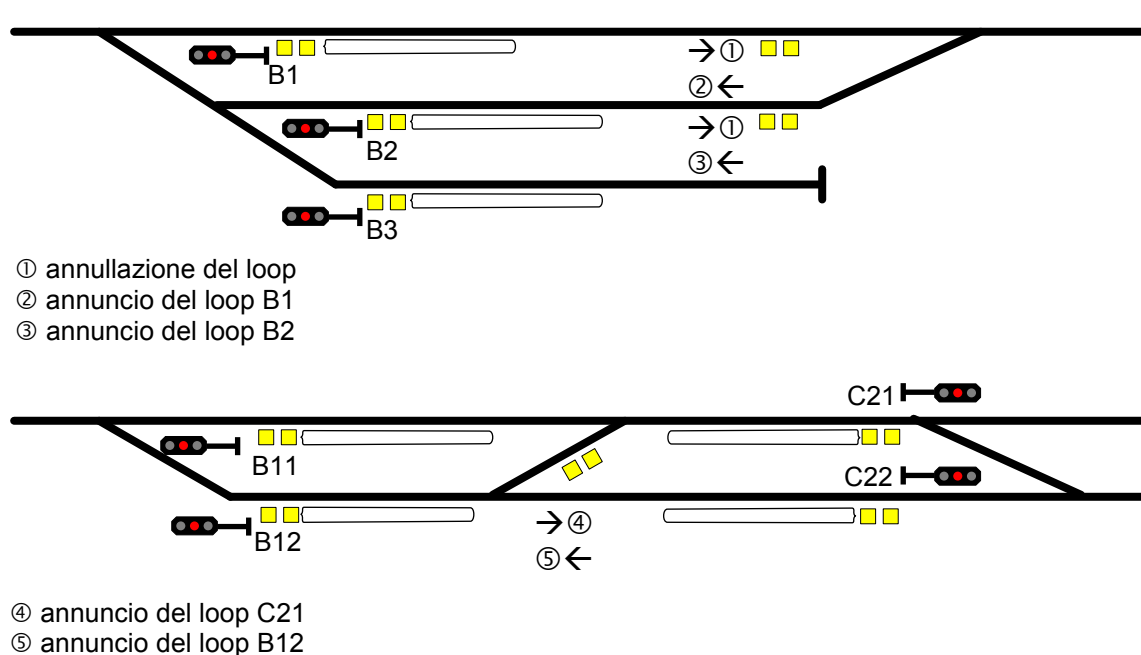


Figura 24: Collegamenti di scambi senza segnali principali

I gruppi supplementari di balise sono costituiti da due balise a dati fissi. Occorre prestarvi attenzione anche se i collegamenti dei binari interessati possono essere utilizzati solo per i movimenti di manovra.

## 6.8 Velocità massime con responsabilità del personale

### 6.8.1 Velocità ridotta

La velocità ridotta si applica quando il calcolatore di bordo non dispone dei dati di tratta né del loopkey:

- dopo l'occupazione della cabina di guida e la conferma dei dati del treno;
- dopo l'uscita dal regime d'esercizio "Manovra".

La velocità ridotta corrisponde al regime d'esercizio "sotto responsabilità del personale (SR)" secondo l'ETCS e deve essere fissata restrittivamente a 10 km/h.

### 6.8.2 Circolazione senza dati di tratta

Le condizioni d'applicazione della funzione "Circolazione senza dati di tratta" devono essere fissate come disposizioni di esecuzione delle prescrizioni di circolazione dei treni da parte del gestore dell'infrastruttura. In linea di principio si applicano nei seguenti casi:

- corsa di manovra sulla tratta;
- corsa di manovra su binari di tratta sbarrati;
- prosieguo della corsa dopo il superamento di un segnale d'uscita o di blocco indicante "fermata";
- prosieguo della corsa dopo una frenatura imposta sulla tratta;
- prosieguo della corsa dopo la messa in funzione dell'equipaggiamento del veicolo o la rioccupazione della cabina di guida sulla tratta;
- prosieguo della corsa dopo una retromarcia sulla tratta.

La funzione "Circolazione senza dati di tratta" non può essere attivata dopo aver superato un segnale di entrata o di settore di binari.

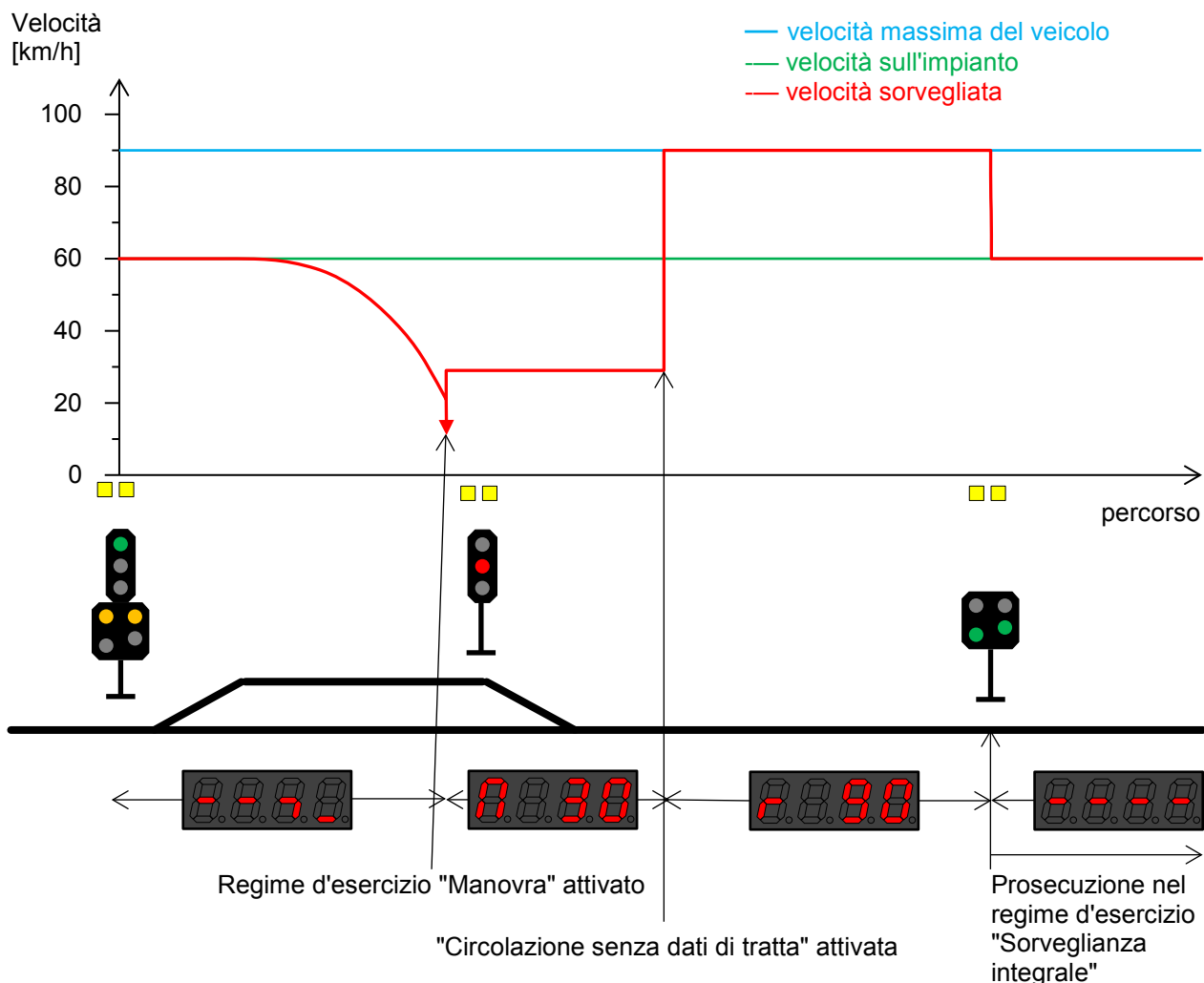


Figura 25: Circolazione senza dati di tratta

Nella funzione "Circolazione senza dati di tratta" la velocità massima del veicolo è sorvegliata fino al passaggio sul gruppo di balise seguente. Anche i gruppi di magneti che trasmettono "Fermata" sono rilevati.

## 6.9 Manovra

Il regime d'esercizio "Manovra" è utilizzato per i movimenti di manovra in stazione. La velocità massima nel regime d'esercizio "Manovra" va progettato con un valore identico a quello della velocità massima per i movimenti di manovra in stazione conformemente alle prescrizioni sulla circolazione dei treni (PCT) o alle disposizioni esecutive delle PCT.

I parametri della velocità vanno stabiliti anche all'attivazione del regime d'esercizio "Manovra" e alla disattivazione dello stesso. Va osservato che dopo la disattivazione del regime d'esercizio "Manovra" il sistema passa obbligatoriamente alla velocità ridotta. Anche al transito su un euroloop si attiva dapprima il cambio alla sorveglianza limitata, seguito dalla rivalutazione tramite lo stesso euroloop. Nelle PCT è prescritta una fermata per la transizione da movimento treno a movimento di manovra. Per questi

motivi, durante l'attivazione e la disattivazione del regime d'esercizio "Manovra" la velocità deve essere sempre fissata a 10 km/h.

Nel regime d'esercizio "Manovra" il passaggio può essere autorizzato con ogni telegramma di un gruppo di balise e con ogni immagine di segnale. Se la manovra non è consentita, una frenatura imposta sarà attivata immediatamente al passaggio in regime d'esercizio "Manovra".

Nel regime d'esercizio "Manovra" il passaggio è consentito in caso di:

- segnale d'uscita, di settore di binario o di blocco
  - per tutti i telegrammi di fermata, di perturbazione e di default;
- segnale d'entrata
  - per tutti i telegrammi di fermata, di perturbazione e di default,
  - per immagini del segnale relative alla corsa, a condizione che il consenso di entrata possa essere trasmesso conformemente alle disposizioni esecutive alle PCT con la disposizione su via libera segnale di entrata;
- segnale di protezione
  - per tutti i telegrammi di fermata, di perturbazione e di default,
  - per le immagini di corsa, a condizione che il segnale, a livello di commutazione, possa segnalare via libera per un movimento di manovra. Questo è generalmente il caso di un impianto di passaggio a livello dopo l'azionamento manuale;
- luci di controllo d'impianti di passaggi a livello
  - per tutti i telegrammi;
- segnali avanzati o segnali ripetitori
  - per tutti i telegrammi.

Il passaggio di un segnale chiuso può essere eseguito solamente nel regime d'esercizio "Manovra". Se al momento della partenza in qualità di treno è ancora attivo il regime d'esercizio "Manovra", al passaggio del segnale d'uscita indicante "via libera" si innesca una frenatura imposta.

## 6.10 Linking (connessione)

Lo scopo principale del linking è il rilevamento di un gruppo di balise difettose o mancanti; anche gli errori di odometria vengono rivelati dal linking. Queste perturbazioni potrebbero altrimenti rimanere inosservate.

All'interno di un settore con sorveglianza continua le eurobalise sono di regola connesse. Al linking non si dovrebbe rinunciare:

- tra un segnale avanzato e un segnale principale,
- tra i segnali principali all'interno di una stazione.

Il linking è obbligatorio se nella sezione viene annunciato un euroloop.

Lo slittamento falsifica l'odometria, questo soprattutto sulle lunghe sezione in salita. Per questo motivo sono necessarie delle misure supplementari nei settori di binario dove lo slittamento è più frequente e più lungo, tramite:

- balise di riposizionamento supplementari;
- aumento dell'intervallo di confidenza;
- interruzione del linking (solo sulla tratta).

Un maggiore intervallo di confidenza con misurazione precisa del percorso dall'odometria fa sì che la curva di frenatura si attiva prima di una soglia di velocità e della fine dell'autorizzazione al movimento.

## 6.11 Intervallo di confidenza / finestra d'aspettativa

La distanza percorsa dal veicolo è misurata dall'odometria; eventuali imprecisioni sono causate dall'usura delle ruote nonché dallo slittamento e pattinamento. Il valore preciso di posa delle eurobalise dipende dalle misurazioni effettuate durante la progettazione. Per questi motivi la distanza percorsa può presentare divergenze rispetto all'intervallo effettivo tra due gruppi di balise.

Esempio nel caso ottimale:

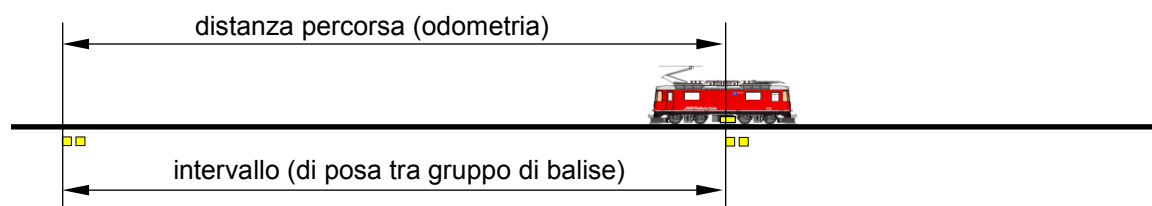


Figura 26: Confronto odometria - misurazione

L'intervallo di confidenza è calcolato in base a una tolleranza dell'odometria accettabile. Il sistema calcola continuamente l'intervallo di confidenza per approssimazione, nel modo seguente:

- fondamentalmente  $5\text{ m} + 2\%$  della distanza percorsa dopo l'ultimo gruppo di balise;
- in determinati casi, per la costante può essere stabilito un valore maggiore (al massimo  $63\text{ m} + 2\%$  della distanza percorsa);
- il calcolatore di bordo aumenta automaticamente la tolleranza, se sono rilevati pattinamenti o slittamenti.

Dopo una balise di riposizionamento, l'intervallo di confidenza viene volutamente riportato al valore effettivo e preciso di posa del gruppo di balise come segue:

- $1\text{ m} + 2\%$  della distanza percorsa dalla balise di riposizionamento;
- il valore minimo di  $1\text{ m}$  per il valore preciso di posa si applica alle balise di riposizionamento che sono installate ad esempio nel binario di arrivo all'interno della stazione.

L'imprecisione odometrica può comportare un'estensione o un accorciamento della distanza misurata rispetto all'intervallo effettivo, presente tra due gruppi di balise ( $\pm$  tolleranza). La finestra d'aspettativa corrisponde quindi al doppio della lunghezza dell'intervallo di confidenza.

Esempio di un gruppo di balise rilevato all'interno di una finestra d'aspettativa:

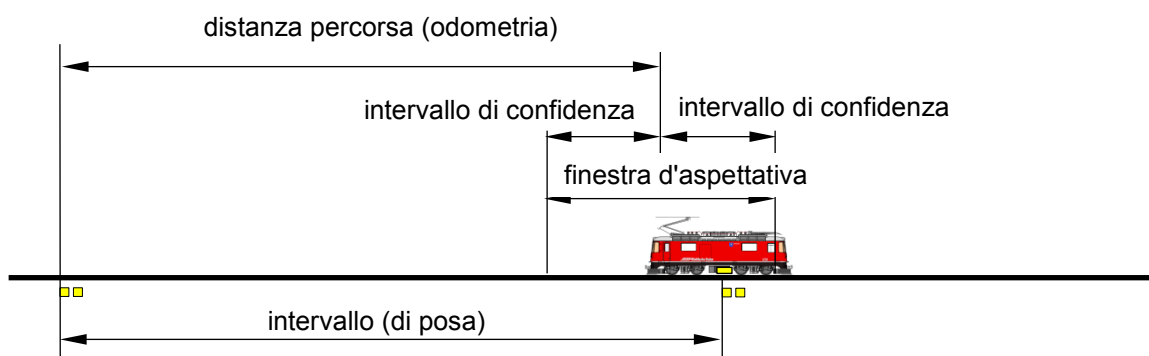


Figura 27: Gruppo di balise all'interno della finestra d'aspettativa

Un gruppo di balise viene valutato solamente se la ricezione avviene all'interno della finestra d'aspettativa.

Esempio di un gruppo di balise rilevato all'esterno di una finestra d'aspettativa:

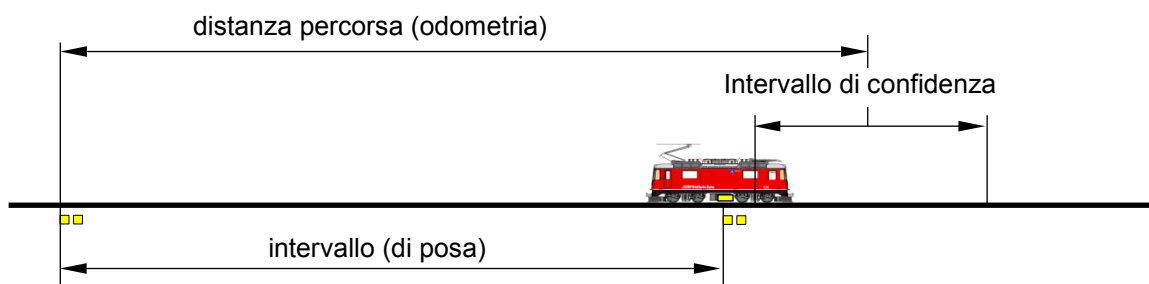


Figura 28: Gruppo di balise all'esterno di una finestra d'aspettativa

Il sistema segnala un errore se all'interno della finestra d'aspettativa non viene rilevata alcuna eurobalise. La reazione del sistema è progettata in modo diverso, ossia:

- in caso di un gruppo di balise che serve unicamente alla correzione dell'odometria, viene semplicemente indicato un messaggio di perturbazione;
- in caso di un gruppo di balise a un segnale avanzato, viene inviato un messaggio di perturbazione. La fine dell'autorizzazione al movimento rimane invariata. Vi sarà quindi un arresto forzato prima del successivo segnale principale;
- in caso di un gruppo di balise a un segnale principale, si attiva una frenatura imposta.

Se un gruppo di balise viene rilevato all'esterno della finestra d'aspettativa, non viene valutato. L'intervallo di confidenza non viene reimpostato. Di conseguenza al veicolo mancano le informazioni per la sezione seguente e il sistema reagisce come previsto dal sistema.

## 6.12 Punto di arrivo dell'autorizzazione al movimento

### 6.12.1 Calcolo del punto di arrivo

La precisione della curva di frenatura definita dal calcolatore di bordo è determinata dalla precisione dell'odometria. Per garantire in ogni caso l'arresto prima del punto di arrivo progettato, la curva di frenatura è configurata in base al punto più lontano dell'intervallo di confidenza, ossia in base alla posizione massima assunta della testa del veicolo. Pertanto l'effettivo punto di arrivo della curva di frenatura si trova sempre all'interno dell'intervallo di confidenza prima del punto di arrivo progettato.

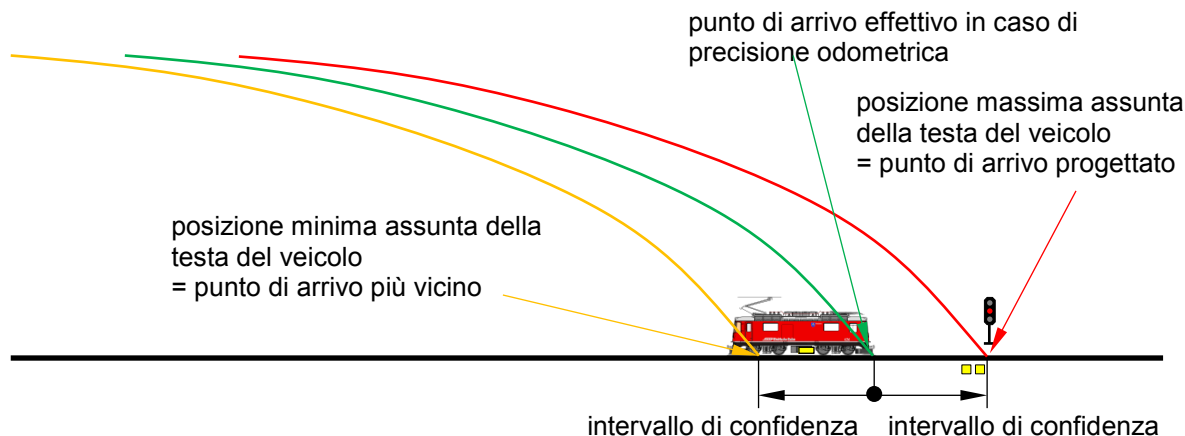


Figura 29: Calcolo del punto di arrivo

Il punto di arrivo è normalmente progettato al posto di fermata più lontano del itinerario (segnale principale, profilo degli scambi in caso di segnale di gruppo). Una progettazione oltre il punto di fermata più lontano sarà richiesta soltanto se questo punto deve essere raggiunto esattamente per ragioni operative, una situazione che si verifica spesso a un segnale d'uscita.

### 6.12.2 Utilizzo della distanza di slittamento

Il progetto può essere configurato, se necessario, in modo che il treno possa avanzare possibilmente senza ostacoli fino al posto di fermata più lontano nell'ambito della circolazione. Questo può accadere solo avvalendosi della distanza di slittamento esistente, purché non sia permesso avanzare alla fine dell'autorizzazione al movimento.

Entro la distanza di slittamento, è consentito spostare il punto di arrivo oltre il posto di fermata più lontano nell'ambito della circolazione finché la posizione massima assunta della testa del veicolo non supera il punto di pericolo. Ciò assicura che il treno possa sempre avanzare fino al posto di fermata più lontano.

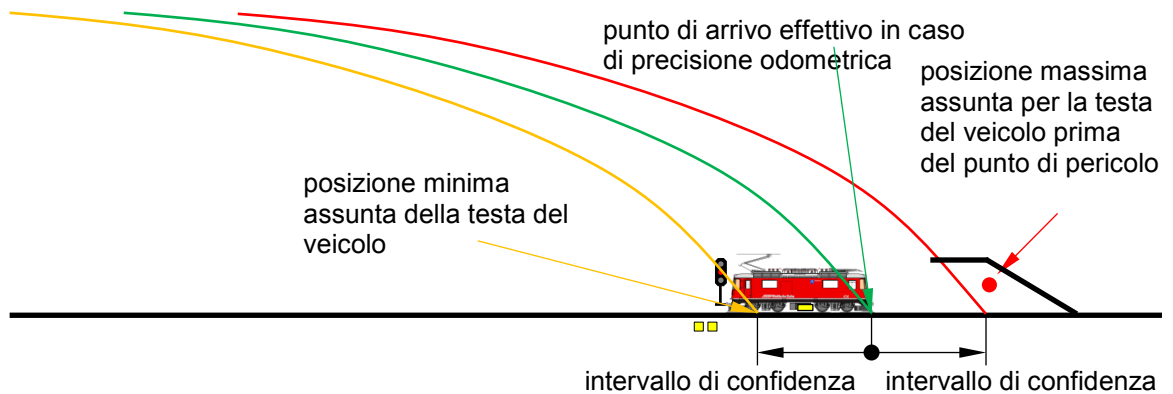


Figura 30: Punto di arrivo entro la distanza di slittamento

Il punto di arrivo deve essere progettato al più tardi prima del punto di pericolo. Sono considerati particolari punti di pericolo:

- il segno di sicurezza di uno scambio;
- la punta di uno scambio;
- un impianto di passaggio a livello;
- il punto in cui si trova la coda del treno che precede durante una fermata regolare, p.es. l'inizio di un marciapiede.

Ogni gruppo di balise collegato reimposta l'intervallo di confidenza. Se la distanza di slittamento non è sufficiente è possibile installare una balise di riposizionamento aggiuntiva a 30 m prima del punto di fermata più lontano. Con questo provvedimento, l'intervallo di confidenza è ridotto al minimo. Come balise di riposizionamento è sufficiente installare un'unica balise a dati fissi.

Se la distanza di slittamento è insufficiente, il punto di fermata deve essere adattato o il punto di arrivo va progettato oltre il punto di pericolo.

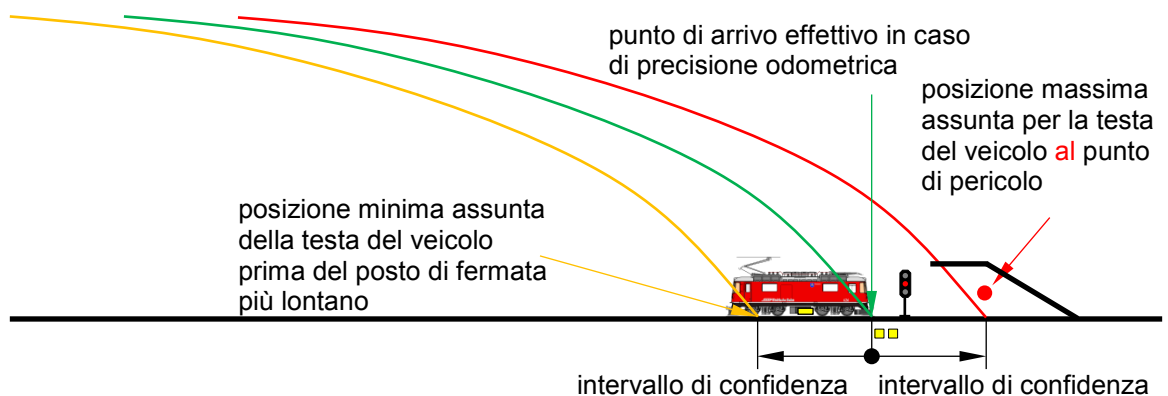


Figura 31: Distanza di slittamento insufficiente

### 6.12.3 Punto di arrivo oltre il punto di pericolo

Se la distanza di slittamento è insufficiente, in alcuni casi il punto di arrivo può essere progettato oltre il punto di pericolo; ciò avviene ad esempio per i segnali d'uscita. In questo caso devono essere soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- il punto di pericolo è rappresentato dal segno di sicurezza di uno scambio;
- le entrate simultanee sono escluse;
- il vincolo temporaneo che precede la disposizione di un secondo itinerario deve essere sufficiente per garantire la fermata in sicurezza del primo treno. Tale intervallo è configurato in base al R RTE 25054;
- il capomovimento può scansare il vincolo temporaneo dopo aver verificato l'arresto del treno;
- è obbligatorio un impedimento della partenza tramite euroloop. L'impedimento della partenza deve essere attivo anche per i treni di servizio con fermata breve. Pertanto, l'inizio del loop deve essere eventualmente progettato in modo che si trovi nettamente prima dell'inizio del marciapiede.

Questa situazione deve essere dichiarata nella procedura di approvazione dei piani.

Invece di una progettazione oltre il punto di pericolo è opportuno optare per l'installazione di una balise di riposizionamento a 30 m prima del punto di arrivo.

### 6.12.4 Paraurti al punto di arrivo

In un binario di testa deve soprattutto essere garantito che il treno possa avanzare fino al paraurti. L'intervallo di confidenza determina l'effettivo punto di arrivo della curva di frenatura prima del paraurti. L'installazione di una balise di riposizionamento prima del paraurti è consigliata al fine di ridurre i relativi impatti. Se l'ultimo gruppo di balise è installato a 150 m prima del punto di arrivo, il punto di arrivo sorvegliato più vicino si trova a 16 m prima del paraurti. Una balise di riposizionamento installata a 30 m prima del paraurti permette di ridurre questa distanza a ca. 3.5 m. Un gruppo di balise di riposizionamento può essere progettato anche a una distanza maggiore dal paraurti, onde essere utilizzato per la direzione opposta al fine di consentire la partenza di un veicolo stazionato in precedenza. L'intervallo di confidenza non risulterà ridotto di molto.

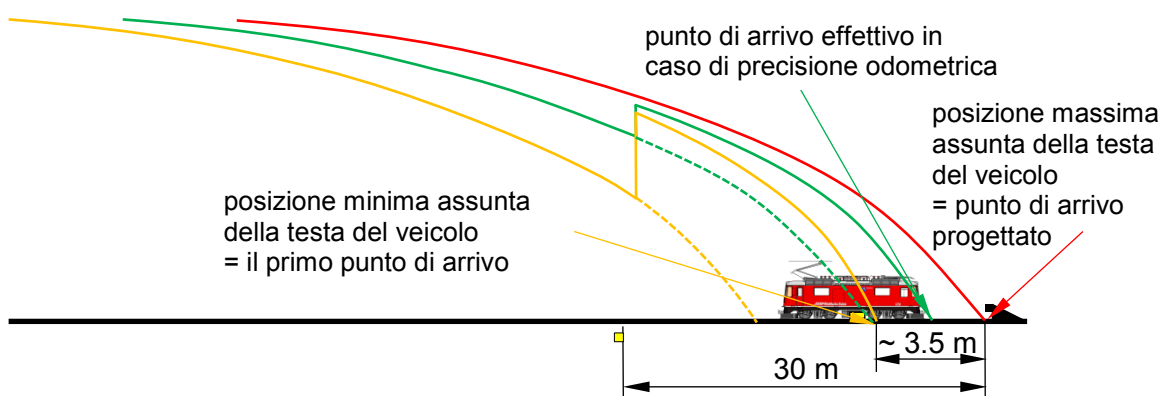


Figura 32: Balise di riposizionamento antistante il paraurti

Di regola l'avvicinamento alla fine dell'autorizzazione al movimento è progettato per consentire l'accostamento al paraurti.

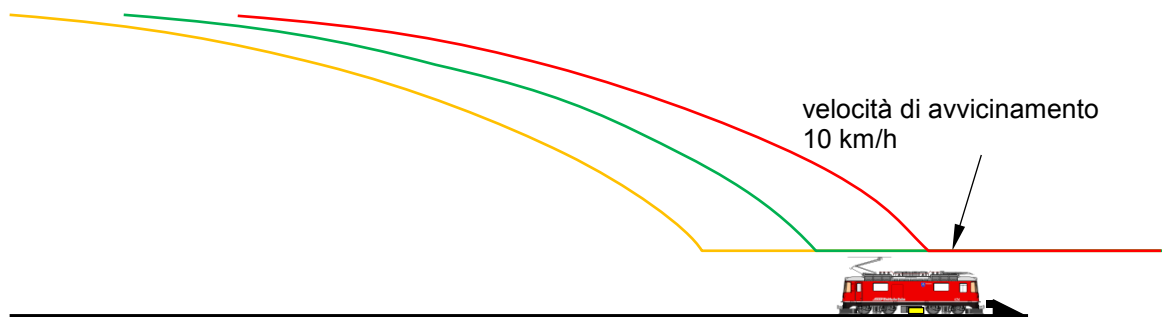


Figura 33: Velocità di avvicinamento prima del paraurti

Anche su una distanza modesta di circa 20 m, l'avanzamento verso il paraurti alla velocità di avvicinamento ritarda la fermata del treno. Questa perdita di tempo può essere considerata sproporzionata.

Un avvicinamento più rapido al paraurti è possibile se il punto di arrivo è progettato oltre il paraurti; in questo caso, però, la probabilità di un urto non può più essere esclusa dal sistema. Per questo motivo, la progettazione oltre il punto di pericolo è consigliata unicamente in combinazione con una balise di riposizionamento.

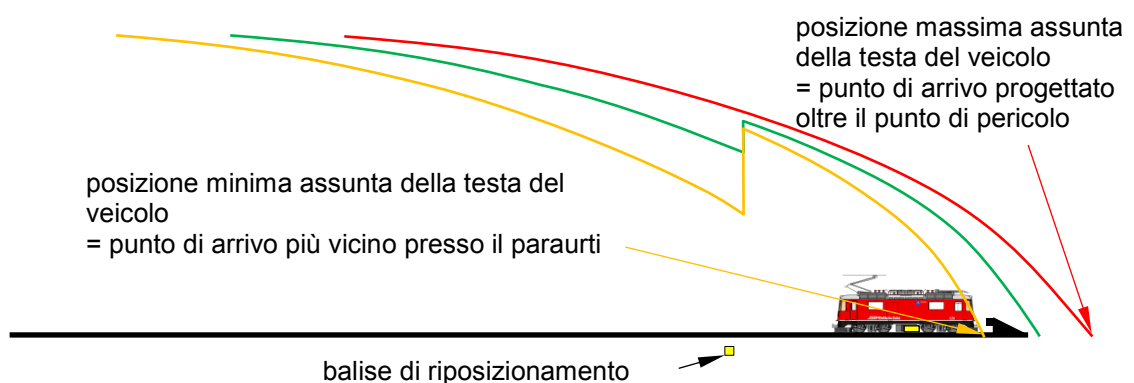


Figura 34: Punto di arrivo oltre il paraurti

Un punto di arrivo progettato oltre il paraurti deve essere dichiarato nella procedura di approvazione dei piani. Le varie opzioni di progettazione possono essere combinate al fine di raggiungere un risultato ottimale.

### 6.12.5 Adattamento della segnaletica

Se a un segnale d'uscita o a un segnale di settore di binario, il primo punto di arrivo è calcolato prima del posto di fermata più lontano, il punto di arrivo deve essere segnalato. In tal modo il macchinista può evitare frenature imposte durante l'avvicinamento al segnale.

In linea di principio questa situazione può essere evitata creando una distanza di slittamento sufficiente:

- a un segnale di binario, spostando adeguatamente il segnale;
- nel caso di un segnale di gruppo con ulteriore segnalazione mediante segnali bassi, spostando adeguatamente i segnali bassi;
- a un segnale di gruppo con segnalazione supplementare mediante segnale indicatore del numero di binario, il punto più lontano di fermata è fissato prima del segno di sicurezza dello scambio d'uscita. Un percorso d'insufficienza di frenata può essere realizzato unicamente con importanti interventi sull'impianto di sicurezza, ad esempio sostituzione con tavole di fermata per segnali di gruppo combinate con avvisatori di via libera.
- a un segnale di gruppo con segnalazione supplementare mediante tavola di fermata per segnali di gruppo, questa tavola viene spostata per ogni binario al punto di arrivo più vicino. I gruppi di balise saranno installati presso la nuova ubicazione della tavola di fermata per segnale di gruppo.

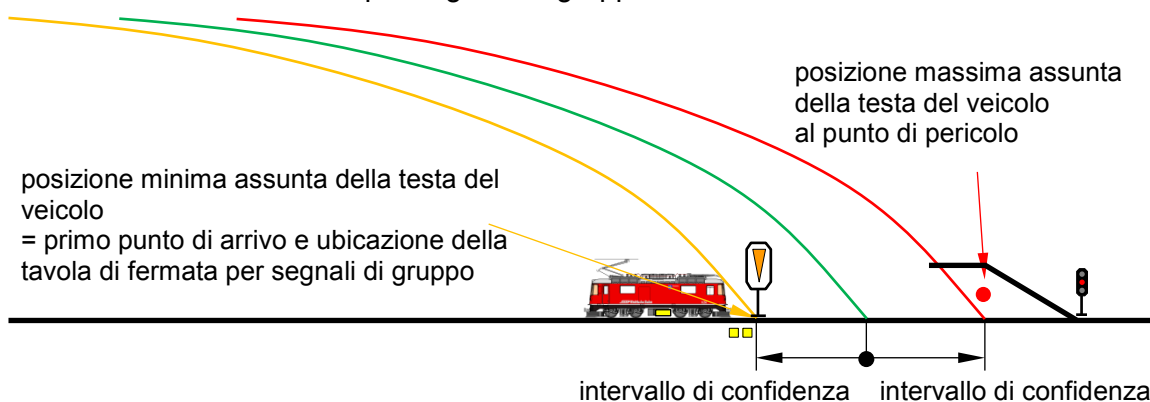


Figura 35: Posa della tavola di fermata per segnale di gruppo

La distanza di slittamento richiesta può essere minimizzata tramite l'installazione di una balise di riposizionamento 30 m prima del gruppo di balise del punto di fermata più lontano.

Se ammesso e necessario, il punto di arrivo dovrebbe essere progettato oltre il punto di pericolo.

Se lo spostamento di segnali è sproporzionato, è consentito apporre una tavola appositamente concepita al primo punto di arrivo calcolato, a condizione che:

- si tratti di un impianto di sicurezza già esistente;
- non sia possibile progettare l'avanzamento al punto di arrivo (p. es. a causa di un euroloop);
- l'installazione di una balise di riposizionamento non sia sufficiente per progettare il primo punto di arrivo al punto di fermata più lontano
- il punto di arrivo non può essere progettato oltre il punto di pericolo (p.es. a causa di entrate simultanee).

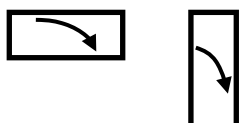


Figura 36:  
Tavola di avviso per il punto di arrivo di una curva di frenatura

Se lo spazio è limitato, la tavola di avviso può essere disposta verticalmente in caso di mancanza di spazio.

La posa delle tavole di avviso deve essere dichiarata nella procedura di approvazione dei piani. Il gestore dell'infrastruttura deve stabilire l'impiego delle tavole di avviso nelle proprie disposizioni esecutive delle prescrizioni sulla circolazione dei treni. Nell'ambito della procedura, deve essere presentata all'UFT una richiesta di deroga in merito alla segnalazione, derogante dalle prescrizioni di base, mediante tavole di avviso per il punto di arrivo di una curva di frenatura.

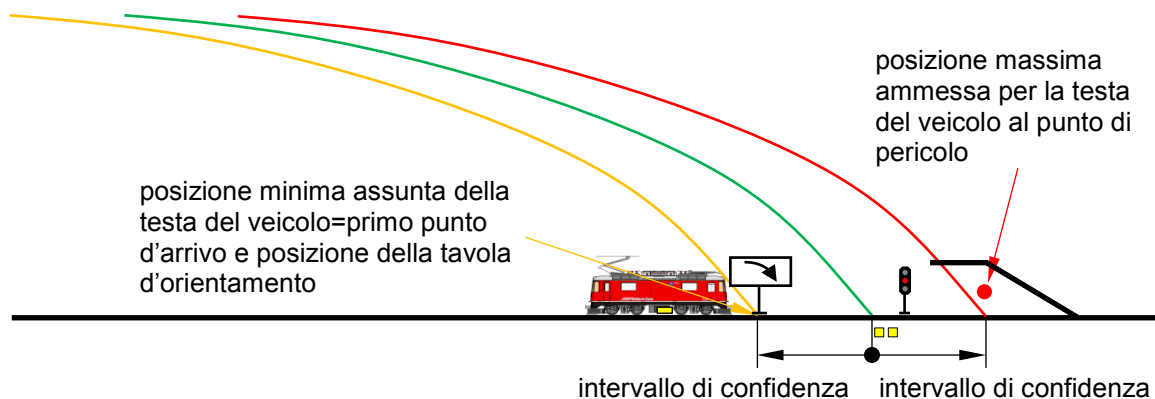


Figura 37: Posa della tavola di avviso per il punto di arrivo di una curva di frenatura

Posando una sequenza di tavole d'orientamento e tavole di fermata per segnali di gruppo non si realizza una doppia segnalazione.

### 6.12.6 Effetto dell'intervallo di confidenza sul profilo della velocità

L'intervallo di confidenza influenza ogni curva di frenatura prima di una soglia di velocità perché tale curva è basata sulla posizione massima assunta della testa del veicolo. In caso di un aumento della velocità con sorveglianza della lunghezza del treno, è determinante la posizione minima assunta della coda del treno. La velocità sorvegliata non viene visualizzata, pertanto il macchinista non ha modo di individuare quale sorveglianza sia attiva. Il macchinista deve rispettare le soglie di velocità prescritte per la circolazione.

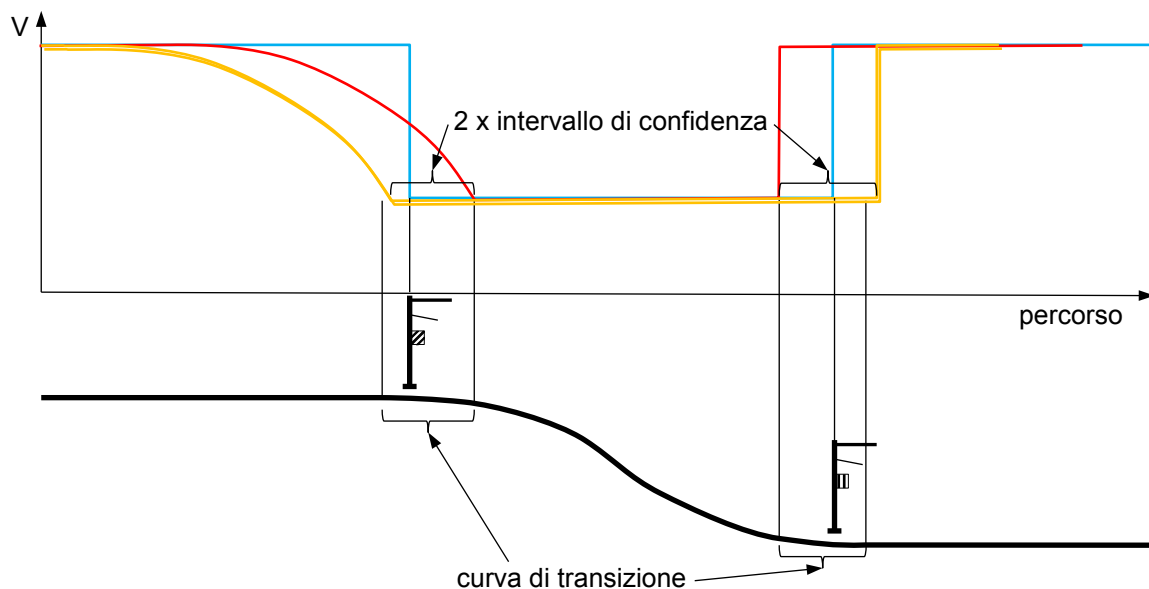


Figura 38: Progetto di limitazione di velocità

Rispettando le prescrizioni non si dovrebbe attivare nessuna reazione da parte del sistema. Per questo motivo un'ottimizzazione è inevitabile.

Nei dati del binario, la soglia di velocità è generalmente stabilita all'inizio della curva di transizione

I segnali di riduzione della velocità sono generalmente fissati sui tralicci della catenaria. Normalmente un simile traliccio si trova nella curva di transizione, mentre il traliccio seguente è a una distanza di 60 m, sul lato con velocità maggiore. I segnali di riduzione della velocità sono quindi montati nelle curve di transizione per motivi pratici.

È rilevante per la sicurezza che la velocità ridotta sia raggiunta al più tardi all'inizio del raggio della curva.

Si consiglia di progettare la soglia della velocità all'inizio rispettivamente al termine del raggio della curva e di controllare l'incidenza dell'intervallo di confidenza. La curva di effettiva frenatura non dovrebbe risultare notevolmente più restrittiva dalla segnaletica. Va osservato il cambiamento dell'intervallo di confidenza tra l'inizio e la fine di una limitazione di velocità.

Se la soglia di velocità è programmata alla punta di uno scambio, durante la progettazione è possibile spostarla in direzione del cuore dello scambio al massimo del doppio dell'intervallo di confidenza. In questo modo la frenatura può essere eseguita esattamente sulla punta dello scambio. Ciò è possibile a condizione che sia escluso il transito sulla punta dello scambio a una velocità pericolosamente elevata dovuta all'accumulo delle tolleranze.

Con la decelerazione più elevata di tutti i modelli di frenatura applicati, nella posizione massima assunta della testa del veicolo può essere tollerato un superamento della velocità massima sulla punta dello scambio del 25% al massimo.

Lo spostamento tollerabile della soglia di velocità può essere calcolato come segue:

$$s = \frac{(v \times 1.25 / 3.6)^2 - (v / 3.6)^2}{2 \times a}$$

$s$  spostamento tollerabile della soglia di velocità [m].

$a$  decelerazione massima [ $m/s^2$ ]

$v$  velocità massima nel settore dello scambio [km/h].

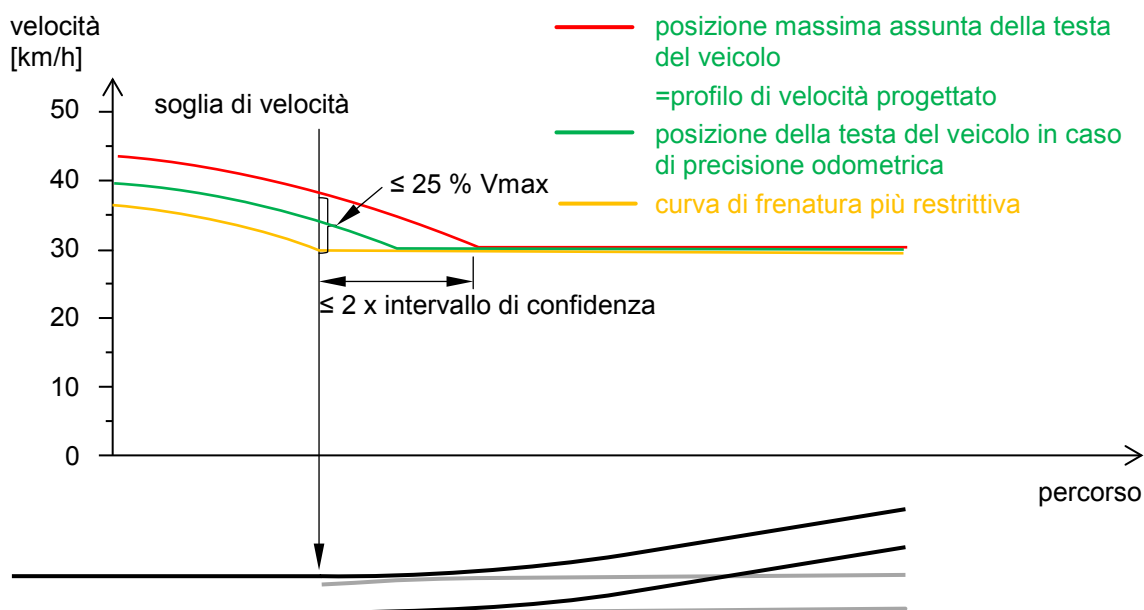


Figura 39: Progettazione sulla punta di uno scambio

La posizione massima assunta della testa del veicolo corrisponde alla curva di frenatura più permissiva. La curva di frenatura più restrittiva si ha, ad esempio, quando il diametro effettivo della ruota è significativamente inferiore al valore impostato nel sistema. In caso di precisione odometrica, la curva di frenatura si troverà al centro, tra le due curve indicate.

## 6.13 Distanze di slittamento

### 6.13.1 Distanze di slittamento richieste dal sistema

Occorre sempre programmare una distanza di slittamento minima in modo che l'arresto al punto di fermata più lontano nell'ambito della circolazione sia possibile senza impedimenti. A tal fine il punto di arrivo dell'autorizzazione al movimento deve essere progettato al più tardi al punto di pericolo. Tali condizioni sono adempiute a seconda della distanza percorsa dall'ultimo gruppo di balise, ossia:

- senza balise di riposizionamento  
distanza di slittamento = distanza dall'ultimo gruppo di balise  $\cdot 0,04 + 12,6$  m;
- con balise di riposizionamento  
distanza di slittamento = distanza dalla balise di riposizionamento  $\cdot 0,04 + 4,6$  m.

La distanza di slittamento richiesta dal sistema è determinata sommando:

- la tolleranza odometrica dipendente del percorso;
- la precisione di posa del gruppo di balise;
- velocità minima monitorata di 3-4 km/h al punto più lontano di fermata, a seconda del modello di frenatura.

Questa distanza minima di slittamento è necessaria anche quando non sono possibili entrate simultanee. In tal modo sarà possibile, tenendo conto dell'intervallo di confidenza, avanzare al punto di fermata più lontano senza dover eseguire la progettazione oltre il punto di pericolo.

### 6.13.2 Pianificazione delle distanze di slittamento

La sorveglianza continua assicura che alla fine di un itinerario il treno si arresti sempre prima del punto di fermata progettato. Il veicolo si arresta prima del punto di pericolo a condizione che il punto di arrivo sia progettato prima del punto di pericolo. In questo modo, secondo le DE-Oferr, DE 39.3.a, numero n. 4.3.3 è possibile progettare distanze minime di slittamento inferiori rispetto ai valori indicati nelle DE n. 4.3.2.

È consentito progettare distanze di slittamento ridotte, soltanto se:

- tutti i veicoli impiegati sono dotati di un equipaggiamento per la sorveglianza continua. La migrazione dei veicoli deve essere quindi completata;
- un euroloop è installato di fronte al segnale di arrivo affinché possa essere attivato un impedimento della partenza.

## 6.14 Restrizione dell'immagine di corsa

Alla commutazione di un segnale principale da una immagine di corsa inferiore a una superiore, occorre esaminare l'effetto di tale commutazione sulla sorveglianza di un treno in avvicinamento. La velocità sorvegliata non viene visualizzata, pertanto il macchinista non ha modo di individuare quale sorveglianza sia attiva. Il macchinista deve rispettare le soglie di velocità prescritte per la circolazione e non ha alcuna possibilità di attenersi a una sorveglianza più restrittiva dovuta al sistema.

Devono essere presi adeguati provvedimenti per escludere che il treno sia ostacolato dopo il cambiamento dell'immagine. È eventualmente necessario un euroloop o un gruppo di balise per trasmettere al veicolo il cambiamento della velocità segnalata.

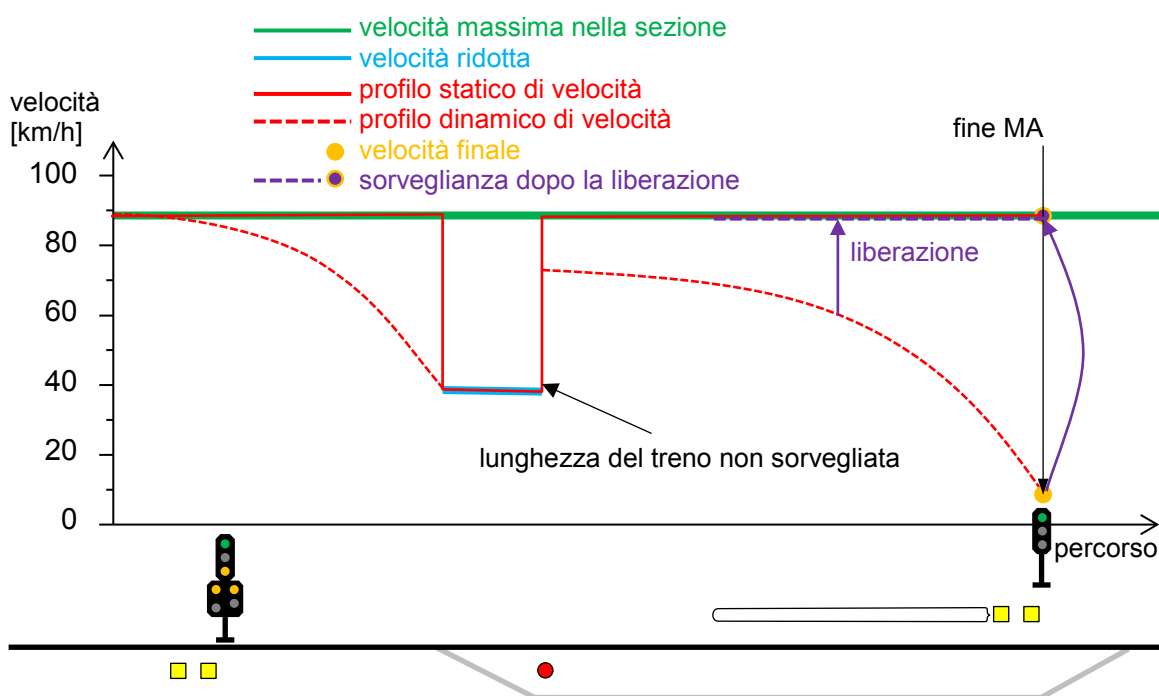


Figura 40: Restrizione dell'immagine di corsa

Nell'esempio summenzionato, al segnale di entrata è segnalata l'immagine 2 come restrizione dell'immagine. Il motivo più frequente è la lunghezza della distanza di slittamento in caso di entrate simultanee. Non vengono percorsi scambi in deviazione. Nell'esempio summenzionato, in caso di velocità segnalata al segnale d'entrata la so-

glia di velocità è al primo scambio. Se il segnale di uscita è passato da "fermata" a "via libera", il macchinista può accelerare nuovamente in conformità alle prescrizioni svizzere sulla circolazione dei treni, se:

- ha riconosciuto l'immagine completa del segnale e la sua assegnazione al binario percorso,
- la testa del treno ha superato l'ultimo scambio della sezione, e
- una velocità inferiore non è sottoposta alla sorveglianza di un sistema di controllo della marcia dei treni.

Per questo motivo, la velocità segnalata viene sorvegliata per un breve tratto, dalla punta dello scambio fino al segno di sicurezza dello scambio. Viene così sorvegliato il rispetto della velocità segnalata. La fine della velocità ridotta viene raggiunta prima dell'inizio dell'euroloop senza sorveglianza della lunghezza del treno.

## 6.15 Provvedimenti da prendere in caso di distanza troppo breve del segnale avanzato

L'autorizzazione al movimento viene generalmente rilasciata fino al segnale principale successivo. L'autorizzazione al movimento emessa a un segnale principale termina con una curva di frenatura davanti al segnale principale seguente. Al segnale avanzato, questi dati sono sostituiti da una nuova autorizzazione al movimento corrispondente all'immagine di corsa.

Se la distanza del segnale avanzato è troppo breve, la curva di frenatura viene innescata alla fine dell'autorizzazione al movimento, già prima del segnale avanzato. Questo effetto indesiderato può verificarsi nel caso di un ampio intervallo di confidenza, anche se la distanza del segnale avanzato è teoricamente sufficiente. Prima della fine dell'autorizzazione al movimento, la curva di frenatura è preceduta dalla lunghezza dell'intervallo di confidenza. Anche se, a seconda della situazione, la curva di frenatura imposta non viene raggiunta, la curva di avvertimento può comunque essere superata.

Le misure possibili sono:

- ridurre la velocità sulla tratta.  
Se sono interessati solo singoli modelli di frenatura, può essere ridotta la velocità delle rispettive categorie di treno e di freno;
- posare un gruppo supplementare di balise a una distanza maggiore prima del segnale avanzato.  
Tale gruppo di balise deve trovarsi entro il raggio di visibilità del segnale avanzato e dopo il punto in cui si trova il treno, se il itinerario è regolarmente impostato;
- posare un euroloop lungo prima del segnale principale in modo che l'inizio del loop sia in vista del segnale avanzato.  
Il gruppo di balise per il segnale avanzato non viene posato.

Non è consigliabile spostare il gruppo di balise del segnale avanzato a una distanza maggiore da questo segnale, perché un cambiamento dell'immagine immediatamente prima del passaggio al segnale avanzato non può essere trasmesso dopo il transito sul gruppo di balise.

## 6.16 Segnale avanzato mancante

Se è montata una tavola di avviso di segnale avanzato mancante per il segnale d'entrata, a questa tavola deve essere installato un gruppo di balise, che viene collegato al

LEU del segnale principale. La progettazione del gruppo di balise viene eseguita nello stesso modo in cui avviene per un vero e proprio segnale avanzato.

Se manca anche questa tavola di avviso, l'autorizzazione al movimento all'ultimo segnale principale termina prima del segnale principale. In ogni caso deve essere annunciata una liberazione. Questa può essere progettata tramite euroloop, un gruppo di balise infill o manualmente. In caso di distanze più lunghe tra i segnali, è importante prevedere una balise di riposizionamento sul tratto di avvicinamento al segnale principale, al fine di ridurre l'intervallo di confidenza.

## 6.17 Entrata occupata

Un'entrata occupata è progettata nello stesso modo di un'immagine di corsa:

- i parametri della velocità corrispondono alla velocità massima in base alle prescrizioni sulla circolazione dei treni;
- il punto di arrivo è fissato al posto di fermata più lontano.

In caso di selezione di un percorso viene progettato in linea di principio il percorso più breve. La distanza viene corretta dal gruppo di balise del segnale della direzione opposta, a dipendenza del binario di arrivo.

Durante la progettazione è necessario garantire, come nel caso di restrizione dell'immagine, che la continuazione della corsa dopo una fermata non venga impedita a causa della sorveglianza per l'entrata occupata. Il macchinista non può rilevare tale sorveglianza e quindi non può rispettarla. Questa situazione si verifica, ad esempio, se due treni in successione sono situati su un unico binario.

A tal fine, il profilo della velocità deve essere considerato e progettato separatamente tenendo conto di due aspetti:

- le velocità massime e le soglie di velocità risultanti dal percorso devono essere progettate completamente. In caso di un aumento di velocità, la lunghezza del treno deve essere monitorata;
- la limitazione di velocità causata dall'entrata nel binario occupato deve essere progettata, senza lunghezza del treno, solo fino all'inizio dell'euroloop nel binario di arrivo. In questo modo il proseguimento della corsa è possibile senza limitazioni in base all'immagine di segnale successivo.

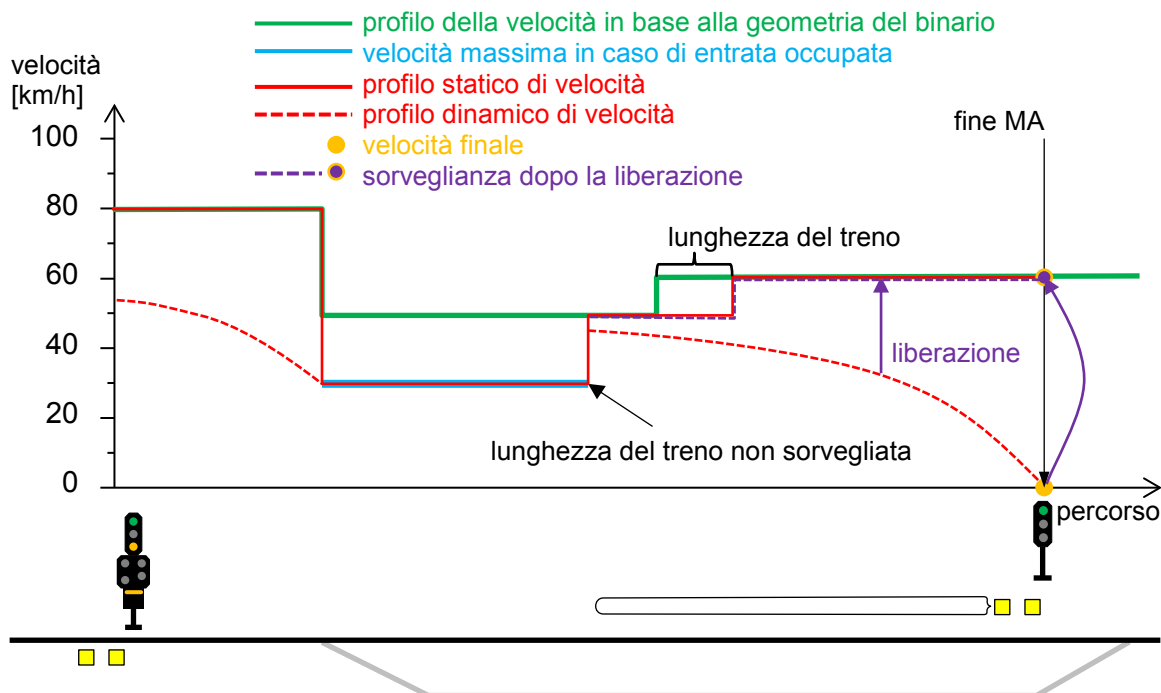


Figura 41: Entrata occupata

Nell'esempio summenzionato, in caso di velocità segnalata al segnale d'entrata la soglia di velocità si trova al primo scambio. Come di consueto, la sorveglianza della velocità viene progettata in base alla velocità massima nell'itinerario percorso con sorveglianza della lunghezza del treno. Inoltre, in caso di entrata occupata la velocità massima viene sorvegliata a partire dalla soglia di velocità finché la testa del treno raggiunge l'inizio dell'euroloop.

## 6.18 Entrata in stazione senza accesso con dislivello ai marciapiedi

Una limitazione di velocità all'entrata sul binario più vicino all'edificio della stazione viene progettata solo se è segnalata:

- tramite il segnale per entrate in stazioni senza accesso con dislivello ai marciapiedi (non dotate di sottopassaggi e sovrappassaggi) (PCT 300.2 n. 5.3.2), oppure
- tramite l'immagine 6, nel caso in cui sia richiesta un'entrata sul binario più vicino al fabbricato in base alle disposizioni esecutive del gestore dell'infrastruttura delle prescrizioni di circolazione dei treni.

Una velocità massima di 20 km/h è sorvegliata:

- all'inizio del marciapiede;
- a partire dal segno di sicurezza dello scambio che porta al binario, se questo è privo di marciapiedi;
- fino a metà stazione, senza sorveglianza della lunghezza del treno. In questo modo la partenza del treno dopo una fermata non è impedita.

Questa limitazione di velocità non è sorvegliata, se è indicata solo per determinati treni tramite un segno nella tabella della tratta o nell'orario di marcia.

## 6.19 Immagini di corsa in caso di perturbazione di lampada

In caso di guasto di una singola lampada di segnalazione, a seconda del tipo di apparecchio centrale, viene segnalata un'immagine più restrittiva. Eventuali immagini di corsa in caso di perturbazione di una lampada devono essere considerate nella progettazione. Se viene segnalata un'immagine per la quale non è stato progettato alcun telegramma di dati, il LEU attiva il telegramma di perturbazione. Vanno distinte due situazioni tipiche:

- un altro itinerario è segnalato con la stessa immagine di corsa indicata dall'immagine di un'immagine in caso di perturbazione di una lampada. In questo caso è necessario verificare che la progettazione sia corretta anche per il itinerario indicato dall'immagine in caso di perturbazione di una lampada;
- le relative immagini di segnale vengono utilizzate esclusivamente in caso di perturbazione di una lampada. In questo caso deve essere eseguita la corrispondente progettazione.

In caso d'immagini di corsa in caso di perturbazione di una lampada è ammessa una progettazione permissiva. Tranne quando viene segnalato un avvertimento, la velocità finale e il profilo statico di velocità possono essere progettati come per una normale immagine di corsa.

## 6.20 Impianti di passaggio a livello perturbati

Presso un impianto di passaggio a livello perturbato il passaggio della testa del treno è sorvegliato alla velocità a passo d'uomo.

A tal fine si progettano:

- velocità finale di 10 km/h, 5 m prima dell'inizio del passaggio a livello;
- sorveglianza a 10 km/h, fino a metà del passaggio a livello;
- in seguito, la velocità massima sull'infrastruttura rispettivamente la velocità segnalata;
- nessuna sorveglianza sulla lunghezza del treno.

In caso di vari passaggi a livello controllati dallo stesso segnale principale o dalla stessa luce di controllo, sarà predisposta una curva di frenatura separata per ciascun passaggio a livello.

## 6.21 Segnale ausiliario

### 6.21.1 Segnale ausiliario al segnale d'entrata

Il segnale ausiliario è progettato come una normale immagine di corsa. Eventuali punti di pericolo sorvegliati sono per quanto possibile assicurati come segue:

- dal segnale d'entrata fino al primo scambio deve essere sorvegliata la velocità massima con corsa a vista, di regola 40 km/h;
- la velocità segnalata all'immagine 2 deve essere sorvegliata a partire dal primo scambio, se la soglia di velocità si trova a tale scambio;
- devono essere considerate le velocità locali inferiori;
- eventualmente si deve considerare un'ulteriore limitazione della velocità in caso di entrate su un binario occupato;
- l'arrivo è impostato sul punto di arrivo situato alla distanza più breve. La distanza viene corretta dal gruppo di balise per il segnale della direzione opposta a dipendenza del binario di arrivo;
- la velocità ridotta viene sorvegliata fino all'inizio dell'euroloop prima dei segnali di uscita, senza sorveglianza della lunghezza del treno. Ciò significa che la partenza avverrà dopo la liberazione da parte dell'euroloop secondo l'immagine di corsa. La partenza non è impedita dalla velocità sorvegliata durante l'entrata tramite un segnale ausiliario;
- sugli impianti privi di segnali bassi, i passaggi a livello sono considerati perturbati e sorvegliati di conseguenza;
- sugli impianti dotati di segnali bassi, i passaggi a livello non sono sorvegliati perché l'ultimo segnale basso prima del passaggio a livello fornisce al macchinista le informazioni valide sullo stato dell'impianto. Lo stesso vale se lo stato dell'impianto del passaggio a livello è sorvegliato tramite luci di controllo o segnale di sbarramento;
- il rilevamento dei criteri sullo stato dei passaggi a livello al solo scopo di ottimizzare la sorveglianza al segnale ausiliario è sproporzionato. Il segnale ausiliario viene utilizzato unicamente in caso di perturbazioni. Inoltre, in questi rari casi si applica la corsa a vista.

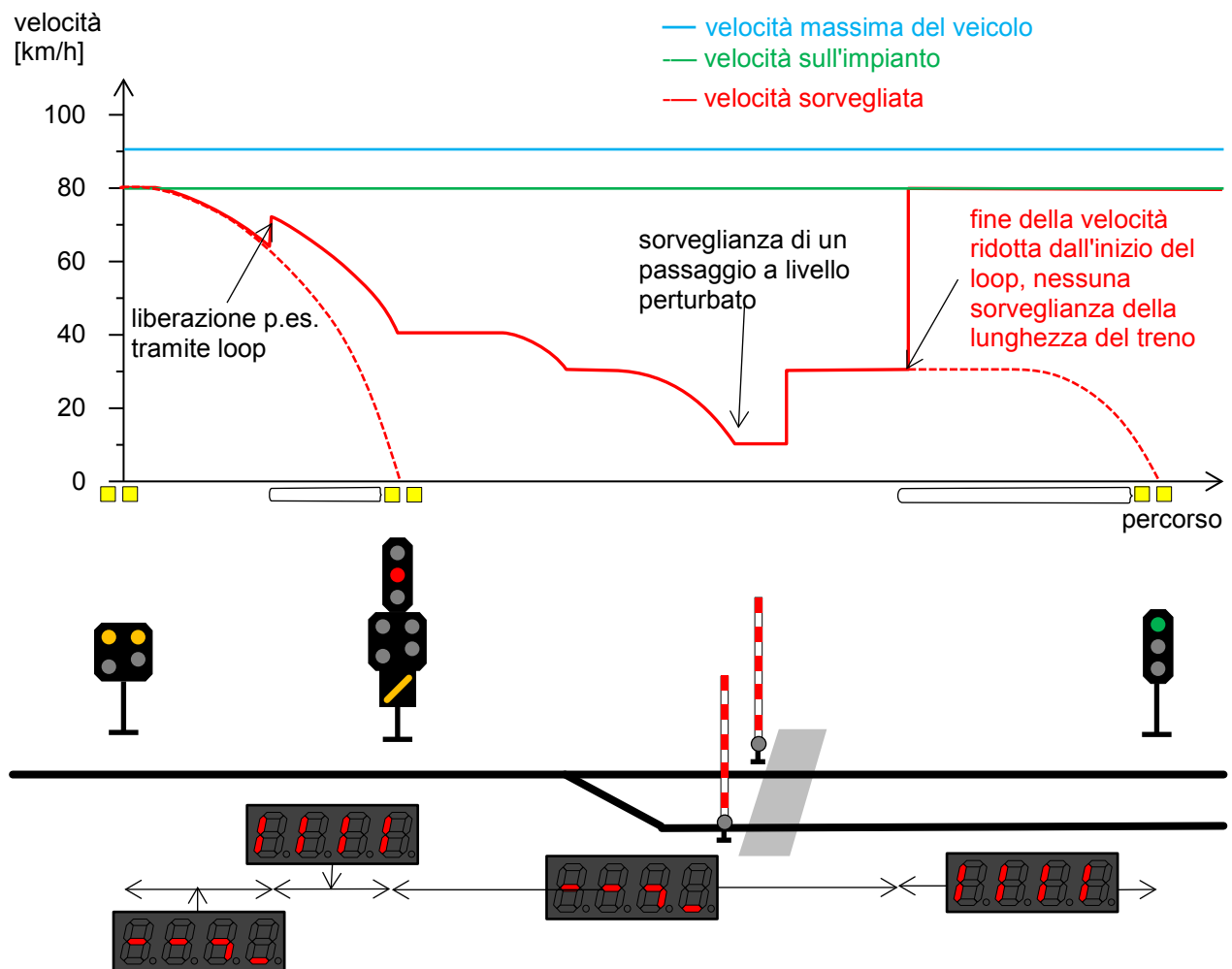


Figura 42: Segnale ausiliario

Con questa progettazione il macchinista non deve eseguire nessuna operazione aggiuntiva dovuta al controllo della marcia dei treni.

### 6.21.2 Segnale ausiliario al segnale d'uscita

Il segnale ausiliario al segnale d'uscita è progettato come una normale immagine di corsa. Eventuali punti di pericolo sorvegliati sono per quanto possibile assicurati come segue:

- nell'area di uno scambio la velocità segnalata all'immagine 2 è sorvegliata;
- sugli impianti privi di segnali bassi, i passaggi a livello sono considerati perturbati e sorvegliati di conseguenza;
- sugli impianti dotati di segnali bassi, i passaggi a livello non sono sorvegliati poiché l'ultimo segnale basso prima del passaggio a livello fornisce al macchinista le informazioni valide sullo stato dell'impianto. Ciò accade anche se lo stato dell'impianto del passaggio a livello è sorvegliato tramite luci di controllo o segnale di sbarramento;
- dopo il passaggio sull'ultimo scambio, la velocità di tratta è sorvegliata come quando il segnale d'uscita indica "via libera";
- il punto di arrivo dell'autorizzazione al movimento è impostato sul segnale principale successivo.

### 6.21.3 Segnale ausiliario del sistema L con segnalazione supplementare in caso di impianto perturbato di passaggio a livello

Il segnale ausiliario al segnale di uscita è progettato come una normale immagine di corsa. Eventuali punti di pericolo sorvegliati sono per quanto possibile assicurati come segue:

- nell'area dello scambio la velocità segnalata all'immagine 2 è sorvegliata;
- gli impianti dei passaggi a livello sono considerati perturbati e sorvegliati di conseguenza;
- dopo il passaggio sull'ultimo scambio la velocità di tratta è sorvegliata come in caso di segnale d'uscita indicante "via libera";
- il punto di arrivo dell'autorizzazione al movimento è impostato sul segnale principale successivo.

## 6.22 Zona di tranvie

Nelle zone di tranvie i segnali principali e la velocità di tratta sono sorvegliati. I segnali di tranvie non collegati all'apparecchio centrale non sono sorvegliati. Le velocità delle curve di regola non possono essere sorvegliate.

Ai fini della sorveglianza si deve prestare particolare attenzione agli effetti dell'intervallo di confidenza e allo slittamento. Nelle zone di tranvie le soglie di velocità e i posti di fermata sono tendenzialmente rispettati con grande precisione. Inoltre lo spargimento di sale peggiora enormemente le condizioni di aderenza.

## 6.23 Rallentamenti temporanei

Se devono essere sorvegliati rallentamenti temporanei, la sorveglianza può essere puntuale o continua. Per attuarla, vengono installate balise temporanee non connesse per la durata del rallentamento. Normalmente, all'altezza del segnale avanzato valido per il tratto di rallentamento viene installato un gruppo di balise a dati fissi per ogni direzione:

- una sorveglianza puntuale viene realizzata con un avvertimento parametrato nel pacchetto 44. Il macchinista deve confermare l'avvertimento sul dispositivo di comando oppure tramite il tasto esterno. È opportuno prevedere nei parametri del veicolo un tempo massimo di conferma per il macchinista di 5 s;
- una sorveglianza continua è realizzata con il pacchetto dei dati ETCS 65. La velocità sorvegliata può essere programmata a scaglioni di 5 km/h. Nel pacchetto dei dati 65 la distanza massima di sorveglianza è di 1360 m. Per realizzare una sorveglianza su una distanza più lunga, occorre installare un secondo gruppo di balise prima della fine della sorveglianza;
- in caso di sorveglianza continua si deve installare eventualmente un gruppo di balise all'altezza di ogni segnale di annullamento. L'annullamento del tratto di rallentamento temporaneo viene trasmesso tramite il pacchetto dei dati ETCS 66;
- entrambi i tipi di sorveglianza possono essere realizzati cumulativamente.

In caso di tratti di rallentamento segnalati a breve termine si ricorre generalmente alla sorveglianza puntuale. A tale scopo possono essere posati gruppi di balise già programmati assieme ai segnali di rallentamento depositati nei posti periferici. L'impiego delle balise è simile a quello dei magneti precedentemente utilizzati per i cantieri.

La sorveglianza continua deve essere progettata caso per caso. Tale processo e i criteri d'applicazione devono essere stabiliti dal gestore dell'infrastruttura.

## 6.24 Sorveglianza puntuale tramite eurobalise

In un settore con sorveglianza puntuale, un avviso di "avvertimento" da confermare sul dispositivo di comando o tramite tasto esterno, oppure di "fermata" o "via libera" può essere trasmesso tramite eurobalise. Per la protezione di impianti di passaggio a livello o in sostituzione di magneti è possibile realizzare un controllo puntuale. Questa progettazione è meno onerosa rispetto a quella necessaria per una sorveglianza continua.

Una sorveglianza puntuale può essere così realizzata anche quando i veicoli non sono (più) equipaggiati con ricettori magnetici. Questa soluzione può essere applicata anche in caso di equipaggiamento di tratta misto, se per motivi di spazio non è possibile cambiare il tipo di sorveglianza.

## 6.25 Veicoli ricoverati

Nelle stazioni dove i veicoli vengono regolarmente ricoverati, la ripresa in servizio dei veicoli, per esempio dopo la sosta notturna, deve essere analizzata sul piano concettuale.

Dopo la messa in funzione del veicolo è obbligatorio percorrere la tratta nel regime d'esercizio "sorveglianza limitata" fino al passaggio sul primo gruppo di balise. Un impedimento della partenza è attivo unicamente tramite un euroloop annunciato in precedenza.

Il seguente grafico mostra alcune situazioni:

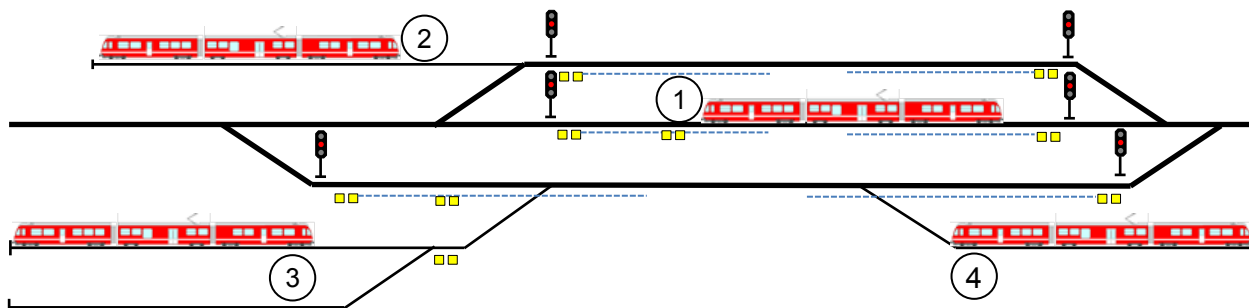


Figura 43: Situazioni di veicoli ricoverati

- ① Il veicolo è ricoverato sul binario di partenza.
  - Se il veicolo è ricoverato in stato di parcheggio "Parking", l'avviso dell'euroloop è ancora memorizzato dall'ultimo arrivo. L'impedimento della partenza è attivo in entrambe le direzioni anche dopo la sosta notturna.
  - Se il veicolo è ricoverato e fuori servizio, la partenza avviene con responsabilità del personale. La velocità ridotta, di principio 10 km/h, deve essere rispettata fino al passaggio sul primo gruppo di balise:
    - nella direzione di marcia verso destra, fino al segnale del binario;
    - nella direzione di marcia verso sinistra, il passaggio dalla velocità ridotta alla sorveglianza integrale avviene già al passaggio sul gruppo di balise prima del segnale del binario. Questo gruppo di balise deve comprendere una balise a dati trasparenti collegata al segnale del binario.

② La corsa dal binario di ricovero avviene nel regime d'esercizio "Manovra". Al passaggio sul gruppo di balise al segnale del binario della direzione opposta vengono annunciati i loop di entrambe le direzioni. L'impedimento della partenza è così attivato in entrambe le direzioni. Il treno in partenza è sorvegliato in base alla velocità segnalata.

③ La corsa dal binario di ricovero avviene nel regime d'esercizio "Manovra". Una balise a dati fissi, installata nella via di corsa, serve all'avviso degli euroloop di entrambe le direzioni. L'impedimento della partenza è così attivato in entrambe le direzioni. Il treno in partenza è sorvegliato in base alla velocità segnalata.

④ La corsa dal binario di ricovero avviene nel regime d'esercizio "Manovra". Fino al binario di partenza non vi è transito su gruppi di balise. La partenza avviene con responsabilità del personale. La velocità ridotta, di principio 10 km/h, deve essere rispettata fino al passaggio sul primo gruppo di balise:

- nella direzione di marcia verso destra, fino al segnale del binario;
- nella direzione di marcia verso sinistra, il passaggio dalla velocità ridotta alla sorveglianza integrale avviene già al passaggio sul gruppo di balise prima del segnale del binario. Questo gruppo di balise deve comprendere una balise a dati trasparenti collegata al segnale del binario.

Il sistema contempla tutte le possibilità sopra elencate.

Il capo progetto deve elaborare un programma tenendo in debito conto gli aspetti relativi alla sicurezza e i requisiti operativi. Devono essere inclusi tutti gli impianti in cui i veicoli sono regolarmente ricoverati. Il programma, corredato della relativa documentazione, deve essere inoltrato per l'approvazione dei piani.

## 6.26 Cambio del regime d'esercizio tramite un gruppo di balise

### 6.26.1 Principio

Il cambio di regime d'esercizio deve sempre essere effettuato con un gruppo di balise a dati fissi installato per ogni direzione direttamente all'entrata e all'uscita di una tratta a cremagliera.

Un gruppo di balise a dati fissi utilizzato per il cambio del regime d'esercizio non può eseguire anche un cambio dalla sorveglianza puntuale alla sorveglianza continua. Il gruppo di balise di un segnale per treni non può essere utilizzato anche per il cambio del regime d'esercizio.

Nel telegramma delle balise vengono trasmesse e rilasciate alle uscite digitali le seguenti informazioni sul regime d'esercizio:

- regime d'esercizio:
  - aderenza,
  - cremagliera 1,
  - cremagliera 2,
  - cremagliera 3;
- direzione della pendenza (salita / discesa).

I settori delle cremagliere 1, 2 e 3 sono assegnati in base alla pendenza.

### 6.26.2 Effetto sul sistema di comando del veicolo

In caso di commutazione del regime d'esercizio mediante eurobalise, il calcolatore di bordo viene utilizzato per il controllo della marcia dei treni solo come mezzo di trasmissione. Il regime d'esercizio è verificato e memorizzato nel sistema di comando del veicolo.

Lo stato di base dei regimi ad aderenza e a cremagliera viene però riletto e, se i due stati di base si discostano l'uno dall'altro dopo un periodo progettato, viene emesso un messaggio di errore sul dispositivo di comando e d'indicazione.

Quando il calcolatore di bordo viene messo in funzione, il regime d'esercizio attuale nel sistema viene impostato in base allo stato dell'ingresso digitale per il riscontro del regime d'esercizio attivo sul veicolo.

L'inversione di marcia nella cremagliera non è prevista nel sistema. Dopo l'inversione, la direzione di pendenza viene commutata solo dopo la lettura del primo gruppo di balise con le relative informazioni del pacchetto 44.

## 6.27 Commutazione del regime d'esercizio tramite magneti

### 6.27.1 Principio

La commutazione del regime d'esercizio avviene con una combinazione magnetica direttamente all'entrata e all'uscita della cremagliera per ogni direzione.

Possono essere trasmessi i seguenti valori:

- regime d'esercizio:
  - aderenza,
  - cremagliera 1,
  - cremagliera 2,
  - cremagliera 3;
- direzione della pendenza (salita / discesa).

I settori delle cremagliere 1, 2 e 3 sono assegnati in base alla pendenza.

### 6.27.2 Effetto sul sistema di comando del veicolo

Nel caso di commutazione del regime d'esercizio con magneti, la sorveglianza del regime d'esercizio viene effettuata nel calcolatore di bordo per il controllo della marcia dei treni. Dopo il cambio dall'aderenza alla cremagliera e viceversa, viene controllato che il macchinista effettui il cambio di regime d'esercizio entro un tempo progettato. In caso contrario viene innescata una frenatura forzata, che può essere disattivata solo quando il veicolo è fermo e nel regime d'esercizio corretto. Opzionalmente, il passaggio alla cremagliera 2 può essere controllato con un ingresso separato del regime d'esercizio (MGB Schöllenenen). In caso contrario, i passaggi tra i regimi d'esercizio a cremagliera sono rilevati automaticamente.

Gli stati "cremagliera" e "direzione di pendenza" vengono memorizzati in modo permanente e sono nuovamente disponibili dopo l'avvio del dispositivo.

Al cambio di direzione all'interno della cremagliera viene reimpostata anche la direzione della pendenza.

Se nel settore a cremagliera il calcolatore di bordo si spegne a causa di una perturbazione, il regime d'esercizio rimane memorizzato. In deposito, il regime d'esercizio può essere riportato su "aderenza" tramite un ingresso separato.

## **6.28 Sorveglianza della velocità su tratte a cremagliera**

### **6.28.1 Entrata sulla cremagliera**

La progettazione deve essere effettuata in modo da evitare il più possibile una frenatura imposta all'entrata sulla cremagliera. L'entrata sulla cremagliera con le ruote dentate frenate rappresenta un rischio molto più elevato del superamento della velocità di entrata.

Generalmente la velocità di entrata, progettata a 40 km/h, non viene sorvegliata.

### **6.28.2 Salita**

In linea di principio, nella progettazione dei veicoli la velocità massima può essere progettata in modo selettivo per ciascun settore delle cremagliere 1, 2 o 3.

La velocità massima è progettata in caso di salita.

### **6.28.3 Discesa**

I settori di cremagliera 1, 2 o 3 sono stabiliti in base alla pendenza. Nella progettazione dei veicoli viene definita una velocità massima per ogni settore. Ciò significa che un veicolo può essere costantemente sorvegliato in base alla velocità massima della categoria di velocità 1, 2 o 3 secondo le DE-Oferr, DE 76.1. a, numero 9. A seconda della pendenza, la sorveglianza può essere progettata a tre livelli di velocità.

Il superamento di queste velocità sorvegliate provoca immediatamente una frenatura imposta.

Inoltre, è possibile progettare un profilo di velocità statico (SSP) con le consuete curve di avvertimento, di frenatura d'esercizio e di frenatura imposta.

Il sistema ZSI 127 non distingue tra la capacità di frenatura nel settore ad aderenza e quella nel settore a cremagliera. La progettazione della tratta deve essere configurata in modo che nel settore a cremagliera i veicoli possano funzionare con i modelli di frenatura del settore ad aderenza. A questo scopo, la pendenza lato valle è progettata con 0 ‰.

## **6.29 Telegrammi di errore (default) e di perturbazione**

Quando rileva un errore, ossia un'immagine di segnale errata o non progettata, l'equipaggiamento ETCS della tratta genera un telegramma di perturbazione. Questo telegramma viene trasmesso anche tramite l'euroloop.

Se la balise a dati trasparenti non riceve segnali dall'equipaggiamento della tratta, viene trasmesso il telegramma di default memorizzato nella balise.

I telegrammi di default non possono essere trasmessi da balise a dati fissi o da euroloop.

La reazione in caso di telegrammi di default o di perturbazione può essere progettata in diversi modi. Normalmente viene trasmesso il telegramma più restrittivo secondo l'esercizio normale, nel modo seguente:

- segnale avanzato: autorizzazione al movimento fino al prossimo segnale principale;
- segnale principale: fermata;
- luce di controllo per impianti di passaggio a livello: in caso di luce di controllo spento.

### **6.30 Impedimento della partenza per treni a scartamento normale**

Sulle tratte a tre o quattro binari è da osservare che nei veicoli a scartamento normale l'impedimento della partenza è inattivo dopo l'inversione della direzione di marcia o la messa in servizio. Tutti gli annunci di loop vengono a cadere. Con l'ETCS L1LS, la partenza dopo la messa in servizio del veicolo o dopo l'inversione della direzione di marcia avviene in regime d'esercizio con responsabilità del personale e a velocità sorvegliata fino al passaggio sul primo gruppo di balise. Con l'Euro-ZUB, la partenza dopo la messa in servizio del veicolo o dopo l'inversione della direzione di marcia non è sorvegliata fino al passaggio sul primo gruppo di balise. Nell'analisi della sicurezza si deve considerare che la protezione da potenziali rischi è relativamente bassa.

## 7 Integrazione del sistema presso il gestore

### 7.1 Condizioni preliminari

I progetti concernenti il controllo della marcia dei treni sono progetti interdisciplinari complessi. Gli importanti effetti sui settori interessati richiedono un uno stretto coordinamento tra gli specialisti dei vari rami, quali:

- l'equipaggiamento della tratta, il raccordo alle infrastrutture esistenti;
- l'equipaggiamento dei veicoli, l'integrazione nei veicoli esistenti e in quelli nuovi;
- il funzionamento del sistema, i processi operativi, gli effetti secondari che insorgono nell'applicazione dei processi e delle prescrizioni in materia di circolazione dei treni.

Il funzionamento del sistema è in primo piano nella configurazione del progetto e nella strategia di migrazione e costituisce la base per la configurazione concettuale del progetto. In primo luogo è necessario definire i requisiti di sicurezza specifici per l'impresa ferroviaria che applicherà il sistema, ossia:

- cosa si deve proteggere  
tipo di sorveglianza, punti da equipaggiare;
- iter da seguire  
strategia di migrazione, realizzazione a tappe;
- fattibilità  
finanziamento, capacità ingegneristiche di progettazione, disponibilità dei veicoli e capacità per la loro trasformazione, formazione del personale.

L'equipaggiamento della tratta e quello dei veicoli possono essere realizzati in due progetti sostanzialmente indipendenti l'uno dall'altro. È tuttavia essenziale il coordinamento temporale tra i due progetti.

### 7.2 Progettazione dell'equipaggiamento della tratta

#### 7.2.1 Rilevazione dei dati locali

Il primo passo della progettazione per la tratta da parte del capoprogetto dell'impresa ferroviaria è il rilevamento dei dati locali.

Devono essere rilevate con una precisione di +/- 1 m le ubicazioni di:

- segnali principali;
- segnali avanzati;
- posti di fermata più lontani, p.es. tavole di fermata per segnale di gruppo, paraurti;
- posti di fermata di esercizio specifici;
- scambi, aghi e segni di sicurezza;
- soglie di velocità in stazione e sulla tratta;
- impianti di passaggio a livello;
- salti nella correzione del chilometraggio (profili di errore).

Inoltre sono da rilevare:

- le pendenze (precisione +/- 1 ‰) e i cambiamenti di pendenza (ubicazioni degli indicatori di pendenza);
- le velocità di tratta, incluse le velocità nelle curve;
- le velocità in stazione.

Per ogni segnale avanzato e principale occorre rilevare:

- tutte le immagini di segnale, incluse quelle di guasto;
- tutti i itinerari possibili per ogni immagine di segnale con i relativi punti di arrivo e le velocità da sorvegliare;
- inoltre, per un segnale principale:
  - il tipo di liberazione,
  - la lunghezza del loop, oppure
  - il settore per la liberazione manuale,
  - i punti di pericolo,
  - le sorveglianze da progettare a un segnale occupato o ausiliario.

Si deve prestare particolare attenzione a eventuali restrizioni dell'immagine di corsa e al procedimento da seguire se il segnale di destinazione commuta a un'immagine di corsa superiore durante la fase di avvicinamento. In questo caso si deve valutare in particolare se occorre sorvegliare la lunghezza del treno. Tutte le soglie di velocità in base al R 300.6, capitolo 2 devono essere sorvegliate. Tuttavia non è consentito sorvegliare una velocità inferiore a quella ammessa per la circolazione, in quanto la velocità sorvegliata non viene visualizzata: la restrizione, ignota al macchinista, provocherebbe frenature imposte.

Per il produttore questi dati costituiscono la base di progettazione del sistema. In primo luogo sono definiti tutti i componenti per la tratta e le infrastrutture necessarie (armadi d'apparecchiatura, cavi, ecc.). Poi vengono stabiliti i riferimenti alle immagini di segnale ed eventuali selezioni d'itinerario.

### 7.2.2 Sopralluogo

I dati rilevati e le possibilità d'installazione sono sistematicamente esaminati nel corso di un sopralluogo. Occorre osservare in particolare:

- la precisione di tutte le ubicazioni rilevate;
- la possibilità di montaggio degli armadi d'apparecchiatura previsti;
- i tracciati dei cavi;
- la lunghezza degli euroloop in conformità ai criteri di progettazione di lunghezza minima e massima;
- la posa dei cavi raggianti al piede della rotaia, in particolare presso ostacoli quali scambi, passaggi a livello o binari incorporati in un rivestimento;
- in caso di liberazione manuale, la distanza dalla quale il segnale principale è visibile durante l'avvicinamento.

Per effettuare con successo un sopralluogo efficiente, è essenziale prepararlo accuratamente in ogni sua parte. Nel limite del possibile tutti i dati per la progettazione sono da rilevare in anticipo. Il sopralluogo deve servire unicamente all'esame della progettazione e alla definizione di punti di dettaglio.

### 7.2.3 Piani di esecuzione, documenti di costruzione

Dopo il sopralluogo il fornitore del sistema può definire i piani di attuazione, i documenti di costruzione, gli schemi di collegamento e la documentazione per la procedura di approvazione dei piani.

Questi documenti devono essere controllati e approvati dal committente.

### 7.2.4 Procedura di approvazione dei piani

Oltre alla consueta documentazione per l'approvazione dei piani, per un progetto sul controllo della marcia dei treni sono necessarie le seguenti informazioni specifiche:

- per le stazioni dove i veicoli sono ricoverati regolarmente: il piano di ricovero e il tipo di assicuramento alla prima partenza dopo la messa in servizio (n. 6.27);
- il punto di arrivo progettato oltre il punto di pericolo (n. 6.12.3);
- il punto di arrivo progettato oltre un paraurti (n. 6.12.4);
- la posa di tavole di avviso (n. 6.12.5);
- deroghe alle presenti basi di progettazione con analisi delle eventuali lacune di sorveglianza e dei relativi rischi.

Nella procedura di approvazione dei piani, le deroghe alle presenti basi di progettazione devono essere ponderate e trattate alla stregua di deroghe al RTE.

## 7.3 Montaggio e messa in servizio

Il montaggio dell'equipaggiamento di tratta può avvenire in gran parte senza influenzare gli impianti in servizio. Tuttavia è da osservare:

- le eurobalise non ancora in funzione devono essere ricoperte da una lamiera schermante in modo da non interferire con i veicoli. Durante le corse di prova occorre assicurarsi che nessun altro veicolo dotato del sistema percorra la tratta dove le eurobalise non sono ricoperte;
- la posa dei cavi tra le lampade del segnale all'apparecchio di tratta ETCS deve avvenire a tratta sbarrata. Una verifica completa del segnale deve essere eseguita prima della rimessa in servizio del segnale stesso.

Dopo il caricamento dei dati di configurazione dell'equipaggiamento di tratta ETCS e delle eurobalise è necessaria, per controllo, la rilettura dei telegrammi delle eurobalise. In questo modo si verifica il funzionamento di entrambe le apparecchiature.

Una corsa di prova deve essere eseguita su tutti i binari e in entrambe le direzioni prima della messa in servizio. In particolare sono da controllare:

- il collegamento (linking) di tutte le eurobalise collegate;
- la ricezione degli euroloop.

Non è necessario prestare attenzione a posizioni particolari dei segnali.

Un'ulteriore corsa di prova può essere programmata per controllare i punti di arrivo (fine dell'autorizzazione al movimento) per determinati segnali o per tutti i segnali. Durante questa prova tutti i segnali principali da esaminare devono rimanere chiusi fino all'arresto del treno. A causa dell'onere che richiede, è opportuno pianificare questa corsa di prova dopo la messa in servizio.

## 7.4 Progettazione dell'equipaggiamento dei veicoli

### 7.4.1 Programma

I componenti necessari sono determinati dalla lunghezza del veicolo, dalla disposizione dell'antenna e dalla lunghezza massima del cavo dell'antenna:

- i veicoli singoli possono essere dotati di un calcolatore e di regola di una antenna;
- i veicoli a due elementi possono essere dotati per lo più di un solo calcolatore ma obbligatoriamente di due antenne;
- gli elettrotreni lunghi devono essere progettati e dotati di due equipaggiamenti separati;
- i vagoni di comando devono essere progettati e dotati di un equipaggiamento proprio. È impossibile condurre il cavo dell'antenna attraverso il dispositivo di aggancio operativamente separabile.

### 7.4.2 Parametri del veicolo

I parametri del veicolo sono stabiliti dal produttore del sistema di controllo della marcia dei treni per ogni tipo di veicolo in collaborazione con l'impresa di trasporto ferroviario.

I parametri includono tra gli altri:

- le identificazioni dell'impresa di trasporto ferroviaria e dell'ETCS;
- la definizione delle varie soglie di velocità;
- la definizione dei parametri delle curve di frenatura;
- i diversi tempi di reazione;
- le pendenze massime delle tratte;
- le commutazioni di regime d'esercizio e le sorveglianze;
- cambio nel settore di sorveglianza.

### 7.4.3 Messa in servizio

Durante la messa in servizio di ogni veicolo equipaggiato devono essere verificate staticamente le funzioni di base dei componenti del sistema. Queste includono:

- le antenne tramite una balise di controllo;
- i ricevitori magnetici, se presenti, tramite magneti di controllo;
- il dispositivo di comando e d'indicazione mediante verifica della corretta visualizzazione;
- l'effetto sul veicolo tramite prove di frenatura; per questo si deve esercitare una forza di trazione.

Inoltre, occorre effettuare una corsa di prova come controllo di sondaggio, a dipendenza delle funzioni realizzate nel sistema:

- reazione corretta del sistema al passaggio sulle eurobalise e sugli euroloop;
- rilevamento dei magneti;
- uscite digitali supplementari;
- cambio di regime d'esercizio aderenza – cremagliera.

## 7.5 Modelli di frenatura

### 7.5.1 Principi

I modelli di frenatura parametrizzati nel software del veicolo devono riprodurre le caratteristiche di frenatura di tutta la composizione del treno. I parametri da impostare sono:

- disinnescamento della trazione  
il tempo tra l'attivazione di una frenatura imposta fino all'esaurimento della forza di trazione;
- tempo di reazione  
la somma del tempo di propagazione fino alla coda del treno e il tempo di incremento della forza frenante in ogni singolo veicolo;
- decelerazione,  
la decelerazione media durante la frenatura.

Nel software del veicolo possono essere programmati fino a otto modelli di frenatura, che possono essere parametrizzati diversamente per ogni serie di veicolo.

Per ogni modello di frenatura i parametri possono essere impostati separatamente per una frenatura d'esercizio e per una frenatura imposta. La frenatura d'esercizio funge da supporto e non può essere realizzata con qualsiasi tipo di veicolo. Rilevante per la sicurezza è solo la frenatura imposta.

I parametri sono determinati con una pendenza dello 0 ‰. Il calcolo delle curve di frenatura nel calcolatore di bordo è adeguato di caso in caso a seconda della pendenza.

### 7.5.2 Disinnescamento della trazione

In un veicolo motore elettrico la forza di trazione si disinnesci immediatamente all'attivazione di una frenatura imposta p.es. tramite disinserimento dell'interruttore principale o il blocco degli impulsi del convertitore. In questo caso, in fase di configurazione del controllo della marcia dei treni, il tempo per il disinnescamento della trazione può essere progettato con il valore più basso possibile per tutti i modelli di frenatura progettati. Questo valore non deve essere trascurato per i veicoli in cui la trazione non può essere disinnescata immediatamente (veicoli termici). In questo caso il valore deve essere impostato individualmente.

Durante il disinnescamento della trazione il sistema tiene conto dell'accelerazione residua.

### 7.5.3 Tempo di reazione

La forza frenante aumenta progressivamente, con l'aumento della pressione nel cilindro del freno, dopo l'innescamento della frenatura fino a quando i cilindri dei freni dell'ultimo vagone del treno sono completamente riempiti. Pertanto, il tempo di reazione è la somma dei tempi calcolati per la propagazione e per il incremento.

Il tempo di propagazione nel treno è il tempo che intercorre dall'innescamento della frenatura imposta all'abbassamento della pressione della condotta principale nell'ultimo vagone, in modo che i freni iniziano ad agire. Ciò corrisponde a un calo di 0,5 bar rispetto alla pressione nominale. Per il freno a vuoto si tiene conto di un calo di 15 cm Hg rispetto alla pressione di rilascio.

Nelle prove la condotta principale deve essere svuotata tramite la valvola per la frenatura imposta. Il tempo di propagazione può essere notevolmente più lungo di una frenatura rapida. Ciò si verifica se l'apertura della valvola per la frenatura imposta non è

ottimale o se nei veicoli più vecchi l'alimentazione della condotta principale non viene interrotta.

Il tempo di propagazione può essere determinato mediante prove con un treno di lunghezza massima e da fermo.

Il tempo di propagazione può essere minimizzato attraverso l'uso di valvole di accelerazione di frenatura rapida rispettivamente per il freno a vuoto con valvole di frenatura rapida.

Per determinare il tempo di incremento per ogni singolo veicolo, il tempo di carica all'80% del cilindro del freno è più rappresentativo del tempo totale di carica. Verso la fine l'afflusso d'aria viene strozzato. Il tempo di incremento della forza frenante può essere rilevato mediante prove su un veicolo singolo e da fermo.

In presenza di diversi tipi di veicoli si devono considerare i veicoli che hanno un tempo di incremento della forza frenante più lungo (p es. carri merci).

Si considera che durante il tempo di reazione vi sia un rotolamento del treno.

#### **7.5.4 Decelerazione**

Il calcolo delle curve di frenatura viene eseguito con la decelerazione media progettata.

La decelerazione media non può essere equiparata alla percentuale di frenatura (centesimi di peso-freno) perché nel valore della percentuale del freno è incluso il tempo d'azione per l'incremento della forza frenante. Si applica la disposizione delle DE-Oferr ad articolo 52.2, numero 6.1.1, secondo la quale 100 centesimi di peso-freno equivalgono a una decelerazione media di  $1 \text{ m/s}^2$  in caso di frenatura a 50 km/h su una tratta orizzontale, calcolando la velocità iniziale e il percorso di frenatura fino all'arresto. In questo modo viene considerato il percorso completo di frenatura, dall'innescio della frenatura fino all'arresto. Se il tempo di carica del cilindro del freno è di 2,5 s, la decelerazione che ne consegue deve essere mediamente di  $1,6 \text{ m/s}^2$  per mantenere lo stesso percorso di frenatura di 96 m.

Durante la frenatura la decelerazione è considerata costante dal termine del tempo di reazione fino all'arresto.

### 7.5.5 Procedura per i treni formati con configurazioni uniformi

Per i treni formati con configurazioni uniformi (elettrotreni con trazione singola o multipla, treni navetta composti con materiale rotabile uniforme) il modello di frenatura da applicare può essere adattato alle caratteristiche dei veicoli in questione. In caso di trazioni multiple e treni spola va considerata la composizione più lunga.

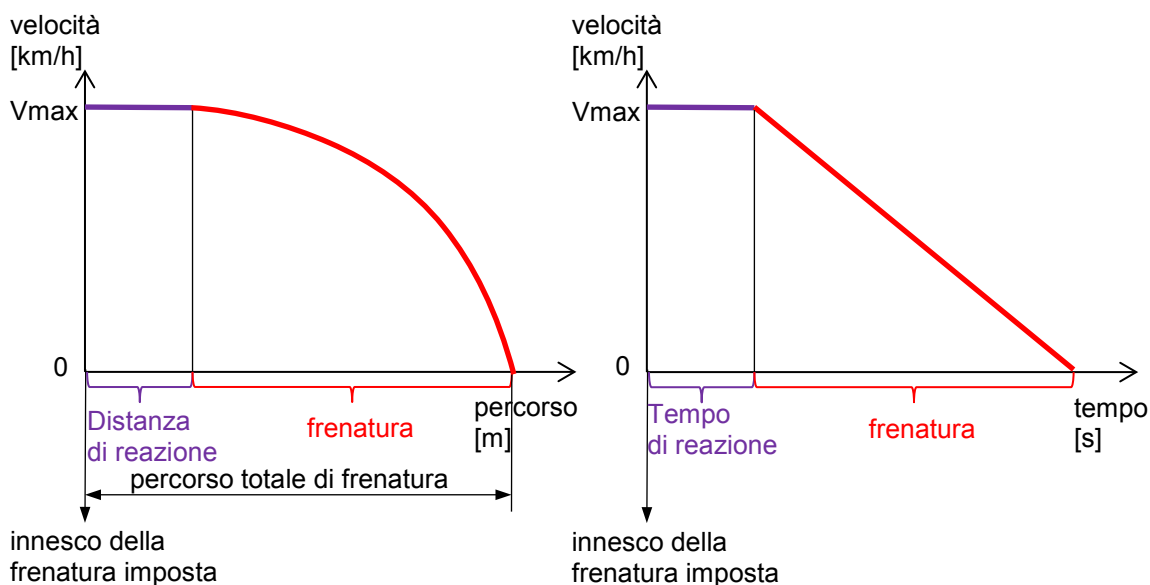


Immagine 44: Frenatura imposta di treni uniformi

Il modello di frenatura può essere impostato secondo i risultati di prove di frenatura effettuate con la rispettiva composizione. È anche consentito fare riferimento ai risultati delle prove di frenatura eseguite durante l'omologazione del veicolo.

In primo luogo si deve rilevare il tempo di reazione. Come la velocità iniziale si assume la velocità massima del veicolo. La decelerazione media durante la frenatura è calcolata come segue:

$$a = \frac{v_0^2}{2(s - v_0 \times t_0)}$$

$a$  decelerazione media [ $\text{m/s}^2$ ]

$v_0$  velocità iniziale [ $\text{m/s}$ ]

$t_0$  tempo di reazione = tempo di incremento [s]

$s$  percorso totale di frenatura [m]

### 7.5.6 Procedura per i treni formati con configurazioni diverse

Per treni formati con configurazioni diverse i modelli di frenatura devono essere basati sul rapporto di frenatura. Il rapporto di frenatura calcolato durante la formazione del treno corrisponde all'efficacia dei freni presenti nel treno. Ogni modello di frenatura è associato a una determinata categoria di freno. Il tempo di reazione è fissato in base ai treni più lunghi. I modelli di frenatura sono progettati in modo identico indipendentemente dal tipo di locomotore.

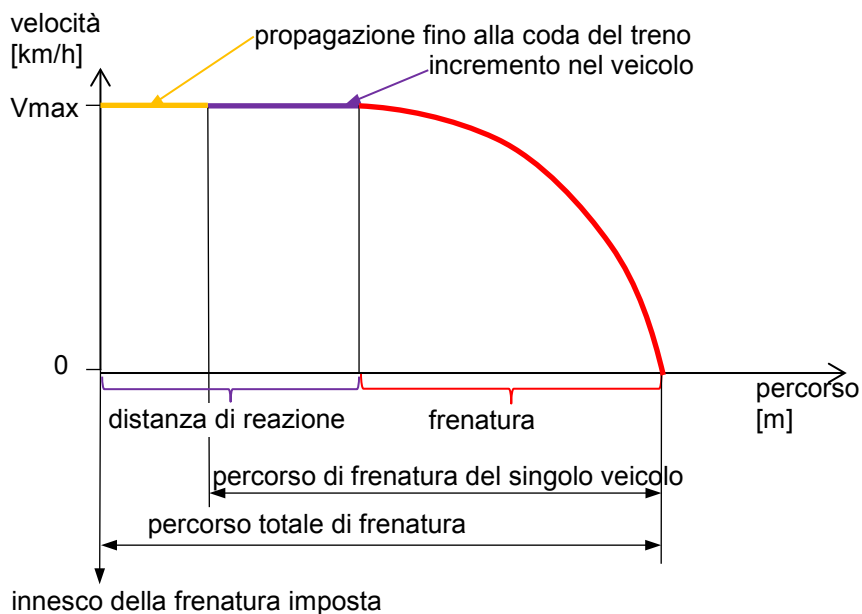


Figura 45: Frenatura imposta con treni misti

Inizialmente si devono rilevare il tempo di propagazione fino alla coda del treno e il tempo di incremento di ogni singolo vagone. Il percorso di frenatura del singolo veicolo viene determinata in base al diagramma della curva del freno di cui alle DE-Oferr, DE 52.2 foglio 9 per il rapporto di frenatura attribuito al modello di frenatura. La velocità massima della categoria di treno è definita come velocità iniziale.

La decelerazione media durante la frenatura è calcolata come segue:

$$a = \frac{v_0^2}{2(s_t - v_0 \times (t_0 + t_1))}$$

$a$  decelerazione media [m/s<sup>2</sup>]

$v_0$  velocità iniziale [m/s]

$t_0$  tempo di incremento nel singolo veicolo [s]

$t_1$  tempo di propagazione fino alla coda del treno [s]

$s_t$  percorso totale di frenatura [m]

### 7.5.7 Riduzione del tempo di reazione

È possibile calcolare solo parzialmente il tempo di reazione; in tal modo la decelerazione media calcolata sarà leggermente ridotta. A partire dalla velocità massima il percorso totale di frenatura rimane invariato, mentre da velocità inferiori essa risulta tendenzialmente inferiore.

La riduzione del tempo di reazione consente un avvicinamento più rapido al segnale.

In questo caso è necessario verificare che il punto di fermata progettato sia sempre garantito mediante prove di frenatura eseguite a partire da una velocità più bassa.

### 7.5.8 Verifica dei parametri

I parametri di frenatura devono essere verificati mediante prove di frenatura. I veicoli utilizzati a questo scopo devono presentare uno stato di manutenzione corrispondente a quello che si riscontra nel servizio normale. La composizione di prova deve raggiungere la lunghezza massima ammessa.

Le prove di frenature sistematiche devono essere eseguite su una sezione che permetta la velocità massima di tratta in avvicinamento a un segnale principale. Nel percorso di frenatura, la pendenza deve essere possibilmente minima e assolutamente costante.

Accostamento al segnale principale indicante "fermata":

- alla velocità massima;
- a 2-3 velocità inferiori diverse;
- eventualmente, con vari modelli rappresentativi di frenatura. I freni del treno devono essere configurati di conseguenza (p.es. freni di singoli vagoni disinseriti selettivamente).

L'innesco della frenatura avviene tramite il controllo della marcia dei treni in caso di superamento della curva di frenatura. Si misurano:

- l'andamento della velocità durante la frenatura;
- il posto esatto di fermata rispetto a quello progettato.

## 7.6 Prescrizioni d'esercizio

Le prescrizioni d'esercizio sul sistema devono essere emesse dal gestore. Occorre disciplinare almeno l'impiego del sistema e i nessi in materia di circolazione dei treni, in conformità alle prescrizioni svizzere sulla circolazione dei treni. Gli utenti principali delle prescrizioni sono i macchinisti. Il gestore di sistema mette a disposizione un modello di prescrizioni che ogni impresa ferroviaria può riprendere e adattare alla propria situazione.

Le prescrizioni di esercizio dei singoli impianti di sicurezza vanno adeguate. In particolare occorre riportare sui piani allegati i gruppi di balise e gli euroloop.

Le prescrizioni di manutenzione del fornitore del sistema vanno riprese o adeguate alla propria situazione.

## 7.7 Istruzioni

I macchinisti devono essere istruiti prima della messa in servizio del primo locomotore dotato del sistema. La formazione deve essere adattata alle fasi di migrazione. Per esempio:

- la prima formazione avrà luogo prima della messa in servizio del primo veicolo dotato del sistema di controllo della marcia dei treni secondo lo standard ZBMS. In questa fase si presentano le basi del sistema e l'uso della sorveglianza puntuale;
- la seconda formazione si terrà prima della messa in servizio della prima tratta dotata di equipaggiamento per la sorveglianza continua. L'istruzione comprende tutte le funzioni del sistema e il modo d'uso completo;
- la terza formazione seguirà, come corso di aggiornamento, dopo le prime esperienze d'esercizio per approfondire le conoscenze del sistema.

Il personale addetto alla manutenzione degli impianti di sicurezza e dei veicoli deve essere formato dal fornitore del sistema.