

Visto	
Redazione:	Jérémy Miller / Ufficio studi meccanici
Responsabile del processo/del dipartimento	Dominique Bebon / Resp. Engineering & Industrializzazione

INDICE DELLE REVISIONI

Indice	Oggetto e/o natura della revisione	Capitoli coinvolti	Data
-	Creazione	Tutti	02/2006
A	Aggiunta raggio di raccordo pendenze longitudinali Aggiunta raggio del tracciato Aggiunta bordo piattaforma Modifica denominazione caso di carico (CC: EL)	§2.2.2.1 §2.3.3 §2.5 §4	03/2006
B	Eliminazione bordo piattaforma	§2.5	03/2006
C	Eliminazione raggio 21.5m. Aggiunta allegato e spostamento pantografo Modifica margine di sicurezza. Modifica carico laterale su rotaia	§7.1 §13 §2.4 §6.1	04/2006
D	Aggiornamento completo del documento	Tutti	03/2007
E	Aggiornamento carichi al suolo	§4	06/2007
F	Eliminazione raccomandazioni del CERTU Aggiornamento sagome Aggiunta definizione E/R Aggiunta precisazioni E o R Aggiunta schema di riferimento F00257580 Modifica norme Aggiunta contenuto del compost e temperatura del ghiaccio	§1.2 § 15 §1.1 Tutti §2.4 §6.6.1 § 9.3.4	07/2007
G	Aggiunta lista norme Eliminazione accostamento STE5 Eliminazione sito protetto Aggiunta installazione scambio Aggiunta riferimento all'ordinanza 17 maggio 2001 Precisazione gole massime e larghezza minima profilo rotaia Aggiunta §5 Aggiunta tabelle MA 200 e 600 pendenza 0, PB Aggiornamento tabelle	§1.2 §2.5 §2.1 §5 §6.4 e 14.2 §13 §5 Allegato Allegato	09/2007
H	Aggiunta esigenze di sicurezza Precisazioni accesso al controllo manuale Creazione capitolo «Fine della rotaia» Aggiornamento sagome, spostamento § 2.4 e 2.5 Spostamento caratteristiche della via di corsa Aggiunta sagome in condizioni di corsia singola	§7 §7.1 §7.3 §15 §4.4 e 4.5 §15.5 e15.6	10/2007
I	Precisazione bordi netti Precisazione tallonabile, installazione degli scambi Modifica posizione delle estensioni Aggiunta pezzo di rotaia isolata Aggiunta note Precisazione limite delle gole Aggiornamento tabelle	§7 §7.1 §7.2 §7.3 §9.2.2 e15.1 §13 §15.3	12/2007
J	Aggiunta bordo piattaforma in materiale di attrito e cemento	§2.4	01/2008

Indice	Oggetto e/o natura della revisione	Capitoli coinvolti	Data
	Aggiunta posizione LAC Precisazione tracciato SLO Aggiornamento tabelle	§14.2 §15.1 §15.3 a §15.6	
K	Aggiunta velocità di circolazione Precisazione velodromo in curva Precisazione materiale di attrito bordo piattaforma Modifica R in E Precisazione frequenza di passaggio Modifica parametri Uv e Tv Aggiornamento documenti di riferimento Aggiunta cordone in acciaio Aggiunta regola di continuità sul piano verticale. Aggiunta installazione scatole di drenaggio preferibilmente su rettilinei Aggiunta velocità di passaggio in rettilineo. Aggiornamento tabelle di carico. Aggiornamento pendio e disassamento della LAC; aggiunta norma EN 50119.	§2.1 §2.2.3 §2.4 §2.2.5 e 2.2.6.2 §4.1 §4.5 §1.2 §6.4 §6.2 §11.2 §2.2.6.1 §4.1 §14.2	03/2008
L	Aggiunta nota 3. Aggiunta metodo di misurazione del rumore. Aggiunta info installazione scatola di drenaggio Aggiunta dispositivi rotaia e via di corsa su uno stesso piano; eliminazione installazione senza pendenze. Eliminazione passaggio delle interruzioni di rotaia attraverso gole portanti. Aggiunta isolamento dei componenti elettrici. Aggiunta esigenze legate allo strumento di controllo manuale. Aggiunta cordone inox sulle rotaie degli scambi. Aggiunta sezione 'rotaia - profilo di riempimento' identico alla linea di corsa. Modifica larghezza ingombro. Aggiunta precisazione cilindro sugli scambi. Aggiunta informazione drenaggio Aggiornamento testo	§4.1 §4.6.1 §11.2 §2.2.6.1 §7.1 §9.2.2 §4.3 §4.4	04/2008
M	Revisioni interne		05/2008
N	Revisioni interne		06/2008
O	Revisioni interne		01/2009
P	Revisioni interne		03/2009
Q	<u>Lista delle revisioni rispetto all'indice L:</u> Eliminazione documenti D00004790 + D00005484 + D00005847. Aggiunta schema F00326086 al posto di F00257580. Aggiunta schema F00384893. Aggiunta nota 4. Aggiornamento valori nelle tabelle di carico. Aggiornamento numero di veicoli e frequenza di passaggio. Modifica testo. Aggiunta informazione altezza pantografo. Aggiunta precisazione Rint e Rext nelle tabelle. Aggiunta documenti F00325825 e F00384893. Aggiunta F00326086 al posto di F00257580.	§1.2. §2.4. §4.1. §9.2. §14.7. §15.3. §16.	03/2009
R	Esigenza UNI NPO in funzione della velocità	§4.2	03/2013

Indice	Oggetto e/o natura della revisione	Capitoli coinvolti	Data
	Esigenza della caratterizzazione della resina della rotaia Eliminazione dei carichi statici su Translohr. Link verso D000074000 aggiunto ai riferimenti Norma di misura UNI LPC N° 46 Riferimento alla specifica della rotaia di guida D00010028, posta come riferimento. Aggiunta «in caso di gelo» Eliminazione della raccomandazione sulla distanza delle scatole di drenaggio di 40m Esigenza minima di lunghezza piattaforma separata in 2 casi a seconda della posizione delle porte su MP Posizione della rotaia / canaletto di scolo + schema Dispositivo di dilatazione perpendicolare al giunto dell'opera Aggiunta del riferimento al documento di manutenzione D00012823 Aggiornamento consumo di corrente	§6.6 §4 §4.2.2.1.1 §6.1 §11.1 §11.2 §2.4 §6.2 §7.2 §13 §14.2	
S	Cambio di riferimento della specifica della rotaia	§1.2 & §6.1	08/2013
T	Eliminazione via di corsa in M Precisione delle regole sinistra rotaie Precisione della funzione scatola di drenaggio per equipotenzialità Aggiornamento sagome Evoluzione parametro invecchiamento della rotaia Evoluzione raggio di passaggio negli avvallamenti	§ 2.2.3 §2.2.4 §11.2 §15 §4.5 §0	07/2014
U	Esigenza sulla qualità dell'UNI. Eliminazione del riferimento alla Circolare francese n°2000-36 del 22 maggio 2000. La misura effettuata tramite OCEANIE diventa il criterio	§4.2	10/2014
V	Modifica del tempo di polimerizzazione della resina. Modifica dell'applicazione dell'ordinanza del 17 maggio 2001 esclusivamente per la Francia. Precisione sulla mescolanza dei profili RG28 e RG29 Rimando allo schema F00326953 riguardante la posa della rotaia e eliminazione delle informazioni doppie Aggiunta schema di riferimento F00257580 e F00408163	§6.6.2.3 §6.4 §6.1 §6.2 §16	06/2019
W	Rimando al documento D00007400 Aggiunta intervallo degli EPO20 mancante: 8,2 -10,3 Generalizzazione di tutti gli affari Correzione della formulazione Aggiunta legenda AD = Allineamento Diritto Eliminazione del rimando al documento D50001927 e aggiunta della lista dei controlli realizzabili tramite OCEANIE F00373279 sostituita per D50007035	§4.1 §4.2.2.2 §14.7 §15.1 §15.3 §4.2.4 §10	10/2019
X	Modifica del logo		10/2022

Indice

INDICE DELLE REVISIONI	1
1. INTRODUZIONE	8
1.1. PREMESSA	8
1.2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	8
2. TRACCIATO	8
2.1. GENERALITÀ	8
2.2. REGOLE GENERALI DEL TRACCIATO PLANIMETRICO – E	9
2.2.1. TRACCIATO DELLE CURVE – E	9
2.2.2. TRACCIATO SENZA PENDENZA TRASVERSALE	10
2.2.3. SEZIONE TRASVERSALE NORMALE – R	12
2.2.4. TRACCIATO CON PENDENZE TRASVERSALI – R	12
2.2.5. TRACCIATO IN RETTILINEO (SEZIONE TRASVERSALE E ENTRATA/USCITA DALLA FERMATA) – E	12
2.2.6. DISPOSITIVI SULLE ROTAIE	12
2.3. REGOLE GENERALI DEL TRACCIATO LONGITUDINALE	13
2.3.1. RACCORDO DELLE PENDENZE LONGITUDINALI – E	13
2.3.2. VALORI MASSIMI E PENDENZE LONGITUDINALI – E	14
2.3.3. VALORI MINIMI DEI RAGGI DELLA PARABOLA – E	14
2.3.4. COMBINAZIONI DEL TRACCIATO PLANIMETRICO E TRASVERSALE – R	15
2.4. FERMATE – E	15
3. PONTI E OPERE COPERTE	16
3.1. PONTI – R	16
3.2. GALLERIE E SOTTOPASSI – R	16
4. VIA DI CORSA	16
4.1. CARICHI SULLA VIA DI CORSA – E	16
4.2. CONTROLLO DELL'UNI LONGITUDINALE DELLA VIA DI CORSA – E	19
4.2.1. DEFINIZIONE.....	19
4.2.2. METODO DI MISURA	19
4.2.3. CRITERI DELL'UNI	22
4.2.4. DISPOSITIVI DI MISURA NTL OCEANIE	22
4.3. PENDENZE TRASVERSALI – R	24
4.4. PARAMETRI DI COSTRUZIONE DELLA VIA DI CORSA – E	24

4.5.	PARAMETRI “D’INVECCHIAMENTO” DELLA VIA DI CORSA – E	24
4.6.	STATO DELLA SUPERFICIE	24
4.6.1.	LIVELLO ACUSTICO - E	25
4.6.2.	ADERENZA – E	25
5.	RETI SOTTERRANEE	26
6.	CARATTERISTICHE DELLA ROTAIA DI GUIDA E DELLA POSA – E	26
6.1.	GENERALITÀ – E	26
6.2.	TOLLERANZE DI POSA DELLA ROTAIA – E.....	27
6.3.	VIBRAZIONI – E	27
6.4.	RITORNO DELLA CORRENTE – E.....	27
6.5.	ZONE UTILI DELLA ROTAIA – E.....	28
6.6.	PRESTAZIONI DEL PROFILO DI RIEMPIMENTO – R.....	29
6.6.1.	CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL MATERIALE – E.....	29
6.6.2.	CARATTERISTICHE VISCOELASTICHE DEL MATERIALE – E	30
7.	CARATTERISTICHE DEI DISPOSITIVI DELLE ROTAIE E DELLA POSA – E.....	31
7.1.	SCAMBI – E.....	31
7.2.	DISPOSITIVI PER GLI INCROCI E GIUNTI DI DILATAZIONE – E	33
7.3.	FINE DELLA VIA DI CORSA - E.....	33
8.	PRESTAZIONI DELLE INSTALLAZIONI FISSE RISPETTO ALL’AMBIENTE – E.....	33
8.1.	SOLLECITAZIONI SUI PROFILI DI RIEMPIMENTO – E	33
8.2.	INVECCHIAMENTO FISICO – E.....	33
8.3.	INVECCHIAMENTO TERMICO E CLIMATICO – E.....	33
9.	PRESTAZIONI DELLE INSTALLAZIONI FISSE RISPETTO AL MATERIALE ROTABILE – E	34
9.1.	CERTIFICAZIONE – E.....	34
9.2.	TENUTA AGLI SFORZI STATICI – E	34
9.2.1.	CARICHI ECCEZIONALI IN STATICA – E	34
9.2.2.	CAPACITÀ DI ASSORBIMENTO – E.....	34
9.2.3.	ISOLAMENTO ELETTRICO – E	35
9.3.	TENUTA AGLI SFORZI DINAMICI – E.....	35

Classificazione:

Diffusione limitata

Tipo di documento:

STD

9.3.1.	SFORZI A FATICA– E	35
9.3.2.	PRESTAZIONI DELLE GOLE DELLA ROTAIA – E	35
9.3.3.	SVOLGIMENTO DELLE PROVE TIPO– E	35
9.3.4.	ELENCO DEGLI OGGETTI – E.....	36
10.	SEGNALAZIONE – E	37
11.	RISANAMENTO DELLA ROTAIA DI GUIDA E DEI DISPOSITIVI DELLA ROTAIA	37
11.1.	ESIGENZA.....	37
11.2.	RACCOMANDAZIONE.....	37
12.	RISANAMENTO GENERALE DELLA PIATTAFORMA – R.....	38
13.	MANUTENIBILITA' – E	38
14.	INTERFACCE ELETTRICHE CON IL MATERIALE ROTABILE	38
14.1.	GENERALITÀ.....	38
14.2.	PANTOGRAFO E LINEA AEREA DI CONTATTO (LAC) – E.....	39
14.2.1.	CARATTERISTICHE DI UN TRANSLOHR STE 3 – E	40
14.2.2.	CARATTERISTICHE DI UN TRANSLOHR STE 4 – E	42
14.2.3.	CARATTERISTICHE DI UN TRANSLOHR STE 5 – E	45
14.2.4.	CARATTERISTICHE DI UN TRANSLOHR STE 6 – E	47
14.3.	COLLEGAMENTO PATTINI / ROTAIA DI GUIDA – E.....	49
14.4.	ALIMENTAZIONE DELLE APPARECCHIATURE ESTERNE AL VEICOLO – E.....	49
14.5.	UTILIZZO DI UNO STRUMENTO DI COMUNICAZIONE CON LE UNITÀ ELETTRONICHE DEL VEICOLO – E.....	49
14.6.	TRASMISSIONE D'INFORMAZIONI BIDIREZIONALI TRA IL MATERIALE ROTABILE E UN TERMINALE FISSO – E.....	50
14.7.	TRASMISSIONE UNIDIREZIONALE DI INFORMAZIONI DEL VEICOLO VERSO UN SISTEMA DI RILEVAMENTO A TERRA – E.....	50
14.8.	COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA – E.....	50
15.	SAGOME.....	50
15.1.	SAGOME LIMITE DEGLI OSTACOLI IN CURVA E IN DOPPIA CORSIA – E.....	50
15.2.	SAGOMA DELLE PARTI BASSE – E	50
15.3.	SAGOME LIMITE DEGLI OSTACOLI IN DOPPIA CORSIA - E	51
15.3.1.	PALI ESTERNI, PENDENZA TRASVERSALE 0 – PL	53

Classificazione:

Diffusione limitata

Tipo di documento:

STD

15.3.2.	PALI TRA I BINARI, PENDENZA TRASVERSALE 0 – PL.....	54
15.3.3.	PALI ESTERNI, PENDENZA TRASVERSALE 2% - PL.....	55
15.3.4.	PALI TRA I BINARI, PENDENZA TRASVERSALE 2% - PL	56
15.3.5.	PALI ESTERNI, CONTROPENDENZA 2% VELODROMO - PL	57
15.3.6.	PALI TRA I BINARI, CONTROPENDENZA 2% VELODROMO - PL	58
15.3.7.	PALI ESTERNI, PENDENZA TRASVERSALE 2% A TETTO - PL	59
15.3.8.	PALI TRA I BINARI, PENDENZA TRASVERSALE 2% A TETTO - PL	60
15.3.9.	PALI ESTERNI, PENDENZA TRASVERSALE 0 - PB	61
15.3.10.	PALI TRA I BINARI, PENDENZA TRASVERSALE 0 - PB	62
15.3.11.	PALI ESTERNI, PENDENZA TRASVERSALE 2% VELODROMO - PB	63
15.3.12.	PALI TRA I BINARI, PENDENZA TRASVERSALE 2% VELODROMO - PB	64
15.3.13.	PALI ESTERNI, CONTROPENDENZA 2% VELODROMO - PB	65
15.3.14.	PALI TRA I BINARI, CONTROPENDENZA 2% VELODROMO - PB.....	66
15.3.15.	PALI ESTERNI, PENDENZA TRASVERSALE 2% A TETTO - PB	67
15.3.16.	PALI TRA I BINARI, PENDENZA TRASVERSALE 2% A TETTO - PB.....	68
15.4.	SAGOMA LIMITE DI OSTACOLO IN DOPPIA CORSIA	69
15.4.1.	SLO CONFIGURAZIONE PALI ESTERNI.....	69
15.4.2.	SLO CONFIGURAZIONE PALI TRA I BINARI	70
15.5.	SAGOMA LIMITE DI OSTACOLO IN CORSIA SINGOLA.....	71
15.5.1.	PENDENZA TRASVERSALE 0 – PL	71
15.5.2.	PENDENZA TRASVERSALE 2% - PL	72
15.5.3.	CONTROPENDENZA 2% - PL	73
15.5.4.	PENDENZA TRASVERSALE 0 – PB	74
15.5.5.	PENDENZA TRASVERSALE 2% - PB.....	75
15.5.6.	CONTROPENDENZA 2% - PB	76
15.6.	SAGOMA LIMITE D'OSTACOLO CONFIGURAZIONE CORSIA SINGOLA	77
16.	ELABORATI.....	78

1. INTRODUZIONE

1.1. PREMESSA

Il presente documento precisa le principali esigenze relative alle infrastrutture del TRANSLOHR STE.

Sono considerate come “infrastrutture” l’insieme dei sottosistemi installati nell’ambiente naturale ed urbano, o al deposito, che permettono il funzionamento del materiale rotabile Translohr.

Il presente documento descrive unicamente le caratteristiche delle interfacce tra infrastrutture/equipaggiamenti fissi ed il materiale rotabile: si tratta di dati iniziali per i sottosistemi interfacciati, necessari per garantire il buon funzionamento in sicurezza del sistema Translohr. Si tenga presente che questi dati iniziali sono insufficienti per stabilire una definizione completa delle infrastrutture/equipaggiamenti fissi (descrittivo tecnico e funzionale, studi di sicurezza, piano di manutenzione, qualificazione, ecc.). Il responsabile del sottosistema deve giustificare la presa in considerazione al momento della qualifica del sottosistema. Peraltro, questa specifica non riguarda le interfacce tra gli altri sottosistemi.

Per ogni titolo sarà precisato, tramite la lettera **E** o **R**, se il contenuto del paragrafo riguarda rispettivamente un’Esigenza oppure una Raccomandazione:

- Un’Esigenza deve essere applicata in tutti i casi e qualsiasi sia il contesto;
- Una Raccomandazione può essere applicata o meno a seconda del contesto particolare del sistema – se la raccomandazione è applicata, l’intero contenuto deve essere applicato come se si trattasse di un’esigenza.

1.2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

D00007421 Sagome del materiale rotabile – Interfacce Cassa/Rotolamento e Cassa/Cassa

D00007400 Carichi statici e dinamici

D00009622 Caratteristiche della rotaia di guida Translohr

D00012823 Raccomandazione di manutenzione correttiva del binario Translohr.

Per tutti i documenti va presa in considerazione l’ultima revisione.

Norme e ordinanze citate nel documento:

Norme EN 50163, 50122-1-2, EN 55022, EN 50121, EN 13036-1

Norme ISO 868, ISO 527, ISO 8339, ISO 604, ISO 3219 62, ISO 1183, ISO 34, ISO 9352

Norme NF C 15-100, NF P 98-218-3, NF P 98-220-2

Ordinanze del 5 maggio 1955 e del 17 maggio 2001

ASTM D 257

2. TRACCIATO

2.1. GENERALITÀ

Le regole adottate per la determinazione del tracciato delle rotaie per il sistema di guida Translohr sono le regole normalmente applicate ai tram.

Il calcolo dei parametri, alla base delle installazioni di un progetto di trasporto, deve garantire il rispetto di:

- Comfort dei passeggeri;

- obblighi d'inserimento urbano;
- vincoli imposti dal materiale rotabile.

Ovviamente, il tracciato deve essere realizzato nell'ottica di una riduzione dei tempi di percorrenza con l'andatura tipica: nei limiti del possibile, è opportuno scegliere un tracciato che permetta di raggiungere la velocità massima autorizzata in totale sicurezza.

Il veicolo Translohr rispetterà i seguenti limiti di velocità:

- 70 km/h in sede riservata;
- 40 km/h negli incroci;
- 30 km/h in sede promiscua, zona pedonale ed in prossimità immediata delle fermate.

Tali velocità sono valide nel limite del rispetto delle condizioni di comfort dei passeggeri. Nel caso contrario, le velocità di circolazione saranno ridotte e adattate al tracciato (curve, dossi, conche, ecc.).

2.2. REGOLE GENERALI DEL TRACCIATO PLANIMETRICO – E

Le presenti regole derivano dalla necessità di limitare gli effetti della forza centrifuga.

Un punto di massa m , che viaggia ad una velocità V su una traiettoria circolare di raggio R , subisce un'accelerazione

perpendicolare alla sua traiettoria di $\gamma = \frac{V^2}{R}$

Una parte γ_1 di questa accelerazione può essere compensata dall'inclinazione trasversale della piattaforma (costituita dalle 2 vie di corsa). Il complemento $\gamma_2 = \gamma - \gamma_1$ (nel riferimento della cassa), costituisce l'accelerazione non compensata percepita dal passeggero.

I valori limite relativi all'accelerazione trasversale subita dal passeggero e la sua variazione nel tempo, solitamente imposti, sono rispettivamente:

$$\gamma_2 \leq 1m/s^2 \quad \text{e} \quad J = \frac{d\gamma_2}{dt} \leq 0,4m/s^3$$

2.2.1. Tracciato delle curve – E

Il tracciato planimetrico di ogni rotaia di guida è principalmente composto da una successione di tratti rettilinei e di archi di cerchio, raccordati tra di loro da una clotoide.

2.2.1.1. Curva di transizione (clotoide) – E

La clotoide ha lo scopo di limitare la brusca variazione dell'accelerazione trasversale del veicolo durante il passaggio tra un tratto rettilineo e un tratto circolare di raggio R costante.

Infatti R tende ad infinito in rettilineo, dunque l'accelerazione (pari a V^2/R) tende a zero. Nel passaggio senza transizione da un rettilineo ad un raggio costante, si passa da un'accelerazione trasversale nulla ad un valore pari a V^2/R : questa brusca variazione è percepita dal passeggero.

La limitazione dell'accelerazione trasversale nel tempo impone dunque una variazione progressiva della curva tra il rettilineo ed il tracciato circolare.

La clotoide è l'unica curva la cui curvatura aumenta linearmente in funzione della distanza percorsa:

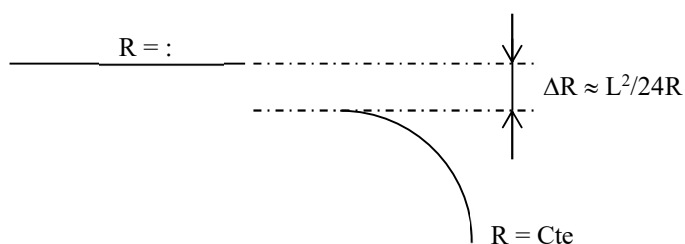
$$\frac{1}{R} = 0 \quad \text{fino a} \quad \frac{1}{R} = \infty$$

La formula della curvatura della clotoide è la seguente:

$$A^2 = LR$$

Ciò significa che per il parametro scelto A , il prodotto della lunghezza L e del raggio R è costante. Il parametro A definisce con precisione le dimensioni della clotoide.

L'inserimento di una clotoide di lunghezza L tra un rettilineo ed un tracciato circolare dà origine ad uno spostamento del cerchio verso l'interno della curva il cui valore approssimativo è di: $\Delta R \approx L^2/24R$:



L'inserimento delle clotoidi è di prima importanza poiché le discontinuità di curva possono generare urti e picchi di accelerazione trasversale che degradano il comfort, e che possono mettere in causa i livelli di dimensionamento in fatica delle strutture.

2.2.1.2. Disposizioni particolari – E

Per ragioni d'installazione e di curvatura della rotaia di guida, gli archi delle clotoidi hanno una lunghezza sviluppata il cui valore minimo comunemente ammesso è di 10 m. Sarà possibile proporre un valore inferiore nel caso di piccoli raggi. Due cerchi successivi, che hanno la stessa concavità ma che sono di raggio diverso, sono uniti da una clotoide. Si cerca in ogni caso di ottenere una lunghezza d'arco superiore a 10 m tra le due clotoidi.

Nelle curve a "S", si cerca di ridurre a 0 la lunghezza del rettilineo nell'intervallo tra le due clotoidi, nel caso in cui questa lunghezza non possa essere superiore a 10 m.

2.2.2. Tracciato senza pendenza trasversale

2.2.2.1. Velocità massima in curva – E

L'assenza d'inclinazione in una curva porta alla limitazione del raggio o della velocità. Poiché l'accelerazione non compensata deve essere inferiore o uguale a 1m/s^2 , la relazione tra velocità e raggio è la seguente:

$$V \text{ (m/s)} \leq \sqrt{R\text{(m)}} \text{ e } V \text{ (km/h)} \leq 3,6 \sqrt{R\text{(m)}}$$

Se il raggio è imposto dalle condizioni di inserimento, la velocità dovrà essere limitata nella zona considerata al fine di garantire il rispetto delle condizioni di comfort.

In linea, si sceglie un raggio di curva $R \geq 20\text{m}$ ogni volta che è possibile, con un raggio minimo assoluto di $R = 10,5\text{m}$ (in casi eccezionali). In questo caso, il raggio del raccordo delle pendenze trasversali non deve essere inferiore a 200 m.

2.2.2.2. Condizioni di comfort – E

Le condizioni di comfort impongono la limitazione dello strappo (o jerk laterale) J (variazione istantanea dell'accelerazione trasversale residua) a $0,4\text{m/s}^3$ ed in via eccezionale a $0,8\text{m/s}^3$: ne consegue che la lunghezza minima delle clotoidi deve essere calcolata in funzione della velocità raggiunta, o consentita, in quella tratta (ed eventualmente delle pendenze trasversali situate prima o dopo la clotoide).

Nei limiti del comfort, è necessario avere:

$$A^2 = \frac{V^3}{J} = LR \quad \text{da cui} \quad L = \frac{V^3}{JR}$$

per $J = 0,4 \text{ m/s}^3$ e V massima = \sqrt{R}

Ossia $L = 2,5 \sqrt{R}$

Quindi conoscendo i valori R (raggio costante in uscita della clotoide), J (valore dello strappo o jerk lateral) e V (velocità nominale nel raggio costante di uscita, v. § 2.2.2), si deduce la lunghezza L della clotoide (v. tabella sottoriportata).

Nella pratica, e nei limiti del possibile, è preferibile scegliere lunghezze di clotoidi superiori ai minimi strettamente necessari.

È stata presa in considerazione una lunghezza minima della clotoide uguale a 10 m.

Per i raggi maggiori di 1 000 m, non è necessaria l'introduzione della curva per mezzo di una clotoide.

Nella tabella seguente sono riportate le lunghezze minime delle curve di transizione che rispettano le condizioni descritte in precedenza in funzione della velocità.

VARIAZIONE DELL'ACCELERAZIONE TRASVERSALE: 0,4m/s³

Raggio (m)	Velocità max: 70 km/h			Velocità max: 30 km/h		
	Velocità (km/h)	Lunghezza minima clotoide (m)	Disassamento (m)	Velocità (km/h)	Lunghezza minima clotoide (m)	Disassamento (m)
10,5	11,67	8,10	0,260	11,67	8,10	0,260
15	13,94	10,00	0,278	13,94	10,00	0,278
20	16,10	11,18	0,260	13,10	11,18	0,260
25	18,00	12,50	0,260	18,00	12,50	0,260
30	19,72	13,69	0,260	19,72	13,69	0,260
35	21,30	14,79	0,260	21,30	14,79	0,260
40	22,77	15,81	0,260	22,77	15,81	0,260
45	24,15	16,77	0,260	24,15	16,77	0,260
50	25,46	17,68	0,260	25,46	17,68	0,260
55	26,70	18,54	0,260	26,70	18,54	0,260
60	27,89	19,36	0,260	27,89	19,36	0,260
70	30,12	20,92	0,260	30,00	20,67	0,254
80	32,20	22,36	0,260	30,00	18,08	0,170
90	34,15	23,72	0,260	30,00	16,08	0,120
100	36,00	25,00	0,260	30,00	14,47	0,087
125	40,25	27,95	0,260	30,00	11,57	0,045
150	44,09	30,62	0,260	30,00	10,00	0,028
175	47,62	33,07	0,260	30,00	10,00	0,024
200	50,91	35,36	0,260	30,00	10,00	0,021
250	56,92	39,53	0,260	30,00	10,00	0,017
300	62,35	43,30	0,260	30,00	10,00	0,014
350	67,35	46,77	0,260	30,00	10,00	0,012
400	70,00	45,95	0,220	30,00	10,00	0,010
450	70,00	40,84	0,154	30,00	10,00	0,009
500	70,00	36,76	0,113	30,00	10,00	0,008
550	70,00	33,42	0,085	30,00	10,00	0,008
600	70,00	30,63	0,065	30,00	10,00	0,007
700	70,00	26,26	0,041	30,00	10,00	0,006
800	70,00	22,97	0,027	30,00	10,00	0,005
900	70,00	20,42	0,019	30,00	10,00	0,005

Raggio (m)	Velocità max: 70 km/h			Velocità max: 30 km/h		
	Velocità (km/h)	Lunghezza minima clotoide (m)	Disassamento (m)	Velocità (km/h)	Lunghezza minima clotoide (m)	Disassamento (m)
1 000	70,00	18,38	0,014	30,00	10,00	0,004
1 250	70,00	14,70	0,007	30,00	10,00	0,003
1 500	70,00	12,25	0,004	30,00	10,00	0,003
1 750	70,00	10,50	0,003	30,00	10,00	0,002
2 000	70,00	10,00	0,002	30,00	10,00	0,002

2.2.3. Sezione trasversale normale – R

Inoltre lo scolo delle acque rende utile la realizzazione di una via di corsa in pendenza trasversale (pendenza inferiore o uguale a 2%), generalmente in forma di “V rovesciata” = profilo a tetto in rettilineo, preferibilmente a velodromo in curva.

2.2.4. Tracciato con pendenze trasversali – R

L'introduzione di una pendenza in curva può diminuire l'effetto della forza centrifuga per il passeggero e il veicolo, e aumentare quindi la velocità massima.

Per una linea di circolazione in curva e con una pendenza, la velocità massima per una accelerazione trasversale limitata a 1m/s^2 è pari a:

$$V \text{ (km/h)} = 3,6 \sqrt{R(1+9,81d)}$$

Dove R è espresso in metri e d è la pendenza espressa in m/m, positivo se la pendenza in discesa si trova verso l'interno della curva.

Le clotoidi saranno definite nel quadro delle stesse condizioni limite (strappo o jerk) riportate al §0.

Inoltre la variazione della pendenza “sinistra” è limitata a 0,3% per metro lineare, su rettilineo e in curva.

Se la variazione di pendenza si trova tra l'inizio e la fine di una clotoide, ne risulta una lunghezza minima necessaria per la clotoide. Per esempio, per passare da +2% a -2% la lunghezza minima è 13,33m.

2.2.5. Tracciato in rettilineo (sezione trasversale e entrata/uscita dalla fermata) – E

Si cerca in priorità di installare rettilinei ovunque le condizioni di inserimento lo permettano.

Inoltre, nei limiti del possibile, si cerca di avere a disposizione un rettilineo per installare una fermata. In caso contrario fare riferimento a §0

Oltre alla lunghezza intrinseca della piattaforma, è preferibile prevedere (nei limiti del possibile) in entrata e in uscita dalla fermata, un rettilineo di almeno 9 m supplementari, oltre alla piattaforma stessa: in effetti una curva serrata installata vicino ad una fermata potrebbe portare alla realizzazione di un'estremità di piattaforma smussata (per tenere in conto gli spostamenti della cassa, v. figure § 0).

2.2.6. Dispositivi sulle rotaie

2.2.6.1. Vincoli geometrici d'installazione – E

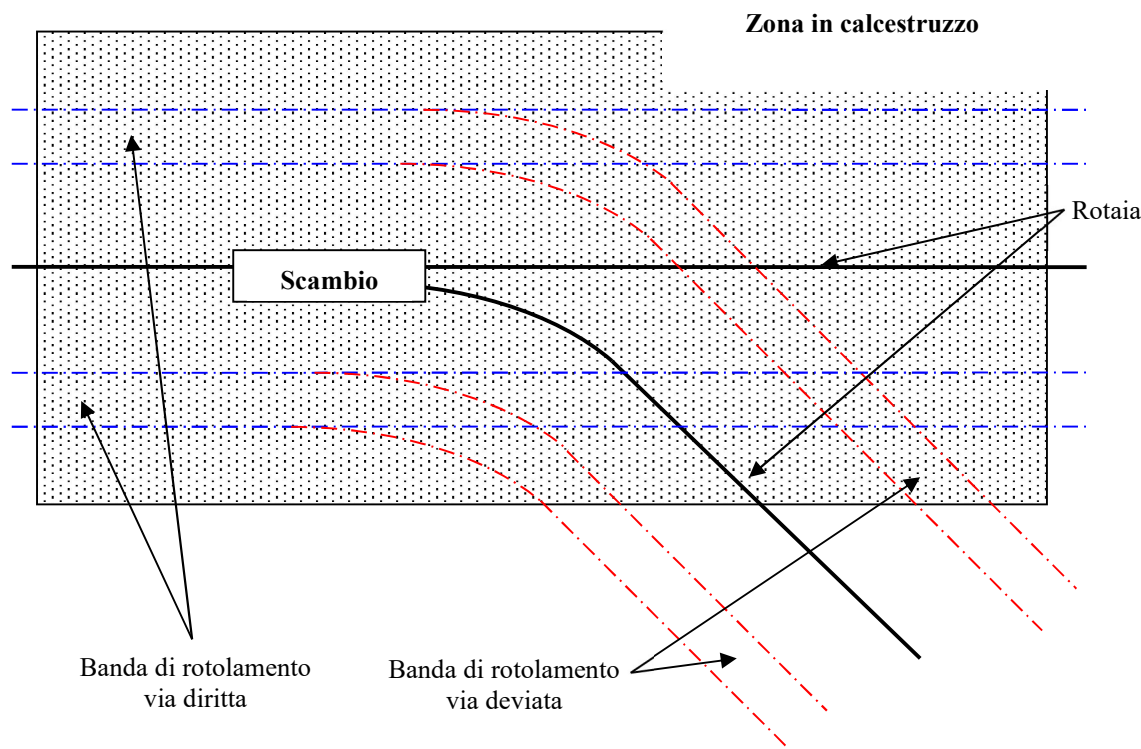
Generalmente, i dispositivi tecnologici installati sulle rotaie sono posizionati su tratti in rettilineo.

Tuttavia, particolari necessità d'inserimento possono portare a contravvenire a questo principio. In questo caso, le caratteristiche geometriche dei dispositivi tecnologici sono determinate in base agli obblighi imposti. Tali obblighi portano alla realizzazione di dispositivi tecnologici specifici, che sono fonte di maggiori costi (sia in fase di prima installazione, sia nelle future operazioni di manutenzione).

Del resto, questi dispositivi non possono coincidere con un raccordo su pendii, ma devono essere installati su una superficie piana per evitare di doverli piegare. Essi saranno dunque posizionati su tratti di vie di corsa in pendenza costante; tali dispositivi e le zone di rotolamento si troveranno quindi sullo stesso piano.

Si avrà cura di stabilizzare le zone di rotolamento del veicolo sulle due antenne, diritta e deviata, degli scambi. Per una via di corsa che non sia in calcestruzzo, si raccomanda di installare lo scambio secondo lo schema sottoriportato, con una piattaforma in calcestruzzo armato intorno allo scambio e oltre gli incroci bande di rotolamento/rotaia, per stabilizzare al massimo la via di corsa ed evitarne il degrado.

Inoltre, se la tecnologia dello scambio prevede uno sportello di accesso al dispositivo di comando manuale di emergenza (v. § 7.1), tale sportello non dovrà trovarsi nella zona di rotolamento dei veicoli (per esempio nel caso di pettini del centro di manutenzione); questo onde evitare guasti dovuti alle vibrazioni generate dal passaggio dei veicoli.



Le velocità con cui vengono superati gli scambi in via deviata sono dell'ordine dei 10-15 km/h. La loro costruzione (raggio costante dell'ago in deviata) fa sì che lo strappo (jerk) sia ben percepibile. In linea diritta, la velocità di passaggio sopra uno scambio può raggiungere la velocità massima del veicolo, ovvero 70 km/h.

2.2.6.2. Vincoli legati alla rete viaria – E

Per ragioni di accessibilità e di manutenibilità (p.e. interventi su uno scambio) da una parte e dall'altra, è meglio evitare, per quanto possibile, la rete viaria per installare questi dispositivi. In modo particolare, sono da evitare installazioni a livello degli incroci.

2.2.6.3. Vincoli legati ai passaggi pedonali – E

Per ragioni di sicurezza, in modo particolare a causa degli scambi mobili, non sarà possibile collocare gli scambi a livello dei passaggi pedonali.

2.3. REGOLE GENERALI DEL TRACCIATO LONGITUDINALE

2.3.1. Raccordo delle pendenze longitudinali – E

Per raccordare due pendenze longitudinali, bisogna prendere in considerazione due elementi: la velocità del veicolo e la differenza "p" delle pendenze.

Il raccordo si effettua per mezzo di una parabola di raggio di curvatura massima = R, la cui formula è la seguente:

$$y = \frac{x^2}{2R}$$

L'accelerazione centrifuga verticale su questa curva è:

$$\gamma = \frac{V^2}{R}$$

Questa si somma all'accelerazione della forza di gravità nei profili concavi (conche) o si sottrae nei profili convessi (dossi).

Per ragioni di comfort, l'accelerazione centrifuga verticale deve essere limitata se possibile a 0,2m/s², ed in via eccezionale a 0,315m/s².

Se ne deduce una relazione tra velocità e raggio della parabola che dà per un valore di 0,2m/s²:

$$\frac{V^2}{R} < 0,2m/s^2 \quad \text{ovvero} \quad R > \frac{V^2}{0,2} \quad (V \text{ in m/s})$$

oppure

$$R > \frac{V^2}{2,592} \quad (V \text{ in km/h})$$

2.3.2. Valori massimi e pendenze longitudinali – E

La pendenza longitudinale massima ammissibile in linea è 130 per mille (13%) con carico eccezionale.

La pendenza longitudinale massima in fermata, nelle rotaie di manovra e nei capolinea è uguale a 4%. Tuttavia, per ragioni di comfort dei passeggeri, la pendenza del rettilineo di una fermata sarà preferibilmente del 2%.

2.3.3. Valori minimi dei raggi della parabola – E

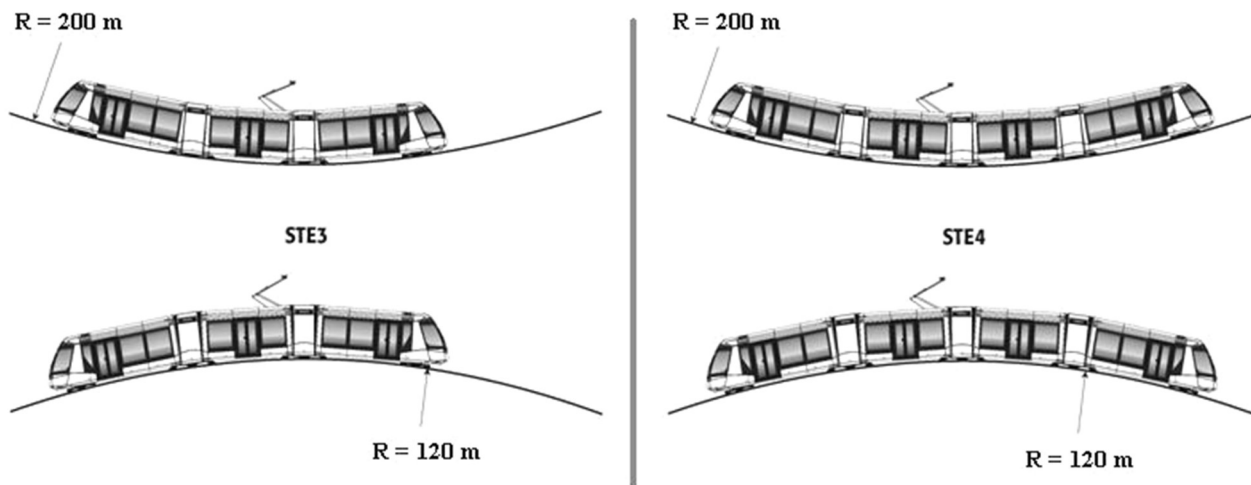
I raggi di raccordo in linea sono di almeno:

- 1 890 m per una velocità di 70km/h;
- 1 400 m per una velocità di 60 km/h;
- 1 000 per una velocità di 50 km/h;
- 350 m per una velocità di 30 km/h.

Si cercherà di realizzare i raggi minimi effettivi seguenti:

- 1 500 m nelle fermate e nei pressi delle fermate, con un valore eccezionale di 1 000 m ;
- 2 500 m in linea, con un valore eccezionale di 1000m ;

Per i raccordi sulla via di corsa, si sceglierà un raggio minimo di 350 m per le conche sui binari in utilizzo, 200 m in non utilizzo (rotaia deviata, deposito ecc...) e 120 m sui dossi. In questo caso il raggio minimo del tracciato alla rotaia è di 20 m (v. Schema F00324891)



2.3.4. Combinazioni del tracciato planimetrico e trasversale – R

Per ragioni di aderenza, di potenza installata e di comfort dei passeggeri, si evita il più possibile di creare dei raccordi parabolici verticali nelle zone di raccordo circolari e delle clotoidi. Inoltre, la posa della rotaia è molto delicata in queste condizioni.

Se veramente la topografia dei luoghi non lo permette, è possibile accettare le seguenti combinazioni per recuperare differenze di pendenze non eccessive:

- Raggio in piano da 30 a 70 metri $R \geq 2\,500$ m;
- Raggio in piano da 70 a 200 metri $R \geq 1\,500$ m.

2.4. FERMATE – E

Documento di riferimento D00007421

Schema di riferimento F00326086

Le dimensioni minime delle piattaforme saranno:

- Lunghezza, 2 casi:
 - Se i 2 moduli MP collegati al ME hanno porte collocate sulle estremità dei moduli: 20,0 metri per un STE 3, 27,0 metri per un STE 4, 34,0 metri per un STE 5 e infine 41,0 metri per un STE 6 (più due rampe di 5,0 m);
 - Se tutti i moduli MP hanno le porte collocate al centro del modulo: 17,0 metri per un STE 3, 24,0 metri per un STE 4, 31,0 metri per un STE 5 e infine 38,0 metri per un STE 6 (più due rampe di 5,0 m);
- Larghezza 3m (consigliata);
- In fermata, il tracciato delle rotaie comporterà un rettilineo di almeno 9 metri da entrambi i lati della piattaforma.
- La posizione della piattaforma rispetto alla rotaia e alla via di corsa è indicata nello schema F00326086 (v. anche documento D00007421).

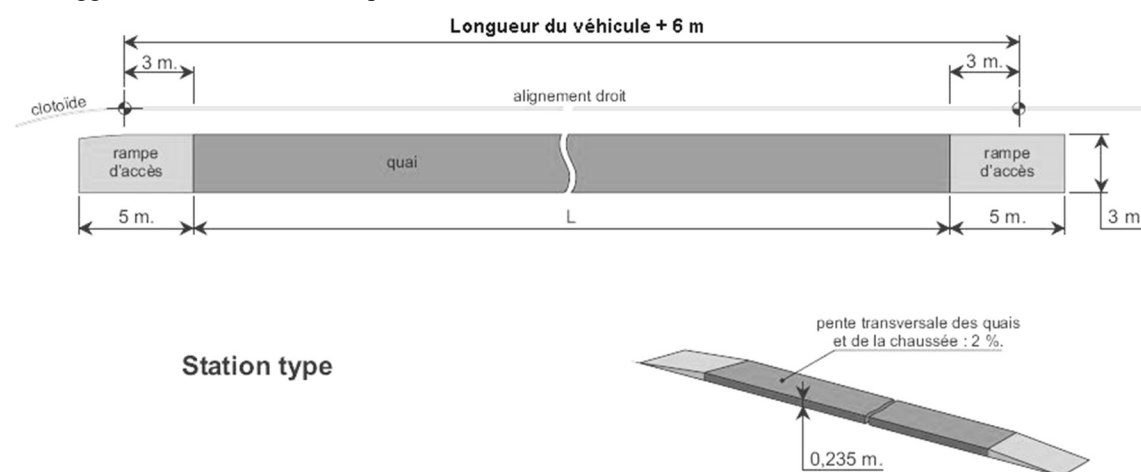
Le piattaforme saranno generalmente dotate di due rampe di accesso di una lunghezza di 5 m.

Il veicolo è fornito di una soglia di accesso retraibile. Il bordo della piattaforma deve essere rivestito di un materiale di attrito facilmente sostituibile. Il materiale, le dimensioni e le caratteristiche tecniche saranno definite nello schema F00384893.

La pendenza trasversale della piattaforma potrà raggiungere il 2%.

Geometria in fermata:

- rettilinea (planimetrica e trasversale) se possibile,
- raggio minimo di 1 000 m in piano, ammissibile nei casi difficoltosi.



Per quanto riguarda la via di corsa in corrispondenza delle fermate, NTL richiede, sulla base della sua esperienza, di prevedere del cemento su tutta la lunghezza della fermata, oltre che sulla lunghezza di un veicolo prima e dopo la fermata

(zone di accelerazione e frenata); il cemento è infatti il materiale che resiste meglio al fenomeno di schiacciamento e di rottura.

3. PONTI E OPERE COPERTE

3.1. PONTI – R

Si intende con “ponte” qualsiasi struttura installata per l’attraversamento di un ostacolo permanente sul percorso del Translohr. Essa può essere riservata al Translohr o condivisa con altri mezzi di trasporto.

Una corsia di emergenza pedonale di una larghezza minima di 0,7m per tutti due sensi di circolazione permette l’evacuazione dei passeggeri verso le estremità del ponte. Il ponte è dotato dell’illuminazione necessaria per l’evacuazione e per l’intervento del personale autorizzato e di un parapetto di sicurezza.

Anche in questo caso è preferibile che il tram circoli in sede riservata, fisicamente separato dalla sede stradale (v. § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

3.2. GALLERIE E SOTTOPASSI – R

In modo conforme al Decreto STPG francese di maggio 2003 che tratta della Sicurezza dei Trasporti Pubblici Guidati, il Translohr può circolare su linee tranviarie con gallerie.

Sulla base di questa legislazione, il veicolo Translohr è già autorizzato a circolare in gallerie di lunghezza inferiore a 300 m, con una profondità massima di 15 m e che non comprendono entrate/uscite per i passeggeri in questi tratti. In questo caso, la galleria deve comprendere le seguenti attrezzature:

- La corsia di emergenza pedonale per l’evacuazione delle persone è prevista per i due sensi di circolazione. Essa presenta una larghezza minima al suolo di 0,6m, al di là della sagoma laterale di circolazione, e si trova ad un’altezza massima di 0,25m rispetto al binario di circolazione;
- L’illuminazione di queste installazioni permette l’evacuazione dei passeggeri e l’intervento del personale autorizzato tramite una serie di punti luminosi, disposti a gruppi di cinque nelle installazioni coperte con due sensi di circolazione. Lo scarto tra questi punti non dovrà oltrepassare 50m su uno solo corridoio di circolazione. Questo dispositivo consente un’illuminazione media permanente di almeno 10 lux;
- Una segnalazione che indichi la direzione delle uscite e la distanza da percorrere dovrà essere installata ogni 100m. Un’altra segnalazione indicherà con precisione il posizionamento degli equipaggiamenti di sicurezza;
- Il sottopasso sarà inoltre adatto alla circolazione e la manovra di un furgone antincendio di dimensioni usuali (larghezza 2,50m e lunghezza 8m) su una delle vie di corsa.

Sempre in accordo con il Decreto STPG francese, la circolazione in gallerie di lunghezza superiore a 300m necessita il parere di una commissione di sicurezza, che indicherà le eventuali soluzioni tecniche da mettere in opera ai fini di garantire la sicurezza delle persone.

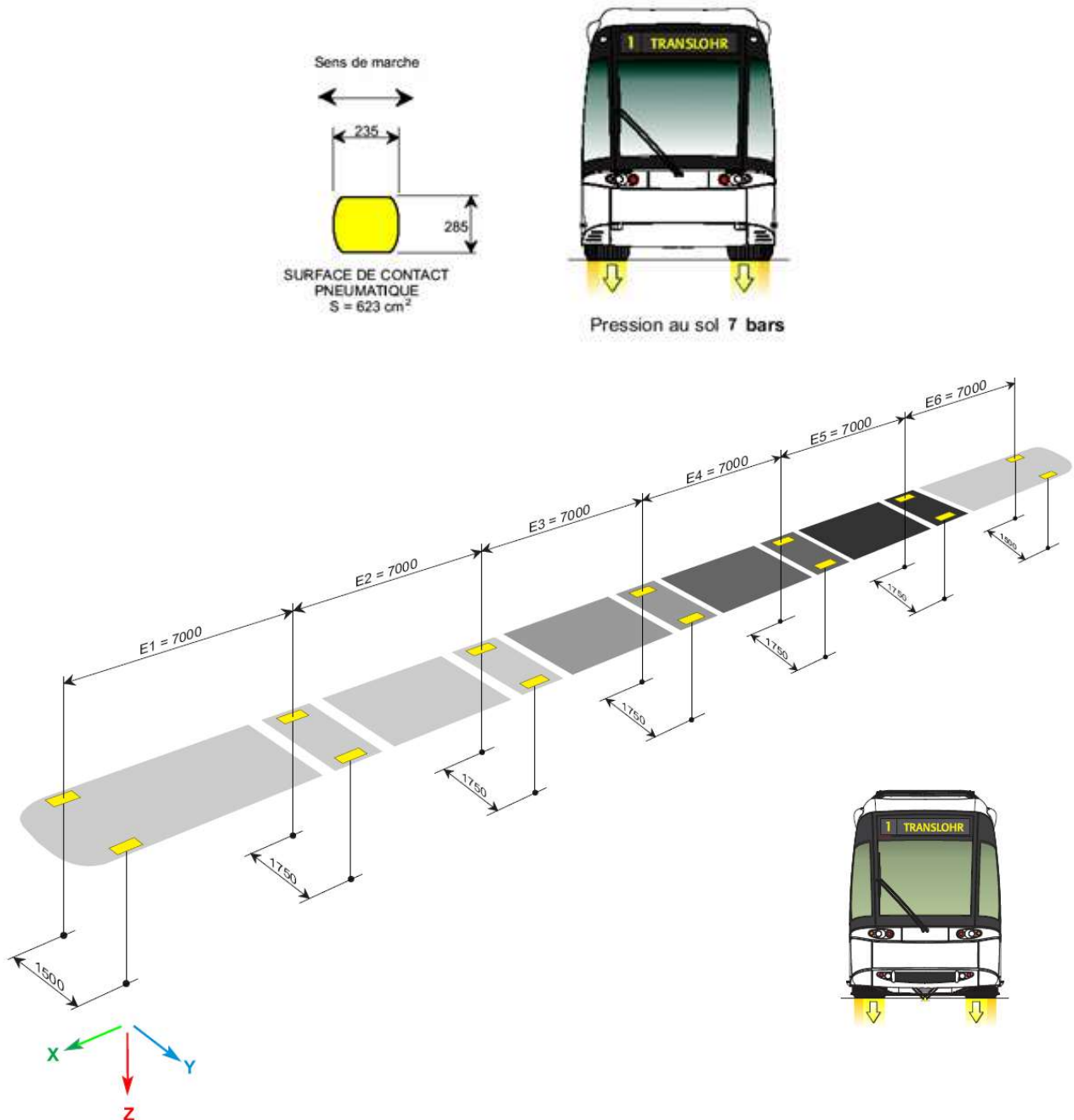
Nel caso di gallerie di lunghezza superiore a 300 m, la presenza di entrate/uscite intermedie può fungere da uscita di sicurezza, sempre sotto riserva delle raccomandazioni della commissione incaricata di esaminare il sito.

4. VIA DI CORSA

4.1. CARICHI SULLA VIA DI CORSA – E

La via di corsa è una via di corsa stradale. Deve sopportare i carichi di rotolamento dei veicoli tranviari (v. qui di seguito carico e caratteristica delle tracce); sulla base del suo ritorno di esperienza, NTL raccomanda una via di corsa in calcestruzzo che resiste bene al cedimento. Se questa proposta è ritenuta, sarà opportuno essere molto vigili sulla qualità dell’UNI di questa via di corsa.

Il seguente schema presenta le pressioni esercitate dal veicolo Translohr sulla via di corsa:



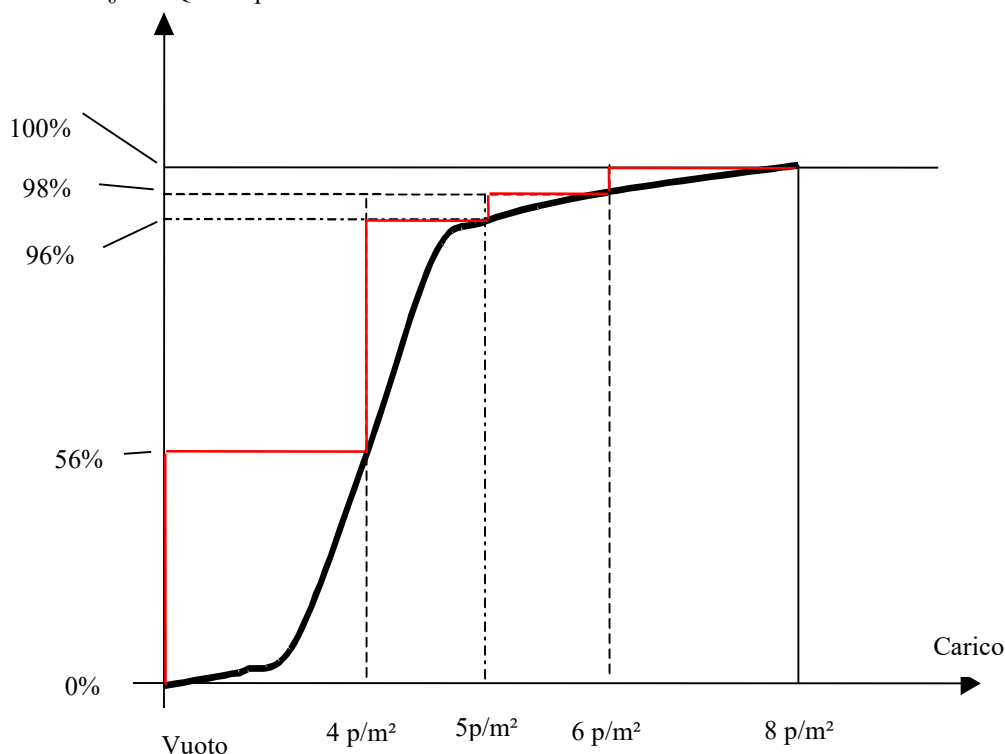
I carichi sugli assi e i carichi trasmessi alla via di corsa sono indicati nel documento D00007400. Le condizioni di carico sono le seguenti:

- EL4: 4 persone/m²;
- EL6: 6 persone/m²;
- EL8: 8 persone/m².

Per ogni progetto, questi dati devono essere preliminarmente confermati, al fine di garantire la rappresentatività dei valori in funzione della configurazione di veicolo scelta.

La massa del passeggero è considerata a 70 kg. La massa è fornita senza validatrici; in questo caso aggiungere 100 kg per assale.

Il grafico qui di seguito indica in ascissa il carico del veicolo ed in ordinata una stima della percentuale cumulata del tempo di utilizzazione dei veicoli Translohr STE sulla linea di esercizio. Si vede per esempio che ci si può aspettare un carico compreso tra 6 p/m² e 8 p/m² durante al massimo 2% del tempo d'esercizio. La frequenza di passaggio dei rotabili è indicata al § 9.2. Questo permette di definire i diversi casi di carico sulla via di corsa.



Vengono considerate le seguenti forze dinamiche:

- Carico verticale = carico statico + 15% sull'asse Z
- Forza laterale con un'accelerazione di $\pm 1,3 \text{ m/s}^2$ sull'asse Y;
- Forza longitudinale con un'accelerazione di $- 1,5 \text{ m/s}^2$ sull'asse X;
- Frenatura di servizio (FNS) con un'accelerazione di 2 m/s^2 sull'asse X;
- Frenatura di emergenza (FU) con un'accelerazione di 4 m/s^2 sull'asse X.

I carichi per assale che sono trasmessi alla via di corsa sono indicati in tonnellate, nel limite di un coefficiente massimo di aderenza di 0,5.

Nota 1: Quando l'aderenza limita la forza sulla via di corsa (coefficiente $> 0,5$), l'accelerazione reale ottenuta è indicata tra parentesi nelle seguenti tabelle (caso della frenatura di emergenza);

Nota 2: In accelerazione, lo strappo (jerk) longitudinale è limitato a $0,9 \text{ m/s}^3$. Tale strappo (jerk) è di 8 m/s^3 massimi nel caso di una frenatura di emergenza;

Nota 3: Tali valori potranno essere aggiornati nel caso dell'integrazione di apparecchiature fornite dall'Esercente (validatrici, SAE, ecc.).

Nota 4: Si considera un tasso di occorrenza della frenata di emergenza (FU) dell'ordine di 1x alla settimana in ogni punto del tracciato. Gli incroci e le zone miste saranno per loro natura più soggetti a questo tipo di frenata.

L'insieme dei Casi di carico per le varie configurazioni del veicolo è riportato nel documento D00007400

4.2. CONTROLLO DELL'UNI LONGITUDINALE DELLA VIA DI CORSA – E

4.2.1. Definizione

Contrariamente al profilo longitudinale teorico dei progetti, che segue un profilo perfetto, la superficie reale delle vie di corsa presenta delle irregolarità geometriche. L'insieme di queste irregolarità, più o meno importanti e numerose, rappresenta l'UNI longitudinale delle vie di corsa.

Il controllo dell'UNI longitudinale rappresenta un parametro importante per Translohr, poiché i difetti dell'UNI longitudinale possono perturbare il comportamento dinamico dei veicoli, provocando così diversi movimenti che degradano il comfort dei passeggeri e dei conducenti:

- Degradazione del comfort dovuta alle oscillazioni della cassa del rotabile;
- Degradazione del comfort dovuta alle vibrazioni del pavimento del rotabile;
- Degradazione del comfort nelle curve e le zone di rallentamento (particolarmente nel caso delle piccole onde).

Questi difetti possono anche essere la causa dei fenomeni di sovraccarico dinamico che accelerano l'affaticamento dei veicoli.

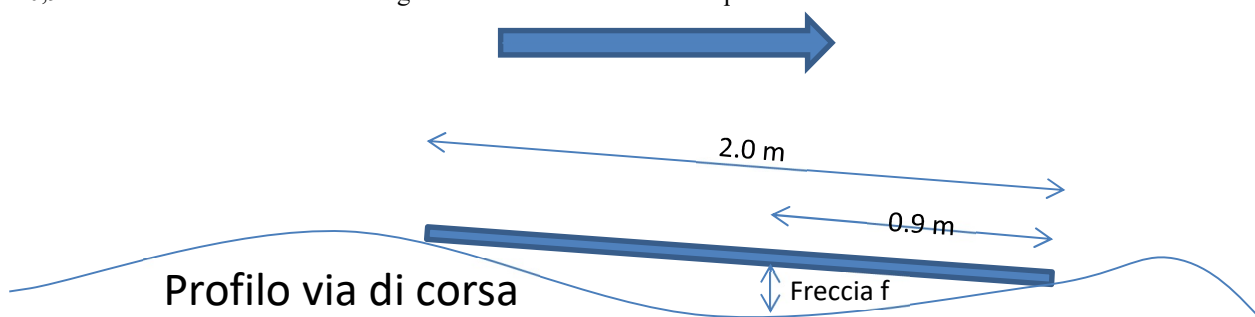
Le modalità delle specifiche e dei controlli in materia di UNI longitudinale si ispirano alla Circolare francese n°2000-36 del 22 maggio 2000.

Per il Translohr si applica una metodologia specifica di misura, definita nel presente documento. I criteri associati derivano da questa metodologia.

4.2.2. Metodo di misura

4.2.2.1. La misura diretta

La misura diretta deve utilizzare un dispositivo assimilabile ad un righello scorrevole di 2 m. Si misura la freccia indotta a 0,9 m da una delle estremità. Di seguito uno schema che illustra questa misura:



La misura si effettua per intervalli di 5 cm.

4.2.2.2. Post-trattamento delle misure

Ecco uno schema che riassume il post-trattamento effettuato:

Misura delle
frece tra 2
punti



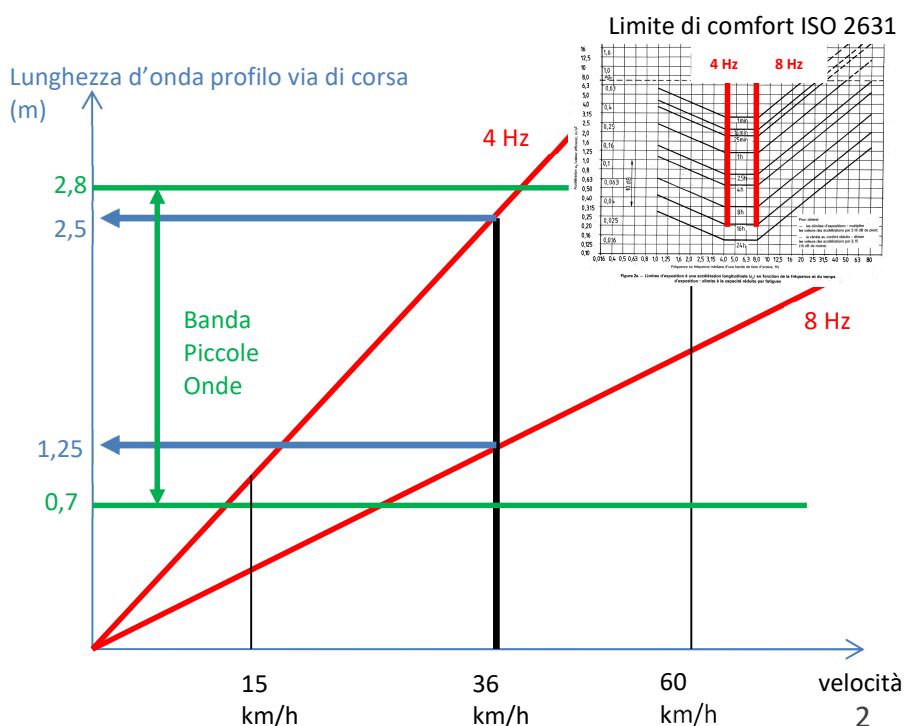
Filtraggio nel
quadro delle
Piccole Onde
(PO)

Funzione di
trasferimento che
tiene conto del
braccio di misura

Determinazione dell'energia per le PO → e quindi
delle valutazioni piccole onde NPO per tratto di
20m

- Il filtraggio nella banda delle lunghezze d'onda delle piccole onde ($0,707 \text{ m} < \lambda < 2,828 \text{ m}$)

Date le velocità di utilizzo (0-70 km/h) e i limiti di comfort della norma ISO 2631 (determinati a partire dalla sensibilità degli individui alle vibrazioni), si determina un criterio a partire dalle onde piccole. Lo schema sottostante giustifica questa scelta:



Inoltre il filtraggio nell'ambito delle onde piccole permette di svincolarsi dalle irregolarità locali della via di corsa (sassi, piccoli difetti, forte granulometria), che sono naturalmente filtrate dagli pneumatici e non rientrano nell'ambito del comfort vibratorio. Tali elementi saranno importanti per la comparsa del rumore di rotolamento, ma a velocità superiori a 90 km/h, il che si trova oltre il campo di applicazione del Translohr.

Per filtrare le misure nell'ambito delle onde piccole, si impone un filtraggio preciso:

- o Un filtro passa-alto di butterworth di ordine 4 la cui frequenza di frattura è $1/2.9$
- o Un filtro passa-basso di butterworth di ordine 4 la cui frequenza di frattura è $1/0.6$

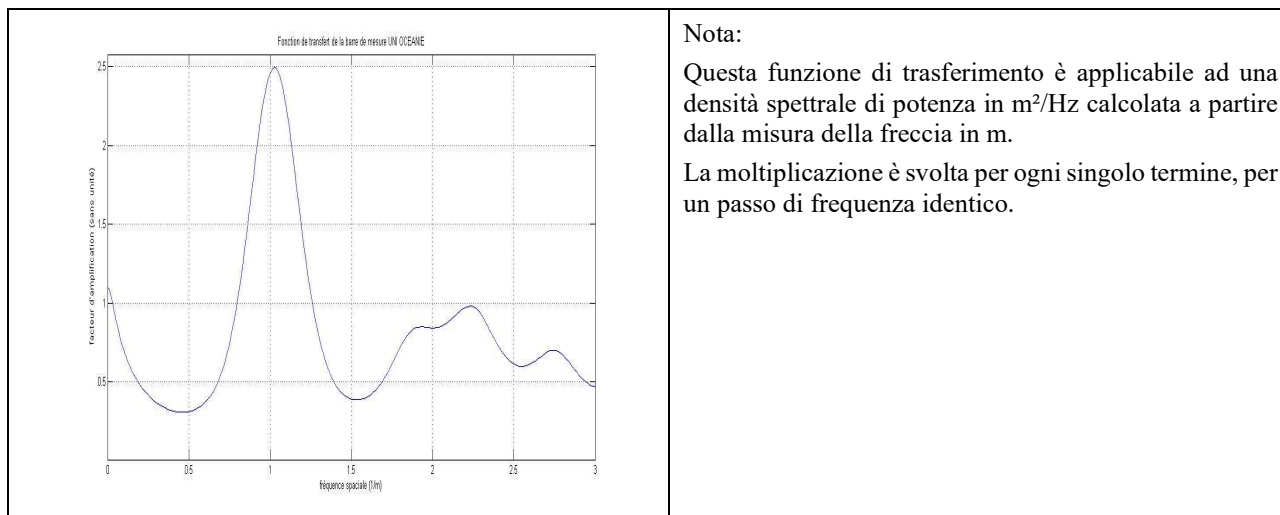
- Densità spettrale di potenza per banda di 20m.

Il segnale filtrato è in seguito suddiviso in tratti di 20m.

Su ogni tratto si determina la densità spettrale di potenza con un passo di frequenza di 0.01 Hz.

- Correzione per funzione di trasferimento

Una funzione di trasferimento è stata definita, al fine di correggere l'errore di misurazione indotto dalle dimensioni del braccio di misura. Tale funzione di trasferimento è quindi moltiplicata ad ogni spettro della densità spettrale. La funzione di trasferimento è la seguente (si potrà fornire un file con i valori esatti):

**Nota:**

Questa funzione di trasferimento è applicabile ad una densità spettrale di potenza in m²/Hz calcolata a partire dalla misura della freccia in m.

La moltiplicazione è svolta per ogni singolo termine, per un passo di frequenza identico.

- Calcolo dell'energia per tratto di 20m

Questa energia (unità in cm³) in generale è chiamata Energia Bande d'Onda (EBO); più in particolare in questo caso EPO20, che indica le Energie per Piccole Onde (EPO) calcolate su segmenti successivi di 20 m di lunghezza.

Applicare la formula seguente a ogni tratto:

$$EPO(\text{in cm}^3) = DX \times 100^3 \times N \times \Delta f \times \sum_{i=1/2.828}^{1/0.707} P_{xx}(i)$$

Dove:

DX = passo di misura delle frecce = 0.05 m

N = numero dei punti di misura su 20m = 400

P_{xx}(i) = densità spettrale di potenza corretta del tratto al punto di frequenza i.

Δf = passo in frequenza degli spettri = 0.01 Hz

- Determinazione delle valutazioni dell'UNI

I valori delle energie EP20 così ottenute sono trasformati in NPO, il che fornisce un giudizio sulla qualità della via di corsa su una scala graduata da 0 (UNI molto scadente) a 10 (UNI eccellente).

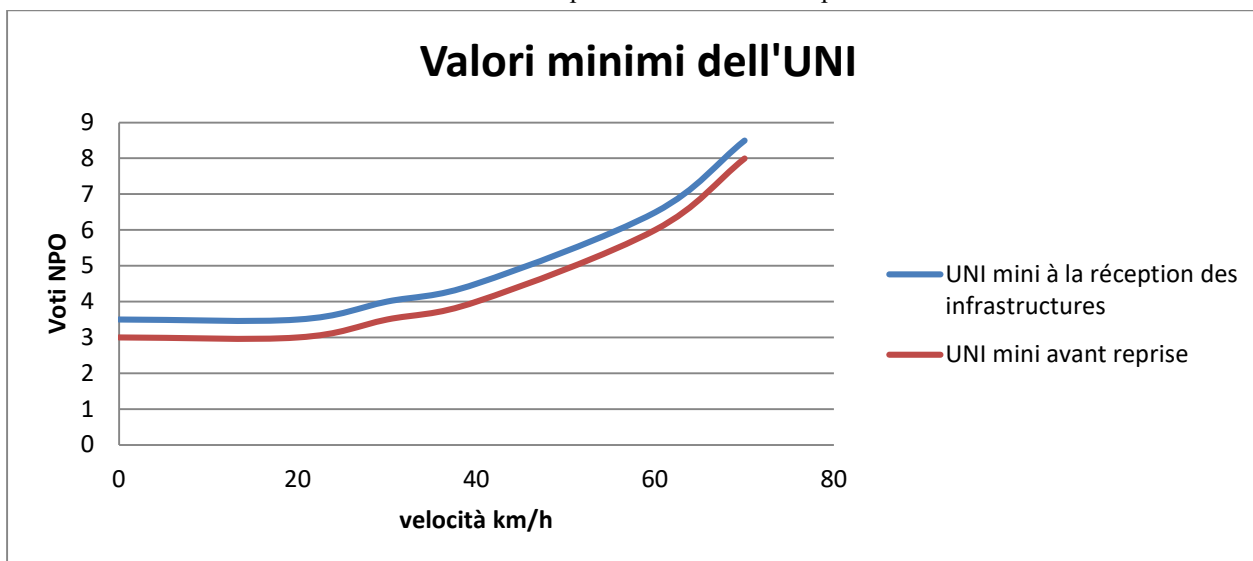
Si applica la seguente tabella per le piccole onde:

Range dei EPO20* (cm3)	Voti NPO	Range dei EPO20* (cm3)	Voti NPO
0 – 1,1	10	10,3 - 12,9	4,5
1,1 – 1,4	9,5	12,9 - 16,1	4
1,4 – 1,7	9	16,1 - 20,2	3,5
1,7 – 2,2	8,5	20,2 - 25,3	3
2,2 – 2,7	8	25,3 - 31,6	2,5
2,7 – 3,4	7,5	31,6 - 39,5	2
3,4 – 4,2	7	39,5 - 49,5	1,5
4,2 – 5,3	6,5	49,5 - 61,9	1
5,3 – 6,6	6	61,9 - 77,4	0,5
6,6 - 8,2	5,5	> 77,4	0
8,2 – 10,3	5		

* (limite destro incluso, limite sinistro escluso)

4.2.3. Criteri dell'UNI

Le numerose misure sulla nostra pista e sui diversi siti di utilizzo hanno permesso di determinare dei livelli minimi di qualità dell'UNI, in funzione della velocità di utilizzo. In effetti, il livello di vibrazione a cui sono sottoposti i passeggeri si trova in relazione con la velocità di avanzamento. Si potranno allora avere diverse qualità di UNI, in funzione dello schema di avanzamento stabilito dall' esercente e il rispetto del criterio sottoriportato:



È necessario prevedere uno schema di controllo dell'evoluzione dell'UNI, in accordo tra NTL e l' esercente, in modo da assicurare la perennità della qualità della via di corsa.

4.2.4. Dispositivi di misura NTL OCEANIE

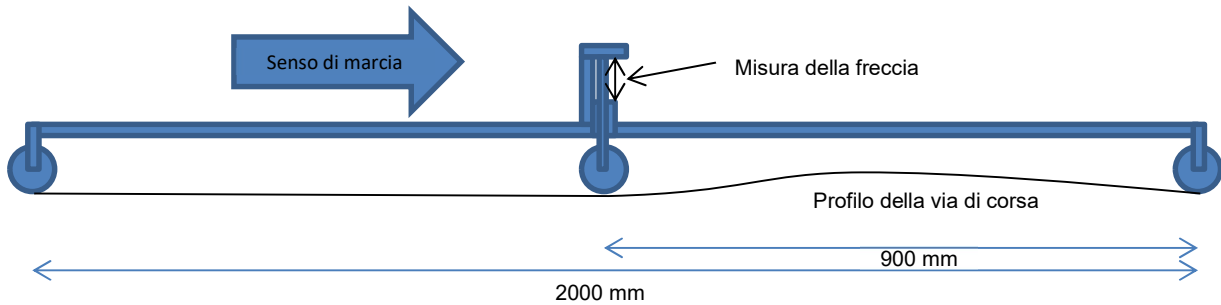
Per permettere i controlli da parte dei responsabili delle infrastrutture o dell' esercente, NTL ha messo a punto un dispositivo di misura dell'UNI, OCEANIE. Tale dispositivo permette anche i controlli seguenti:

- Altimetria delle vie di corsa rispetto all'apice della rotaia

- Altimetria dei bordi del canaletto di scolo rispetto all'apice della rotaia
- Rettilineità della rotaia
- Raggio di curvatura e clotoide della rotaia in curva
- Angolo di pendenza della via di corsa
- Larghezza rotaia

OCEANIE, Strumento di controllo e analisi digitale delle infrastrutture a disposizione (Outillage de contrôle et d'analyse numérique des infrastructures établies).

Tale sistema misura, tra gli altri dati geometrici, le ondulazioni della via di corsa, come lo farebbe un righello scorrevole. Esso è dotato di un sistema di acquisizione automatica, il che garantisce la rilevazione alla distanza di misurazione desiderata.



In seguito i dati sono post-trattati, in modo da poter essere confrontati con le esigenze della qualità specificata.

Il dispositivo comprende un PC integrato che permette di fornire, ad ogni arresto della misura su un tratto del percorso, i valori di UNI rilevati e quindi di correggere se necessario la via di corsa.

4.3. PENDENZE TRASVERSALI – R

Le vie di corsa saranno in piano se la pendenza naturale garantisce il drenaggio, oppure inclinate con una pendenza trasversale massima del 2%:

- Una pendenza tipo velodromo (inclinazione 2%)
- Due pendenze tipo tetto, con il vertice collocato tra le due vie di circolazione (due inclinazioni di 2%)

In questi casi, le gole laterali della rotaia fungeranno parzialmente da collettore delle acque e dovranno essere correttamente drenate, v. § 11; tale funzione di drenaggio della via di corsa è comunque realizzata dai collettori posizionati all'esterno della sagoma (SLO).

In via eccezionale, la pendenza trasversale massima ammessa localmente dal veicolo è di 6% e la variazione della pendenza non supera 0,6 %/m. In questo caso particolare, bisognerà fare uno studio specifico sulle sagome.

4.4. PARAMETRI DI COSTRUZIONE DELLA VIA DI CORSA – E

Param.	Definizione	Probabilità di occorrenza	Valore
D	Tolleranza sulla pendenza trasversale alla costruzione delle vie di corsa	Può esistere o meno	± 0,5%
B	Spostamento laterale della rotaia integrando le tolleranze di posa	Può esistere o meno	± 16mm
V	Tolleranza verticale della posa delle vie di corsa	Può esistere o meno	± 30mm
Fv	Traslazione geometrica dovuta ai raccordi di pendenza (traslazione considerata al centro della cassa per una conca di 200 m o sull'aggetto anteriore per un dosso di 120 m)	Può esistere o meno	30,6mm
G	Tolleranza verticale della posa della rotaia di guida	Può esistere o meno	-45mm/+35mm

I parametri di costruzione corrispondono alle tolleranze ammesse per l'installazione della rotaia rispetto ai profili teorici e devono essere integrati durante la costruzione della piattaforma.

4.5. PARAMETRI “D’INVECCHIAMENTO” DELLA VIA DI CORSA – E

Param.	Definizione	Probabilità di occorrenza	Valore
Uv	Usura verticale delle 2 vie di corsa di un senso di marcia	Esisterà	10mm
Ud	Usura differenziale verticale tra le 2 vie di corsa di un senso di marcia	Esisterà	5mm (0,33%)
E	Usura laterale della rotaia di guida	Può esistere o meno	0mm
Tv	Schiacciamento verticale delle 2 vie di corsa di un senso di marcia	Può esistere o meno	5mm
Td	Schiacciamento differenziale delle 2 vie di corsa (differenza di pendenza trasversale rispetto al valore iniziale dopo un dato tempo in esercizio)	Può esistere o meno	2mm (0,13%)

4.6. STATO DELLA SUPERFICIE

Lo stato della superficie di rivestimento sarà realizzato in funzione dei livelli di aderenza e acustica previsti dalle norme vigenti.

4.6.1. Livello acustico - E

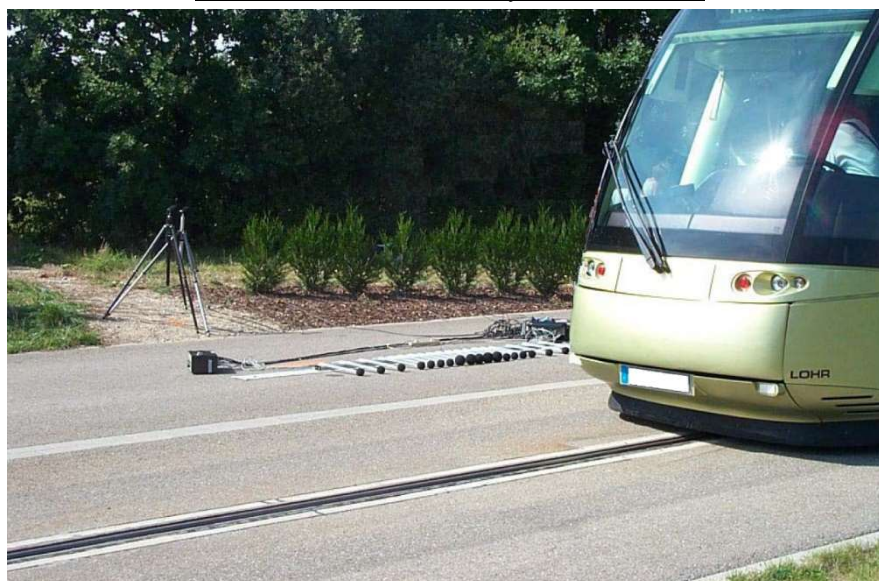
Il livello acustico del rumore di rotolamento degli pneumatici sulla via di corsa sarà inferiore a 70 dB(A) misurato a 7,5 m dalla rotaia, a 60 km/h, con gomme nuove, suolo secco, a 20°C e assenza di vento in via libera. Questo valore potrà essere adattato in funzione del livello acustico globale del sistema di trasporto Translohr.

La verifica di tale esigenza potrà essere svolta in loco durante il passaggio, attraverso una misura acustica con antenna microfonica (v. immagine a fronte).

Questo metodo consiste nel combinare i segnali ricevuti da un insieme di microfoni omnidirezionali (ogni microfono rileva il rumore proveniente da tutte le direzioni dello spazio), al fine di rendere il sistema di rilevamento direzionale: permette così di ascoltare il rumore proveniente da una zona particolare dello spazio, eliminando i segnali provenienti dalle altre direzioni; si tratta insomma di un filtro spaziale con l'antenna focalizzata sul punto sorgente.

Un'antenna microfonica orizzontale posizionata sulla via di corsa permette così di misurare il livello acustico del rotolamento degli pneumatici.

Misure con un'antenna microfonica orizzontale



4.6.2. Aderenza – E

L'aderenza dello strato di circolazione nuovo e secco può essere quantificata dalle misure dirette della macrotestura della via di corsa, essendo questa determinata, secondo la norma EN 13036-1, con il metodo volumetrico di misura della Profondità Media di Testura (PMT). La misura della PMT è determinata dal livellamento di un volume conosciuto di materiale su questa superficie e la misura della superficie totale così coperta:

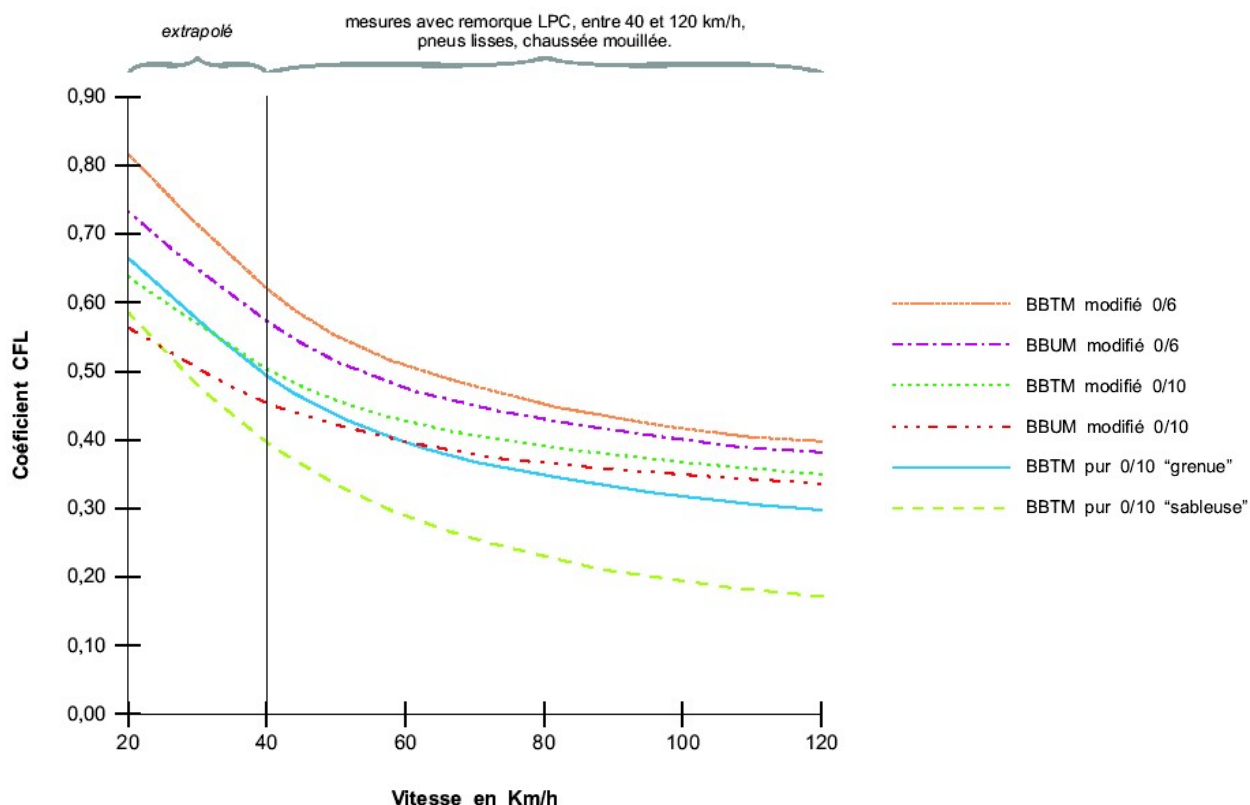
- Versare un volume noto V di sfere di vetro calibrate;
- Stendere le sfere con l'aiuto dell'idonea attrezzatura in una zona circolare;
- Calcolare l'area S del disco così ottenuto;
- $PMT = V/S$ in mm; si ricercherà un PMT di 0,6 mm.

I risultati PMT secondo la norma EN 13036-1 sono equivalenti alle "Altezze di Sabbia vere (HSv)".

Per gli strati di circolazione nuovi e per le sezioni dichiarate "limiti" dalla misura volumetrica di macrotestura, si utilizza il metodo di Misura del Coefficiente di Attrito Longitudinale (CFL), v norma NF P 98-220-2. Il CFL è un coefficiente senza dimensione compreso tra 0 e 1, misurato a 20 km/h con un rimorchio attrezzato da una specifica apparecchiatura, e che permette di tracciare la curva $CFL = f(\text{Velocità})$ in un campo di rivestimenti di riferimento. In linea di massima, si ricercherà un'aderenza CFL superiore a 0,6, soprattutto nelle pendenze. È richiesta un'aderenza minima di 0,5.

Si eviterà in generale ogni marcatura al suolo (pittura o altro) nelle tracce del Translohr. Una cura particolare sarà portata alla marcatura degli attraversamenti pedonali, soprattutto nei dintorni delle fermate.

Qui di seguito il grafico dell'aderenza dei BBTM e BBUM



La realizzazione della via di corsa dovrà permettere il non superamento delle soglie di livello di rumore equivalente, nei periodi della giornata e nelle condizioni specificati, prescritte con ordinanza francese del 5 maggio 1995.

Lo strato di circolazione sarà dimensionato per un traffico urbano di 160 veicoli al giorno, nelle normali condizioni di carico, 365 giorni all'anno.

La manutenzione e i lavori sulla via dovranno essere realizzati in modo da influire il meno possibile sulla qualità della circolazione.

5. RETI SOTTERRANEE

I vincoli legati alle correnti vaganti e che obbligano a deviare le reti sotterranee sono sotto la responsabilità del concessionario. Inoltre le pianificazioni urbane, lo stato delle reti e i problemi di accessibilità possono portare alla modifica di alcune strutture o allo spostamento degli impianti.

6. CARATTERISTICHE DELLA ROTAIA DI GUIDA E DELLA POSA – E

Schema di riferimento *F00326953*

6.1. GENERALITÀ – E

La rotaia di guida è un profilato specifico in acciaio laminato. Al centro è presente la parte utile e lateralmente si trovano le gole necessarie per il passaggio dei blocchi dei rulli di guida.

Tale rotaia (rotaia ad ancoraggio rinforzato di tipo RG28) è descritta nel documento D00009622.

In caso di utilizzo misto delle rotaie RG28 e RG29 è necessario il trattamento delle zone di transizione secondo lo schema di posa F00408163. Tale schema riguarda la transizione tra tutti i profili RG28 e RG29, che si tratti di rotaie, dispositivi di dilatazione o dispositivi della rotaia.

Il principio di fissaggio della rotaia al suolo non è imposto da NTL, ma deve rispettare tutti i vincoli indicati nel documento; in particolare il fissaggio deve sopportare lo sforzo definito nel documento e garantire l'isolamento elettrico della rotaia.

6.2. TOLLERANZE DI POSA DELLA ROTAIA – E

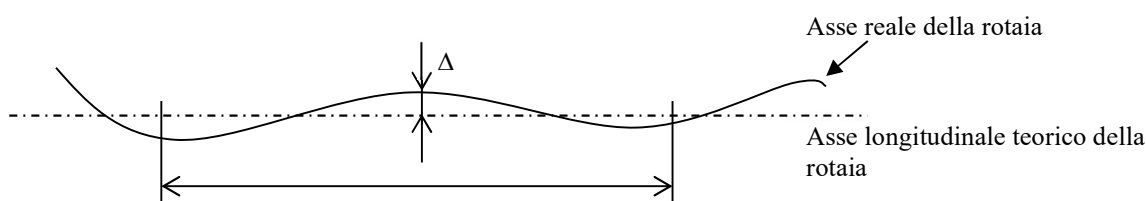
La rotaia è installata in modo che le vie di corsa siano situate in una tolleranza di $-5\text{mm}/+15\text{mm}$ rispetto al profilo della rotaia (v. schema F00326953).

La perpendicolarità tra rotaia e via di corsa è di $\pm 2^\circ$.

Nella planimetria (profilo in piano), la rotaia è installata secondo il progetto di tracciato stabilito. Tale tracciato è montato seguendo una serie di punti disposti lungo le vie di corsa; inizio e fine dei tratti rettilinei, raggi, clotoidi, fermate, dispositivi delle rotaie, ecc. La curvatura è continua, senza sfaccettature.

La regola di continuità sul piano orizzontale è di $+3\text{mm}$ per 10m di binario, rispetto alla freccia indotta dalla curvatura teorica della rotaia:

:



Il valore dei Δ per tratti di 10m deve essere inferiore o uguale a 3mm. Difetti locali generano urti a livello della guida e la loro ripetizione porta a fenomeni di usura e fatica.

Sul piano verticale la regola di continuità è di $+5\text{mm}$ per 6m di binario (ondulazione della rotaia).

6.3. VIBRAZIONI – E

Le ipotesi considerate per la posa della rotaia di guida sono le seguenti:

- Per una distanza facciata edifici/rotaia fino a 12 m, un sistema che permetta un ammortizzamento vibratorio di 20 db_v, rispetto a una posa diretta, annegata nel calcestruzzo.

I livelli, che saranno misurati sul sito, dovranno essere conformi alle norme vigenti.

Per le opere esistenti e su alcune reti, il sistema di attenuazione potrà permettere di mantenere il livello vibratorio esistente.

La posizione dei dispositivi delle rotaie si farà tenendo conto delle irregolarità funzionali della via di corsa, (giunti, tombini, ecc.) e della distanza del contatto ruotino/rotaia rispetto all'asse dell'assale (800 mm per un assale ME e 1.200 mm per un assale MI), in modo che la scossa, generata al passaggio delle ruote del veicolo e trasmessa alla rotaia dai rulli di guida, non crei sollecitazioni eccessive nelle zone di discontinuità della rotaia.

6.4. RITORNO DELLA CORRENTE – E

La rotaia di guida garantisce in maniera sicura il ritorno di corrente, attirata dai veicoli verso le sottostazioni o tra veicoli stessi. In questo modo esistono delle tensioni tra la rotaia e il suolo, che potrebbero generare correnti vaganti; le regole di sicurezza elettrica impediscono l'utilizzo della terra come conduttore attivo per linee elettrificate con corrente continua, v. EN 50122-2 e ordinanza del 17 maggio 2001 per la Francia. Tali condizioni implicano che il fissaggio della rotaia al suolo debba garantirne l'isolamento elettrico rispetto al suolo: la resistenza elettrica volumetrica del fissaggio della rotaia deve essere $\geq 10^6 \Omega \cdot \text{m}$ secondo la norma ASTM D 257.

Inoltre l'equipotenzialità è garantita tra le rotaie e le vie di corsa, essendo il sistema isolato dalla terra.

In funzione del tipo di linea (metratura dei binari, numero e posizione dei punti di rinforzo) *potrebbe essere* necessario un feeder negativo, al fine di assicurare il ritorno di corrente eccessiva della rotaia (determinata attraverso simulazioni). Potrebbero quindi essere necessari dei collegamenti elettrici tra le installazioni fisse di guida:

- Collegamenti regolari tra la rotaia e il feeder negativo
- Collegamenti regolari tra le due rotaie delle vie 1 e 2
- Collegamento tra rotaia in linea e porzioni di rotaia dei dispositivi delle rotaie (ponte elettrico)

Tali collegamenti elettrici sono effettuati tramite cavi con sezione adeguata, che sono meccanicamente ed elettricamente congiunti alle installazioni fisse di guida tramite un dispositivo di collegamento.



Questo dispositivo può essere composto, per esempio, da una piastrina saldata sull'elemento da collegare. Il cavo di collegamento termina con un capocorda, fissato a sua volta sulla piastrina mediante una vite. Il cavo di collegamento è rivestito di isolante e passa attraverso una guaina (v. foto).

La fornitura e la posa dei collegamenti negativi sulle installazioni fisse di guida sono a carico del titolare del lotto energia.

Si raccomanda il posizionamento di un cordone di saldatura in acciaio inox sulla parte superiore della rotaia. Tale raccomandazione permette di garantire il buon passaggio della corrente elettrica, anche nel caso in cui la rotaia sia ossidata. Essa potrà essere limitata alle zone con scarsa circolazione, come le rotaie deviate delle comunicazioni, le rotaie di deposito ai capolinea o sul sito, oltre che nelle zone particolari, come la rotaia di lavaggio nella stazione di servizio e le zone degli incroci, dove il rischio derivante dallo spargimento di sale in inverno è alto. Il cordone avrà una larghezza di 8mm e un'altezza dopo molatura di 0,5mm al massimo; la qualità del cordone rispetterà le stesse condizioni della rotaia (v. §6.5.), le estremità del cordone saranno smussate e gli spigoli addolciti.

6.5. ZONE UTILI DELLA ROTAIA – E

I profili della rotaia utilizzati dal Translohr, compreso a livello dei diversi dispositivi tecnologici presenti sulla linea, sono la parte superiore per lo sfregamento dei pattini di ritorno di corrente, le due facce superiori inclinate a 45° per lo scorrimento dei rulli, le due facce inferiori per il trattenimento del veicolo in caso di slittamento.

Le tre facce superiori utili avranno una ruvidità inferiore a 1,6, misurata secondo le norme ISO. Questo valore può essere ottenuto tramite decalaminaggio o smerigliatura con mezzi appositi prima del pre-esercizio, al fine di non ridurre la vita utile delle bande del dispositivo di guida durante il periodo di rodaggio della rotaia. Questo valore sarà controllato periodicamente su dei campioni costituiti da tratti continui di rotaia.

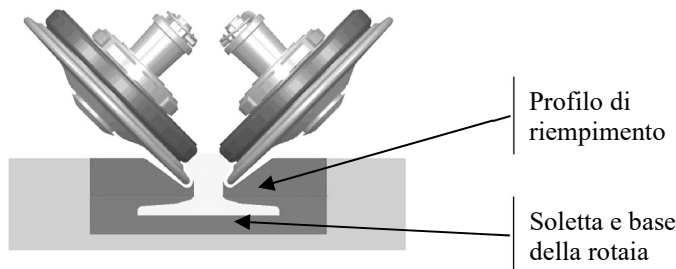
Le due facce inferiori non presenteranno asperità, né cavità che potrebbero ridurre le prestazioni meccaniche della rotaia. Lungo tutto il percorso, la sezione della rotaia, così come le gole laterali, dovranno rispettare la sagoma indicata nello schema F00326953.

Tutti i dispositivi di guida del veicolo sono dotati del dispositivo “DDO” che garantisce l’espulsione di eventuali oggetti che potrebbero trovarsi nelle gole della rotaia. Il DDO è montato sui pattini di sfregamento. Il DDO si inserisce nella sagoma dinamica di passaggio dei rulli (v. schemi F00326953 e F00371702).

6.6. PRESTAZIONI DEL PROFILO DI RIEMPIMENTO – R

La scelta della soluzione non è imposta dalla NTL. I § che seguono forniscono dettagli sulle caratteristiche di soluzioni provate, che sono riportate a titolo di esempio per il titolare. Il solo rispetto delle caratteristiche non è sufficiente per la qualifica della soluzione, sarà comunque necessario sottoporla ai test dettagliati ai § 8 e 9 del presente documento. Al contrario, le soluzioni possono non rispettare tutte le caratteristiche indicate se le prove citate hanno esito positivo.

La modalità di fissaggio della rotaia sulla via corrente deve integrare un profilo di riempimento delle gole della rotaia, che deve ostruirle al massimo pur lasciando uno spazio funzionale sufficiente.

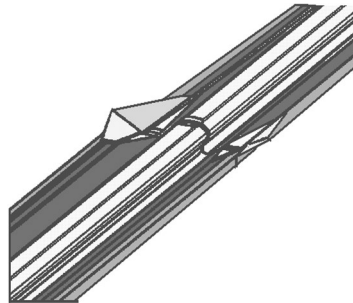


Il profilo di riempimento deve imperativamente rispettare i profili indicati sullo schema F00326953; non rispettare questo profilo rischia di compromettere la sagoma dinamica dei rulli, poiché il contatto ruotino/materiale di fissaggio può creare un'usura precoce e una sollecitazione verticale sulla coppia di rulli.

NB: Lo schema F00326953 presenta due geometrie di profilo di riempimento: una geometria per i raggi di rotaia superiori a 20 m e una geometria per i raggi di rotaia inferiori a 20 m.

È tollerato l'utilizzo della geometria relativa ai raggi di rotaia inferiori a 20 m per tutta la linea, la larghezza in fondo gola essendo maggiore (attenzione: fare il contrario creerebbe delle interferenze in fondo alla gola tra bordini e profilo di riempimento nelle curve strette).

Tutti i collegamenti del profilo di riempimento devono essere smussati, senza bordi netti.



6.6.1. Caratteristiche meccaniche del materiale – E

Le caratteristiche meccaniche del materiale del profilo di riempimento dovranno rispettare come condizione minima i seguenti criteri:

- Durezza compresa tra 50 e 70 Shore A, secondo la norma EN ISO 868;
- Resistenza in trazione alla rottura / 1 Mpa, secondo la norma EN ISO 527;
- Allungamento alla rottura / 70%, secondo la norma EN ISO 527;
- Il materiale deve avere una coesione col metallo e col calcestruzzo, garantendo uno strappo (jerk) a cuore secondo la norma EN ISO 8339;
- Densità dell'ordine di 1 g/cm³, secondo la norma EN ISO 1183.

Il titolare dell'appalto "fissaggio della rotaia" dovrà garantire che il materiale conservi le sue caratteristiche meccaniche e dielettriche in tutte le condizioni climatiche ed urbane specifiche del sito di esercizio, e durante tutta la vita utile del sistema.

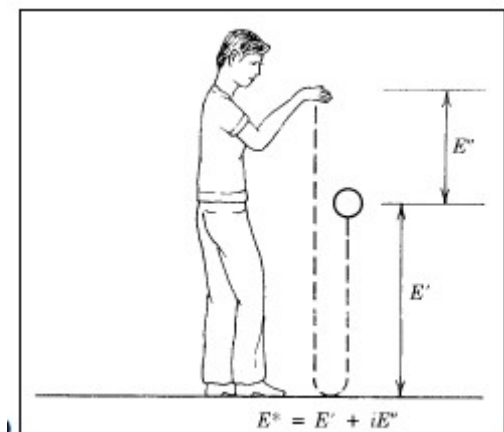
6.6.2. Caratteristiche viscoelastiche del materiale – E

6.6.2.1. Proprietà

Il materiale del profilo di riempimento del interstizio deve possedere proprietà viscoelastiche che permettano l'espulsione degli oggetti dopo il passaggio dei rulli del veicolo.

Tale materiale (un elastomero) ha la particolarità di presentare in contemporanea due comportamenti meccanici: il comportamento *elastico* del solido, caratterizzato da un modulo di elasticità, di origine entropica, e il comportamento *viscoso* del liquido, che si manifesta con un ritardo di risposta e una perdita di energia a ogni ciclo di deformazione. Si parla quindi di comportamento **viscoelastico**.

Si possono quindi caratterizzare le proprietà viscoelastiche del materiale misurando la sua risposta ad una sollecitazione dinamica. La deformazione si scompone in due momenti, uno in fase (deformazione elastica del modulo E'), l'altro in quadratura ritardo (deformazione viscosa del modulo E'')



Definizione semplificata dei moduli E' e E''

Si ha dunque: $E^* = E' + iE''$, dove E' è il modulo di conservazione (legato all'energia elastica immagazzinata) e E'' è il modulo di perdita (legato all'energia viscosa dispersa) (Figura 10-b). Si definisce allo stesso modo lo sfregamento interno $\tan \delta = E''/E'$, chiamato anche “fattore di perdita”, che misura quindi la perdita di energia per sfregamento interno del materiale.

6.6.2.2. Caratterizzazioni

Queste proprietà E' , E'' e $\tan \delta$ sono misurabili da un viscoanalizzatore in laboratorio, mediante campioni (analisi DMA). Tali valori, intrinseci al materiale e indipendenti dalla forma, dipendono dalla frequenza di sollecitazione e dalla temperatura. Sarà quindi necessaria una caratterizzazione nei seguenti intervalli:

- In frequenza: per sollecitazioni 10% di deformazione dello spessore totale e una frequenza di eccitazione di 40 Hz
- In temperatura: da -40°C a $+40^\circ\text{C}$ (nessuna sollecitazione continua, quindi nessun surriscaldamento).

Si producono quindi dei campioni cilindrici o blocchetti di diametro 10mm e lunghezza 20mm, al fine di poterli testare con un viscoanalizzatore negli intervalli stabiliti (10% di compressione, 40 Hz, -40°C a 40°C).

6.6.2.3. Esigenze

Nel caso del Translohr, in maniera teorica, si devono garantire le proprietà seguenti quando il sistema di guida incontra un ostacolo presente nel solco:

- Una deformazione rapida e uno sforzo verticale limitato sulla guida, in modo da non generare espulsioni della coppia di rulli, ovvero una viscosità debole
- Un'espulsione rapida dell'oggetto dopo il passaggio della coppia di rulli, in modo da eliminare il rischio che esso rappresenta, ovvero una elasticità forte

- Una temperatura di transizione vetrosa bassa, al fine di evitare il deterioramento della resina.

Il ritorno di esperienza NTL ha permesso di definire le caratteristiche del materiale che garantisce il miglior compromesso per assicurare questa funzionalità:

Modulo di conservazione in compressione $E' > 7^E06$ Pa

Fattore di perdita $\tan \delta < 0.2$ per le temperature positive

Temperatura di transizione vetrosa < -40 °C

In funzione delle norme ambientali per esempio, i fornitori potrebbero fare evolvere la composizione della resina. Al fine di garantire che queste modifiche non incidano sulle prestazioni richieste nei § 9.3.3 e 9.3.4, sarà necessario colare una striscia di prova sul tracciato NTL. Questa striscia sarà colata prima di ogni realizzazione su sito e con la resina prevista. Si prevede un periodo di 2 mesi per permettere la polimerizzazione completa e lo svolgimento delle prove in funzione delle condizioni meteo.

7. CARATTERISTICHE DEI DISPOSITIVI DELLE ROTAIE E DELLA POSA **- E**

I dispositivi delle rotaie installati sulla linea di corsa devono essere attrezzati di un dispositivo di controllo e di un ritorno dell'informazione (p.e. segnalazione visiva) non ambiguo. Il ritorno dell'informazione relativa al comando deve essere elaborato in sicurezza in modo da garantire un'autorizzazione di passaggio quando:

- La zona non è occupata da un altro tram quando un comando di cambiamento di binario è trasmesso;
- I dispositivi della rotaia sono in una posizione in sicurezza: posizionati (in posizione diritta o deviata) e bloccati.

Il ritorno dell'informazione relativa al comando deve essere posizionato in modo da:

- Essere visto dal conducente, v. § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**;
- Permettere un arresto con la frenatura di servizio del veicolo alla velocità massima nella zona coinvolta.

Il controllo dei dispositivi della rotaia è sincronizzato, in modo da formare un percorso continuo, qualunque sia la direzione richiesta.

In mancanza di un dispositivo di ritorno dell'informazione:

- Il comando deve essere bloccato in maniera sicura e
- I dispositivi delle rotaie devono essere bloccati meccanicamente; questo blocco è inviolabile.

In linea generale, i dispositivi delle rotaie, o i pezzi che li compongono, saranno disposti sulla linea all'esterno rispetto al normale senso di marcia: ogni pezzo del dispositivo, che potrebbe fuoriuscire durante la vita del sistema, non deve creare un ostacolo al buon funzionamento del veicolo. Allo stesso modo non sono tollerati bordi netti, che potrebbero rappresentare ostacoli; in caso di raccordi tra livelli diversi, questi saranno assicurati da rampe dolci.

7.1. SCAMBI - E

Gli scambi rendono possibile un raccordo con la rotaia deviata, al deposito e in linea. Gli scambi potranno trovarsi a destra o a sinistra. Saranno di preferenza posizionati nelle zone a velocità ridotta, p.e. in prossimità delle fermate.

Le rotaie degli scambi saranno attrezzate di profili di riempimento delle gole nello stesso modo della rotaia in via corrente, e il materiale rispetterà le stesse regole e caratteristiche.

Saranno rispettati gli spazi necessari al passaggio dei bordini, così come le caratteristiche meccaniche ed elettriche. La continuità elettrica tra la rotaia fissa della via corrente e la rotaia mobile dello scambio sarà garantita.

Gli scambi disporranno di sistemi di blocco della posizione dell'ago. Sarà previsto un dispositivo di comando manuale d'emergenza (dimensioni massime diametro 30 mm e lunghezza 800 mm), il cui accesso sarà protetto e avverrà tramite uno sportello sicuro, che permette lo scollegamento dell'azionatore. L'estrazione del dispositivo di comando manuale (leva) potrà avvenire solamente nella posizione di funzionamento estrema del meccanismo, che corrisponde al finecorsa, bloccaggio attivo. È importante che non sia possibile rimuovere la leva se non in una posizione che garantisca il blocco dello scambio. Gli sforzi manuali necessari alla manovra ed al blocco rispetteranno le norme vigenti.

Se gli scambi non sono tallonabili, sarà la segnalazione a permettere il comando in tutta sicurezza. (Si intende con scambio tallonabile uno scambio che permette il passaggio corretto del dispositivo di guida anche se viene preso lato tallone con l'ago malposizionato. Il movimento dell'ago è realizzato meccanicamente tramite il passaggio dei rulli).

Gli scambi e loro fissaggi sono dimensionati per resistere agli sforzi indicati al capitolo 6. La cassa dovrà essere sufficientemente "ancorata" nella via di corsa, al fine di non muoversi; la dilatazione termica della rotaia non dovrà creare blocchi della rotaia mobile rispetto alla rotaia fissa della via corrente.

Il sistema di comando elettrico e di segnalazione permette:

- Il telecomando per il conducente;
- La ricezione degli ordini trasmessi;
- Il controllo della posizione dello scambio per autorizzare il passaggio tramite semafori laterali;
- Il blocco dello scambio durante il passaggio del veicolo.

I giochi necessari al funzionamento saranno inferiori a 10 mm in qualsiasi condizione di temperatura.

Si prenderà cura della riduzione degli angoli vivi vicino alla rotaia.

Le estremità della rotaia saranno smussate in modo da non intaccare i dispositivi di guida né i pattini di ritorno di corrente.

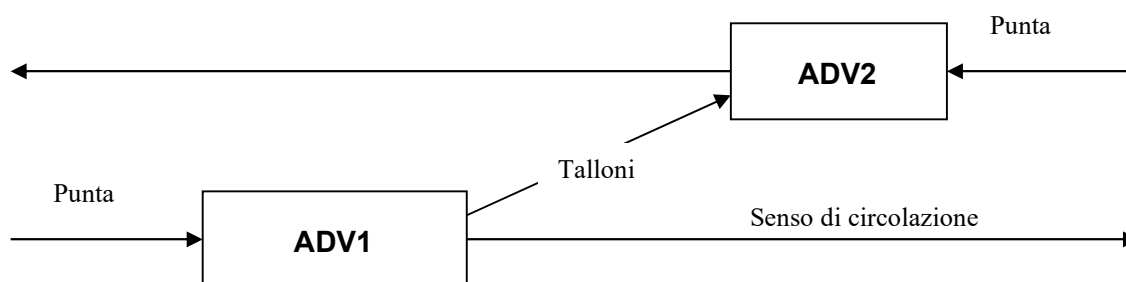
I disassamenti delle rotaie e degli scambi saranno di 1 mm al massimo verticalmente e lateralmente.

Le dimensioni massime dello scambio sono:

- 4 500 mm di lunghezza, comprese le antenne di raccordo;
- Un massimo di 550 mm da ambo le parti dell'asse della rotaia;
- 350 mm d'altezza massima (in posizione di circolazione).

Lo scambio sarà installato a terra secondo le stesse regole della rotaia, in particolare sarà rispettato l'isolamento elettrico. L'insieme dello scambio deve essere isolato dalla terra. Così, conformemente alla norma NF EN 50122, i componenti elettrici saranno di classe 2, ovvero dotati di un doppio isolamento, al fine di garantire la sicurezza dei pedoni e del personale di esercizio (durante le operazioni di manutenzione per esempio) e di evitare ogni sorta di corrente vagante nella rotaia di guida.

Nel caso degli scambi non tallonabili, questi saranno di preferenza posizionati con la punta nel senso di marcia secondo lo schema qui di seguito:



Gli scambi rispetteranno le stesse regole della via corrente. Le rotaie fisse e mobili, che assicurano la funzione di guida sugli scambi, saranno quindi fornite di un cordone di saldatura inox, conformemente al paragrafo 6.4. Allo stesso modo, gli scambi rispetteranno le condizioni descritte nel paragrafo 6.

La sezione dell'insieme "rotaia – profilo di riempimento", a livello delle antenne degli scambi, sarà identica alla sezione presente sulla linea di corsa.

7.2. DISPOSITIVI PER GLI INCROCI E GIUNTI DI DILATAZIONE – E

Anche questi dispositivi rispetteranno le stesse regole della via corrente e degli scambi, in particolare la lunghezza della discontinuità delle facce d'appoggio dei bordini sarà inferiore a 10 mm. Le sezioni saranno collegate elettricamente.

Nelle estremità delle opere, si posizionerà l'estensione di ogni dispositivo di dilatazione della rotaia al massimo a 400 mm dal giunto della via di corsa. In questo modo si eviterà di far coincidere il passaggio delle ruote del veicolo sul giunto dell'opera con il passaggio dei rulli sul dispositivo di dilatazione.

Il dispositivo di dilatazione sarà disposto perpendicolarmente al giunto dell'opera.

7.3. FINE DELLA VIA DI CORSA - E

All'estremità della linea, sia sulla linea di esercizio che al deposito, la fine della via di corsa deve essere messa in evidenza da un limite fisico che permetta di evitare che il veicolo lo sorpassi. Questa disposizione dovrà essere integrata con un dispositivo che azionerà automaticamente la frenatura del veicolo. Si può p.e. prevedere un tratto di rotaia circa 1 metro isolata di lunghezza sulla quale il veicolo, per mancanza di continuità elettrica, azionerà automaticamente il freno di sicurezza.

8. PRESTAZIONI DELLE INSTALLAZIONI FISSE RISPETTO ALL'AMBIENTE – E

La durata di vita del fissaggio della rotaia, così come quella del profilo di riempimento della rotaia e dei vari dispositivi, deve essere quella del sistema di trasporto (30 anni) ed integrare le operazioni di manutenzione per prevenire/riparare le conseguenze degli urti, invecchiamento fisico, termico o climatico/urbano, ecc.

8.1. SOLLECITAZIONI SUI PROFILI DI RIEMPIMENTO – E

Gli urti e danneggiamenti del materiale possono essere prodotti da diverse sollecitazioni esterne. Occorre quindi impedire qualsiasi degradazione dello stato di superficie del profilo di riempimento, onde evitare le infiltrazioni di acqua, le ritenzioni di corpi estranei, ecc.

Si possono citare le seguenti caratteristiche:

- Resistenza al consumo della superficie del profilo di riempimento dell'ordine di 233 TWA, secondo la norma ISO 9352;
- Modulo di taglio / 2 Mpa, secondo la norma In ISO 527;
- Resistenza al taglio /0,7 MPa, secondo la norma In ISO 527;
- Resistenza alla lacerazione /8 N/mm, secondo la norma ISO 34

8.2. INVECCHIAMENTO FISICO – E

L'invecchiamento fisico può essere innanzitutto legato alla penetrazione di solventi (acqua inclusa) , che possono penetrare la struttura del materiale e distruggere localmente le interazioni tra le catene molecolari, dando loro così abbastanza mobilità per subire degli spostamenti interni importanti in presenza di sollecitazioni meccaniche. Perciò l'assorbimento dell'acqua dopo 7 giorni a +23°C deve essere inferiore al 0,5% secondo la norma EN ISO 62.

Si possono anche citare le dilatazioni differenziali che compaiono quando i materiali sono sottoposti alle variazioni di temperatura. Queste dilatazioni differenziali generano delle sollecitazioni interne che potrebbero danneggiare il materiale; si tratta in questo caso di un fenomeno di fatica meccanica (in particolare nelle curve).

Questa descrizione non è esauriente, il titolare dell'appalto "fissaggio della rotaia" deve tenere in conto tutti gli invecchiamenti fisici che potrebbero presentarsi durante la vita del sistema di trasporto.

8.3. INVECCHIAMENTO TERMICO E CLIMATICO – E

L'invecchiamento termico è un'evoluzione della struttura, della composizione e della morfologia dei materiali, legata alla loro esposizione a delle temperature più o meno elevate.

L'invecchiamento climatico risulta dall'esposizione del materiale alle intemperie ed è influenzato da diversi fattori, come la luce solare (UV – fotodegradazione), la temperatura (termo-ossidazione), l'umidità (gonfiature), la pioggia o il riempimento con ghiaccio.

Il titolare dell'appalto "fissaggio della rotaia" dovrà tenere conto delle condizioni climatiche specifiche del sito di esercizio e ha il compito di tenere in conto tutti i tipi di invecchiamento termico e/o climatico ed urbano che potrebbero presentarsi durante la vita del sistema di trasporto (ossidazione, resistenza termica, ecc.).

9. PRESTAZIONI DELLE INSTALLAZIONI Fisse RISPETTO AL MATERIALE ROTABILE – E

9.1. CERTIFICAZIONE – E

La rotaia ed il suo fissaggio, i profili di riempimento della rotaia e i dispositivi delle rotaie saranno conformi ai regolamenti vigenti e saranno oggetto di una certificazione da parte di un organismo indipendente. In questo contesto, il fornitore dovrà fornire a NTL un piano di qualifica del materiale ed i relativi risultati riguardo alle caratteristiche intrinseche soprariportate.

In seguito a questa certificazione e prima di ogni posa definitiva della soluzione sul sito di esercizio, un tratto rappresentativo della soluzione deve essere installato (a carico del fornitore) sulla pista NTL di Duppigheim, affinché siano realizzate da NTL le seguenti prove riguardanti l'interazione tra i dispositivi di guida del veicolo Translohr e le installazioni fisse. Oltre alle prove di verifica di tenuta meccanica, le installazioni fisse subiranno sul sito di NTL delle prove tipo, riguardanti le prestazioni della guida in condizioni dinamiche con le gole della rotaia ostruite. Le due gole possono essere ostruite. Al passaggio dei rulli su diversi oggetti, tra cui un cilindro di riferimento, non deve essere constatata nessuna deviazione, e questo per tutte le velocità del veicolo comprese, fino a 70 km/h.

9.2. TENUTA AGLI SFORZI STATICI – E

La rotaia e il suo fissaggio e i dispositivi delle rotaie dovranno resistere agli sforzi della circolazione stradale negli incroci, così come agli sforzi trasmessi dalla guida del Translohr.

Gli sforzi trasmessi dalla guida, ad esclusione di quelli generati dalla circolazione stradale, sono quelli presentati qui di seguito; essi sono definiti per un parco di 32 veicoli STE6, una frequenza di passaggio di 240 veicoli al giorno e per senso di marcia, durante una durata di 30 anni.

9.2.1. Carichi eccezionali in statica – E

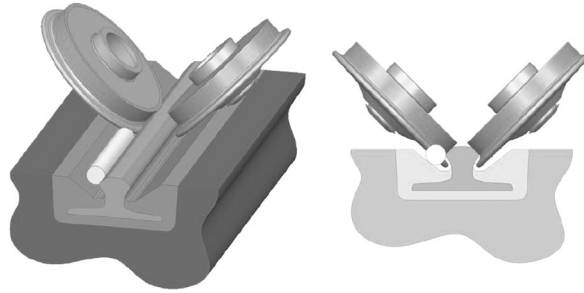
Questi sforzi si applicano su tutti i collegamenti alla rotaia dei dispositivi di guida, cioè due per assale, secondo gli interessi indicati sullo schema F00326953.

- Sollecitazione laterale: 34 000 N, con un'occorrenza di 10 cicli sulla durata di vita prevista per il gruppo "rotaia/fissaggio";
- Sollecitazione verticale: + 30 000 N (dal basso verso l'alto) sul gruppo "rotaia/fissaggio", con un'occorrenza di 5,1 10² cicli sulla durata di vita prevista per il gruppo "rotaia/fissaggio";
- Sollecitazione verticale: + 55 000 N (dal basso verso l'alto) sulla rotaia, con un'occorrenza di 5,1 10² cicli sulla durata di vita prevista per il gruppo "rotaia/fissaggio". Questo carico è applicato tra il profilo della rotaia e la sua soletta. I fissaggi della rotaia non sono sollecitati da questo sforzo.

Il comportamento del gruppo "rotaia/fissaggio" o della rotaia deve rimanere nel campo elastico dopo applicazione dello sforzo.

9.2.2. Capacità di assorbimento – E

Il profilo di riempimento lungo la rotaia in via corrente, e che si trova sotto il passaggio dei bordini, sarà in grado di deformarsi abbastanza da assorbire un ostacolo rappresentato da un cilindro di diametro 30 mm e lunghezza 200 mm (anche "cilindro di riferimento"), durante il passaggio dei rulli. La deformazione sarà sufficiente per permettere il passaggio della sagoma dinamica dei bordini (v. schema F00326953), tenendo conto che lo sforzo esercitato dalla guida è di 1500 daN.



Sulla placca mobile degli scambi (rotaia mobile), è tollerato un cilindro di diametro 16 mm e lunghezza 200 mm.

Nota: queste caratteristiche sono richieste al fine di caratterizzare il profilo, ma non sono sufficienti per qualificarlo; come indicato al § 9.1, sono richieste le prove di qualifica.

9.2.3. Isolamento elettrico – E

L'isolamento elettrico lungo la rotaia (misura della differenza di potenziale tra la rotaia e il suolo) sarà verificato.

9.3. TENUTA AGLI SFORZI DINAMICI – E

Le prove dinamiche servono principalmente a convalidare l'aspetto funzionale del profilo di riempimento delle gole al passaggio del materiale rotabile.

9.3.1. Sforzi a fatica– E

- Sollecitazione laterale media, che si applica su ogni collegamento alla rotaia del dispositivo di guida anteriore, ovvero una per assale: 0 a 5 200 N, con un'occorrenza di $10 \cdot 10^6$ cicli sulla durata di vita prevista del gruppo "rotaia/fissaggio".
- Sollecitazione verticale, che si applica a tutti i collegamenti alla rotaia dei dispositivi di guida, ovvero due per assale: 0 a - 1 500 N, con un'occorrenza di $1,8 \cdot 10^7$ cicli sulla durata di vita prevista del gruppo "rotaia/fissaggio".

Non si deve osservare deterioramento del sistema in seguito ai cicli di sforzi a fatica (fessure, rottura, ecc.).

9.3.2. Prestazioni delle gole della rotaia – E

Le gole lungo la rotaia devono permettere il passaggio dei rulli e dei DDO, anche in caso di presenza di oggetti. Per definire le prestazioni richieste, NLT ha messo a punto un programma di prove tipo, a cui dovranno essere sottoposte tutte le nuove soluzioni di rotaia, di posa della rotaia, di dispositivo della rotaia e di posa dei dispositivi della rotaia. È definita una lista di oggetti rappresentativi di ciò che si può trovare nell'ambiente urbano.

9.3.3. Svolgimento delle prove tipo– E

Per le prove dinamiche, NTL utilizza un carrello di test composto da un dispositivo di guida di serie montato su degli organi di rotolamento di serie (assale MI, quadro MI, sospensioni). Il carrello viene trainato da un veicolo stradale, con timone articolato: la direzione del carrello è imposta solamente dal dispositivo di guida.

Passaggi del carrello a diverse velocità, 20 km/h, 40 km/h e 60 km/h nelle gole ingombrate della rotaia, con E senza DDO, 3 passaggi per oggetto



I risultati attesi sono:

- il buon comportamento della guida,
- nessuna deviazione,
- la liberazione delle gole della rotaia tramite incastro dell'oggetto nel materiale di riempimento,
- oppure la sua espulsione sul lato; in questo caso si stimerà il comportamento di questi oggetti nei confronti dell'ambiente.

Queste prove saranno realizzate in rettilineo **E** in curva, in via corrente, nei dispositivi delle rotaie e di drenaggio.

9.3.4. Elenco degli oggetti – E



La gola della rotaia sarà ingombrata successivamente con:

- Cilindri in acciaio di lunghezza 200 e di diametro progressivo da 14 mm a 32 mm con passo di 2 mm;
- Lucchetto in ottone, tipo lucchetto spogliatoio;
- Bulloni di diametro da 6 mm a 20 mm e di lunghezza compresa tra 20 mm e 80 mm;
- Tondino per cemento armato, diametro 10 mm, piegato a 90° e lunghezza 300 mm;
- Pezzo di cerchione auto in alluminio;
- Pezzi di calcestruzzo di bordure per marciapiede o canalini di scolo;
- Brandelli di profili di riempimento, che colmano totalmente la lacuna;
- Listello di legno, tipo tropicale, 20 x 30 mm, lunghezza 500 mm;
- Scarpa sportiva misura minima 40;
- Straccio bagnato;
- Leva di comando dello scambio;
- Pattino di ritorno corrente.

Ingombro simultaneo delle due gole con:

- Materiale composito steso su 50 cm, composto da una miscela compatta di sabbia per cemento umido, terra umida, piccole viti e dadi, 200g piombini di equilibraggio ruota, 4 tondini per cemento di lunghezza 10 cm, 3 pezzi di stoffa, foglie ed erba;
- Ghiaccio di temperatura – 10°C che riempie la totalità delle lacune su una distanza di 10 m circa.

10. SEGNALAZIONE – E

Schema di riferimento *D50007035*

La segnalazione localizzata lungo il tracciato non deve mai entrare in interferenza con la SO. È posta in modo da permettere all'autista di vederla senza ambiguità e tiene conto del campo visivo in cabina definito nel disegno D50007035.

11. RISANAMENTO DELLA ROTAIA DI GUIDA E DEI DISPOSITIVI DELLA ROTAIA

11.1. ESIGENZA

Il risanamento delle gole della rotaia è obbligatorio; l'acqua non deve ristagnare in caso di gelo.

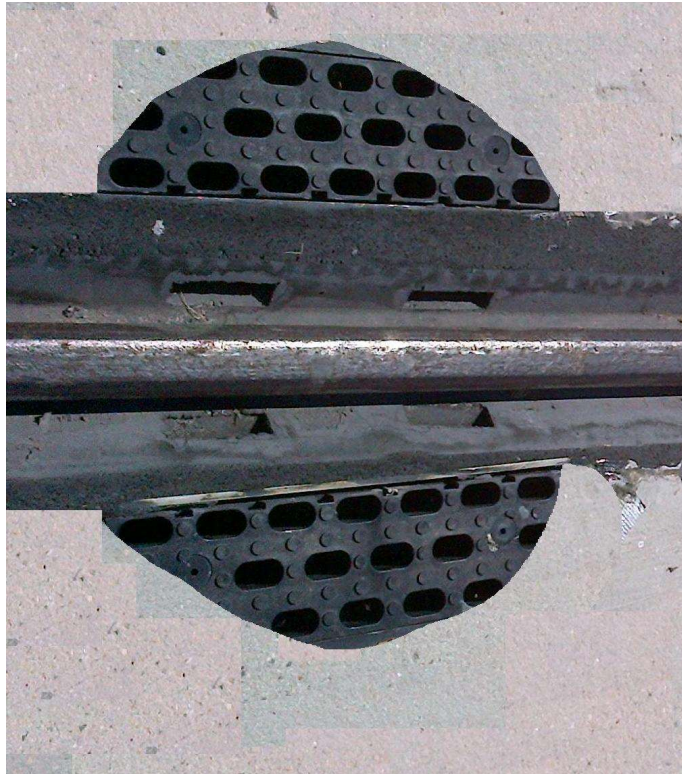
11.2. RACCOMANDAZIONE

Al fine di garantire il risanamento delle gole, è possibile installare delle scatole di drenaggio che raccolgono l'acqua delle gole e la evacuano verso la rete di scarico. Una foratura sul coperchio dei collettori permette il passaggio dell'acqua dalle gole verso lo scolo. Il passo dei collettori è determinato essenzialmente in funzione del profilo longitudinale (inversione del pendio) e delle condizioni pluviometriche del sito in cui opera il sistema di trasporto Translohr. In ogni caso la disposizione delle scatole di drenaggio deve garantire che non ci sia acqua che ristagni nelle gole della rotaia.

I collettori sono disposti su ogni rotaia nella stessa sezione trasversale ai fini di semplificare il collegamento alla rete generale. Tali collettori sono di preferenza posizionati in linea dritta al fine di limitare le sollecitazioni laterali create dal passaggio del rotabile.

Il risanamento degli scambi è realizzato con un'evacuazione sul fondo dello scambio verso la rete globale.

Il profilo di riempimento della rotaia sarà presente lungo tutta la scatola di drenaggio, come si può vedere sull'immagine qui di seguito.



La scatola di drenaggio ha una forma circolare, in modo da evitare crepe che partano dagli angoli e per permettere una posa mediante carotaggio dopo la realizzazione della piattaforma.

La scatola di drenaggio potrà anche essere utilizzata come punto di ispezione dei raccordi di equipotenzialità; tali raccordi sono richiesti ogni 100m.

Le scatole di drenaggio saranno conformi ai regolamenti vigenti e saranno oggetto di una certificazione da parte di un organismo indipendente.

Il drenaggio della via di corsa è garantito dagli scoli e non dalle scatole di drenaggio, v. §12.

In seguito a questa certificazione e prima della posa definitiva della soluzione sul sito di esercizio, una scatola di drenaggio di serie deve essere installata (a carico del titolare delle opere civili) sulla pista NTL di Duppigheim, in modo che NTL possa realizzare le prove riportate al § 0.

12. RISANAMENTO GENERALE DELLA PIATTAFORMA – R

Le pendenze della piattaforma convogliano le acque pluviali verso canaletti costituiti da cunette esterne.

Le acque pluviali sono poi recuperate attraverso scoli posizionati lungo la piattaforma e collegati alla rete fognaria.

13. MANUTENIBILITA' – E

I vincoli che riguardano la manutenzione sono oggetto del documento D00012823.

14. INTERFACCE ELETTRICHE CON IL MATERIALE ROTABILE

14.1. GENERALITÀ

Il materiale rotabile possiede diversi dispositivi d'accesso o interfacce elettriche con le infrastrutture:

- Accesso attraverso i morsetti di alimentazione di trazione in corrente continua:

- Collegamento pantografo / LAC
- Collegamento pattini/rotaia di guida;
- Accesso attraverso i morsetti d'alimentazione dei circuiti ausiliari:
 - Ricarica delle batterie di riserva 24V
 - Utilizzo dei circuiti ausiliari veicolo per alimentare equipaggiamenti esterni al veicolo
- Accesso attraverso i morsetti di misura e di controllo dei processi:
 - Utilizzo di uno strumento di comunicazione con le unità elettroniche del veicolo
- Accesso attraverso i morsetti di segnali e di comunicazione:
 - Trasmissione bidirezionale di dati tra il veicolo e un terminale fisso
 - Trasmissione unidirezionale di dati tra il veicolo e un sistema di rilevamento a terra
 - Sistema di rilevamento del veicolo per induzione

14.2. PANTOGRAFO E LINEA AEREA DI CONTATTO (LAC) – E

La tensione nei morsetti del pantografo deve rispettare gli intervalli di variazione definiti nella norma EN50163 “Applicazioni ferroviarie: tensioni d'alimentazione delle reti di trazione”, e questo indipendentemente dalla posizione del veicolo sulla linea. La distribuzione di energia sarà conforme all'ordinanza del 17 maggio 2001.

All'occorrenza è possibile disporre dei feeders in parallelo sulla LAC, a causa di densità di corrente troppo elevate nel cavo o nei cavi di contatto o di cadute di tensione proibitive.

Le parti metalliche che potrebbero trovarsi sotto carica (p.e. un palo della LAC) possono essere messe a terra.

La linea aerea di contatto deve rispettare la norma NF EN 50119.

La forza di pressione del pantografo può essere regolata tra 80 N e 120 N. Le pendenze della LAC sono in funzione della velocità di servizio del veicolo:

Velocità fino a (km/h)	Pendenza massima (%)	Variazione massima della pendenza (%)
10	6	3
30	4	2
60	2	1

Gli spostamenti del pantografo in curva definiscono la posizione teorica della LAC. I raggi teorici di installazione della LAC sono indicati nella tabella sottoriportata:

Raggio della rotaia (m)	10,5	15	20	30	40	50	60
Raggio della LAC (m)	10,180	14,777	19,833	29,889	39,917	49,933	59,945
Spostamento (mm)	320	223	167	111	83	67	55

Raggio della rotaia (m)	70	80	100	120	150	200	Allineamento dritto
Raggio della LAC (m)	69,953	79,958	99,967	119,972	149,978	199,983	0

Spostamento (mm)	47	42	33	28	22	17	0
-------------------------	----	----	----	----	----	----	---

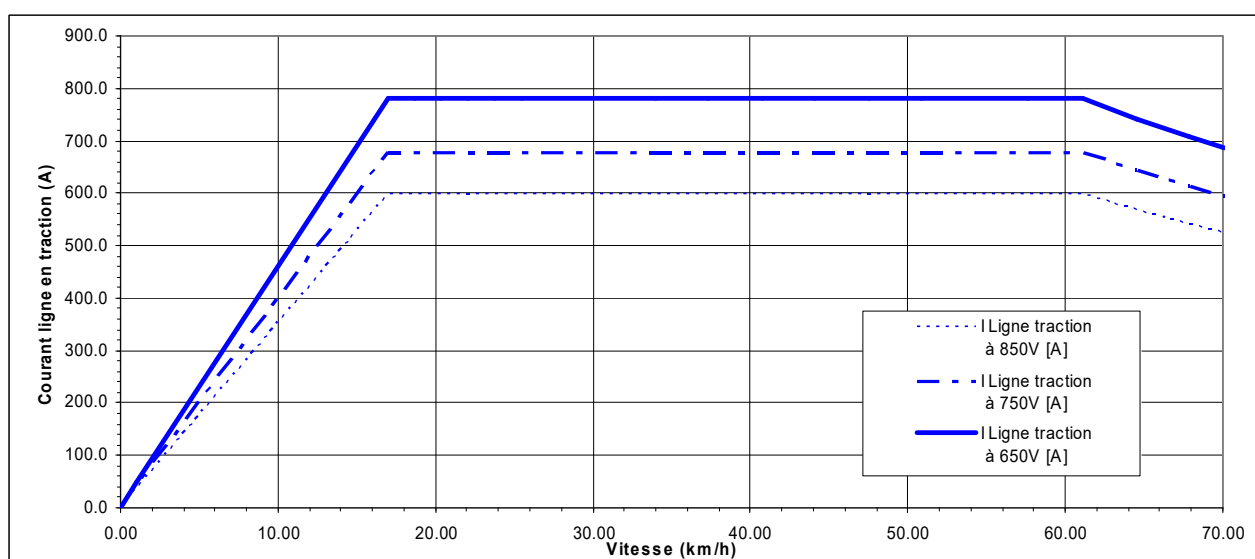
La linea aerea avrà un disassamento massimo di 250 mm in curva e 280 mm in linea dritta rispetto alla sua posizione teorica, questo secondo una proiezione ortogonale sulla via di corsa. Questi valori sono da garantire con qualsiasi condizione climatica (vento, ecc.).

14.2.1. Caratteristiche di un Translohr STE 3 – E

La tensione nei morsetti del pantografo deve rispettare gli intervalli di variazione definiti nella norma EN50163 “Applicazioni ferroviarie: tensioni d’alimentazione delle reti di trazione”, e questo indipendentemente dalla posizione del veicolo sulla linea.

14.2.1.1. Translohr STE3 fino al 2012

L’intensità assorbita dal sistema di trazione per ogni veicolo è data dal grafico qui di seguito:



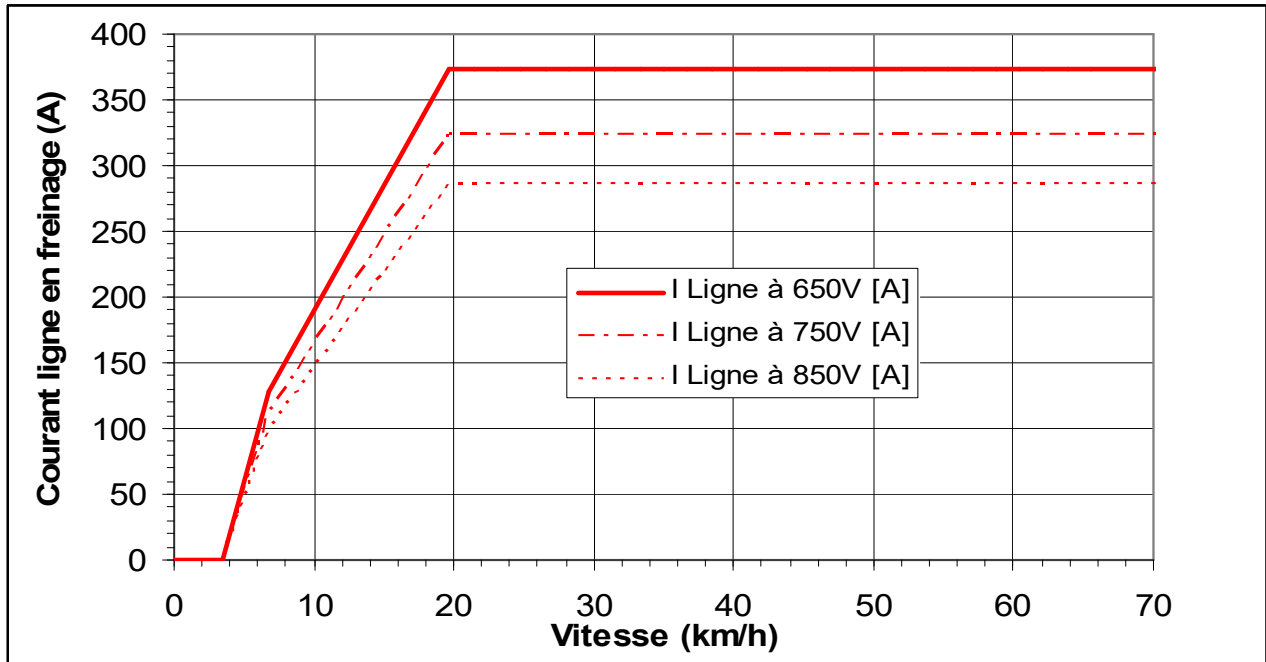
A questo si aggiunge la potenza assorbita dagli ausiliari:

	Estate (con climatizzazione attiva)		Inverno (con riscaldamento attivo)	
	Potenza media (kW)	Potenza max (kW)	Potenza media (kW)	Potenza max (kW)
STE 3 con autonomia	51,6 (1)	66 (1)	73 (2)	94,4 (2)

Nota: (1) Potenza identica per una tensione linea compresa tra 450 V e 950 V

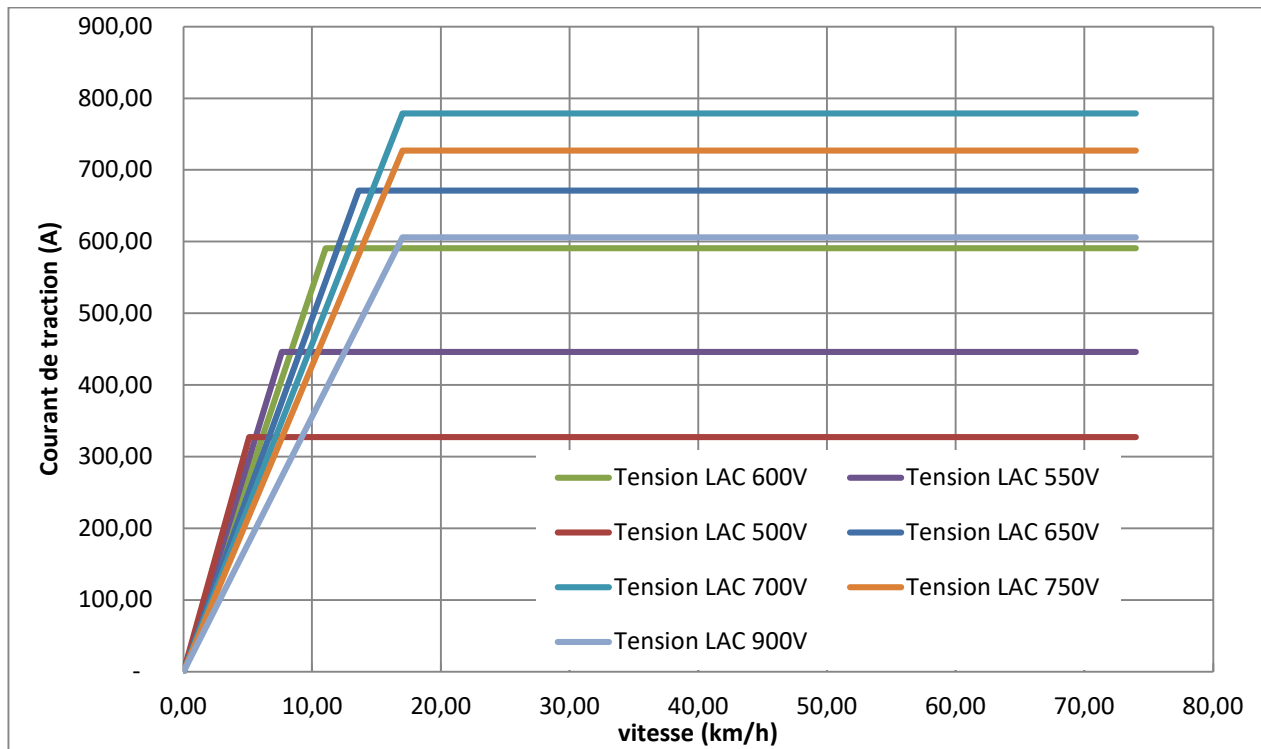
(2) Potenza data per una tensione linea pari a 750 V.

L’intensità rinviata nella linea dal sistema di motorizzazione in fase di frenatura per ogni veicolo è data dal grafico qui di seguito:



14.2.1.2. Translohr STE3 dal 2012

L'intensità assorbita dal sistema di trazione per ogni veicolo è data dal grafico qui di seguito:



NB: La potenza fornita dai motori di trazione tiene conto di un derating per le tensioni inferiori a 700V. Ovvero:

Tensione LAC (V)	Derating applicato
650 ≤ U _{LAC} < 680	0.8
600 ≤ U _{LAC} < 650	0.65

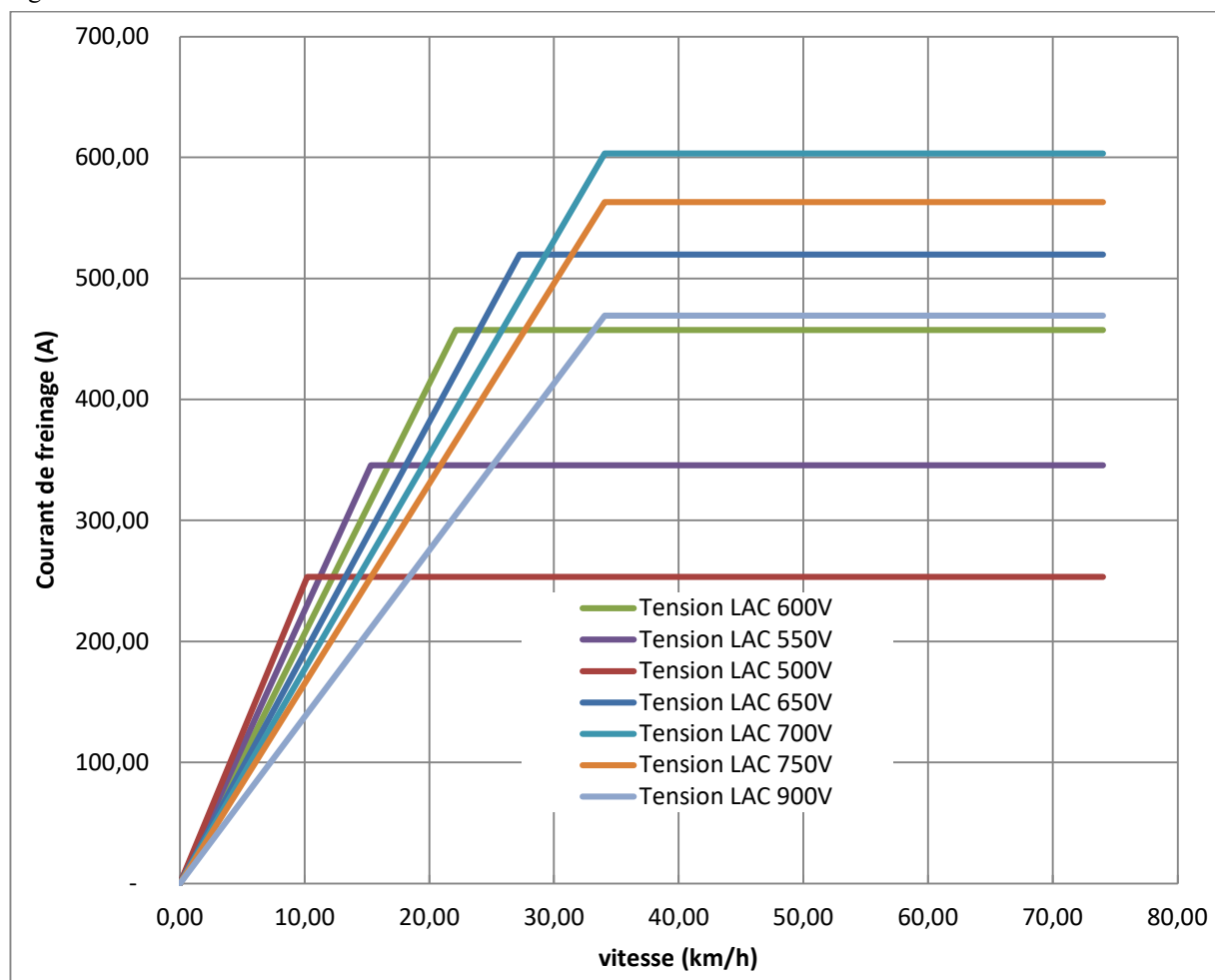
$550 \leq U_{LAC} < 600$	0.45
$500 \leq U_{LAC} < 550$	0.3

A questo si aggiunge la potenza assorbita dagli ausiliari:

	Estate (con climatizzazione attiva)		Inverno (con riscaldamento attivo)	
	Potenza media (kW)	Potenza max (kW)	Potenza media (kW)	Potenza max (kW)
STE 3 con autonomia	57,3(1)	81,8 (1)	54,7 (2)	78,1 (2)

- Nota:** (1) Potenza identica per una tensione linea compresa tra 450 V e 950 V
 (2) Potenza data per una tensione linea pari a 750 V.

L'intensità rinviata nella linea dal sistema di motorizzazione in fase di frenatura per ogni veicolo è data dal grafico qui di seguito:

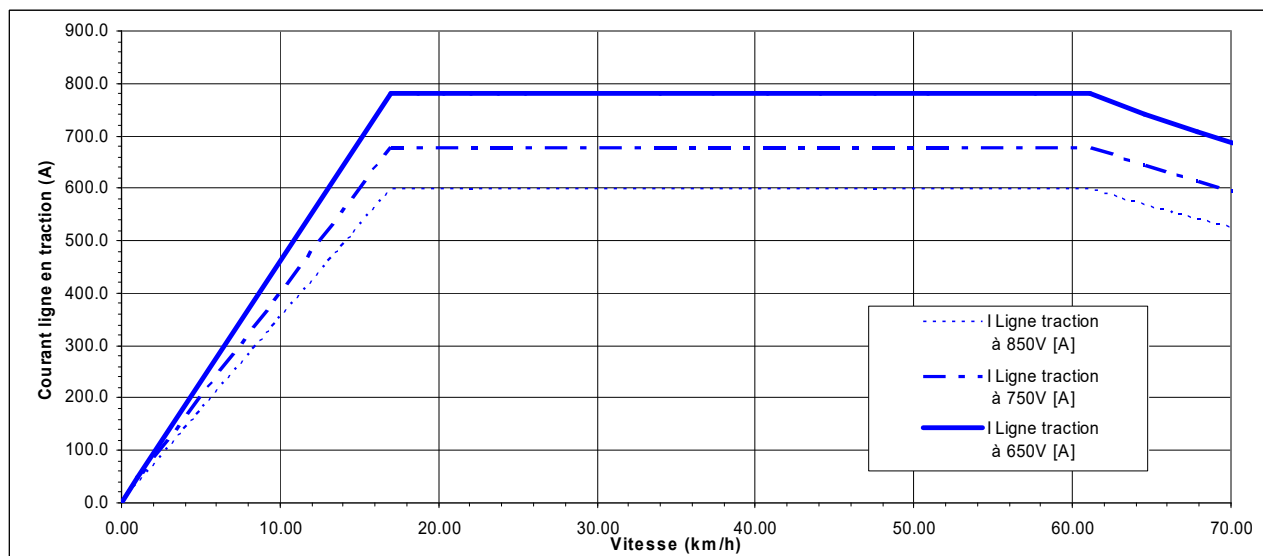


14.2.2. Caratteristiche di un Translohr STE 4 – E

La tensione nei morsetti del pantografo deve rispettare gli intervalli di variazione definiti nella norma EN50163 “Applicazioni ferroviarie: tensioni d’alimentazione delle reti di trazione”, e questo indipendentemente dalla posizione del veicolo sulla linea.

14.2.2.1. Translohr STE4 fino al 2012

L'intensità assorbita dal sistema di trazione per ogni veicolo è data dal grafico qui di seguito:

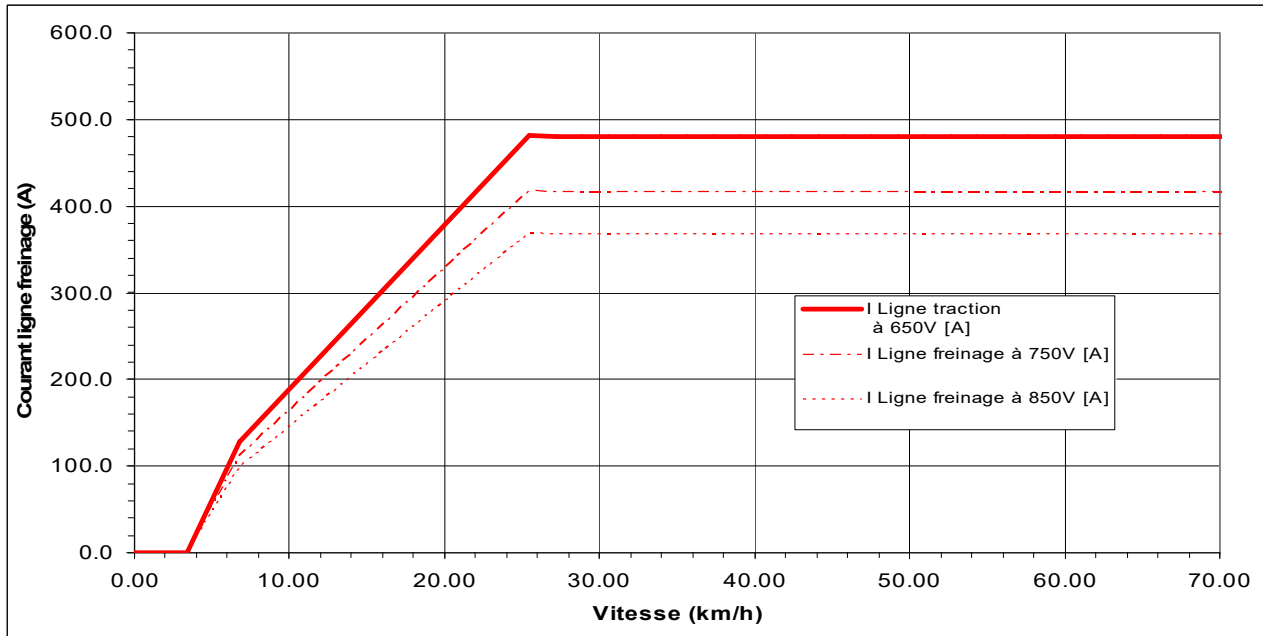


A questo si aggiunge la potenza assorbita dagli ausiliari:

	Estate (con climatizzazione attiva)		Inverno (con riscaldamento attivo)	
	Potenza media (kW)	Potenza max (kW)	Potenza media (kW)	Potenza max (kW)
STE 4 con autonomia	57,5 (1)	78 (1)	85 (2)	110 (2)

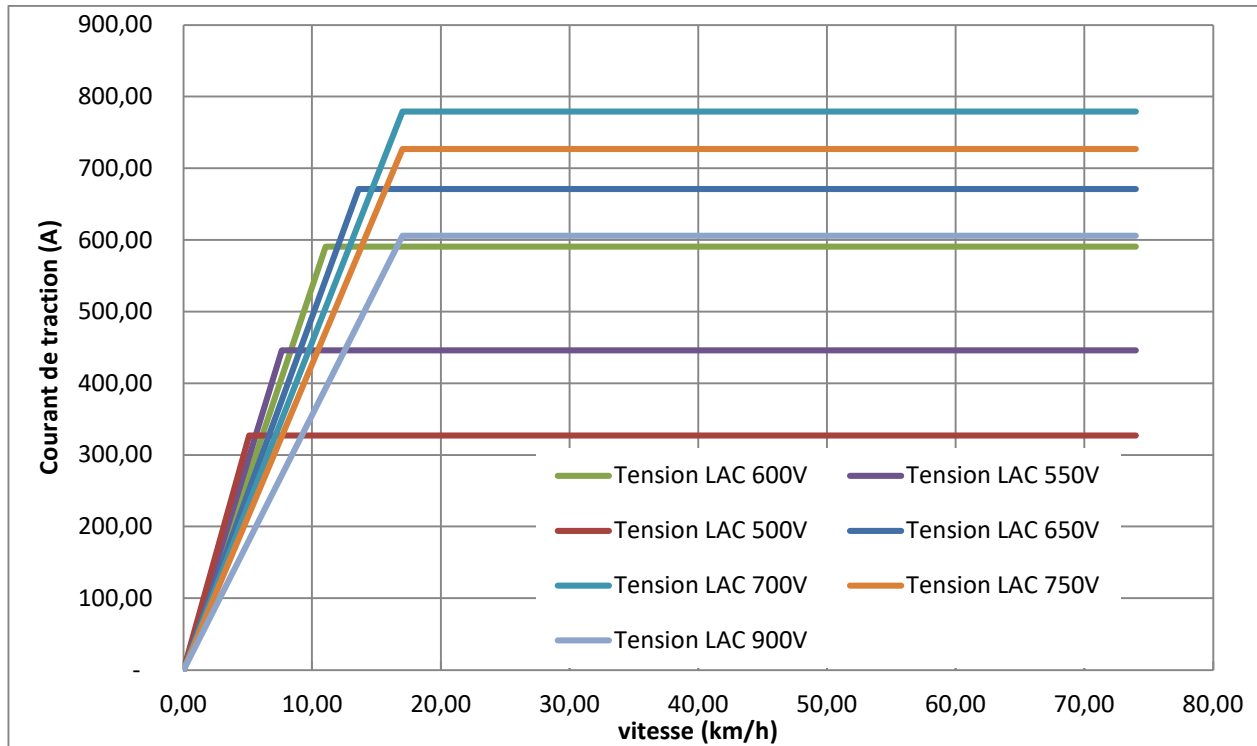
Nota: (1) Potenza identica per una tensione linea compresa tra 450 V e 950 V
(2) Potenza data per una tensione linea pari a 750 V.

L'intensità rinviata nella linea dal sistema di motorizzazione in fase di frenatura per ogni veicolo è data dal grafico qui di seguito:



14.2.2.2. Translohr STE4 dal 2012

L'intensità assorbita dal sistema di trazione per ogni veicolo è data dal grafico qui di seguito:



NB: La potenza fornita dai motori di trazione tiene conto di un derating per le tensioni inferiori a 700V. Ovvero:

Tensione LAC (V)	Derating applicato
650 ≤ U_LAC < 680	0.8

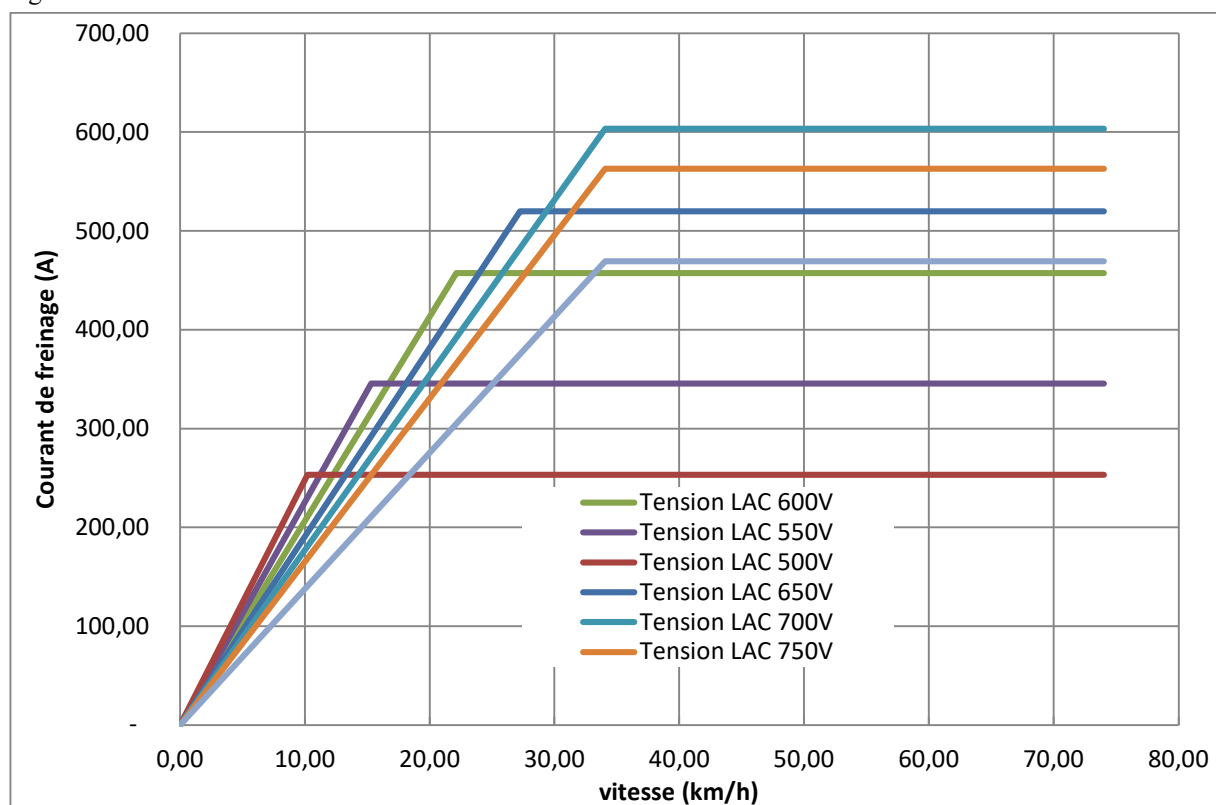
600 ≤ U _{LAC} < 650	0.65
550 ≤ U _{LAC} < 600	0.45
500 ≤ U _{LAC} < 550	0.3

A questo si aggiunge la potenza assorbita dagli ausiliari:

	Estate (con climatizzazione attiva)		Inverno (con riscaldamento attivo)	
	Potenza media (kW)	Potenza max (kW)	Potenza media (kW)	Potenza max (kW)
STE 4 con autonomia	68,3(1)	97,6(1)	69,2(2)	98,8(2)

- Nota: (1) Potenza identica per una tensione linea compresa tra 450 V e 950 V
(2) Potenza data per una tensione linea pari a 750 V.

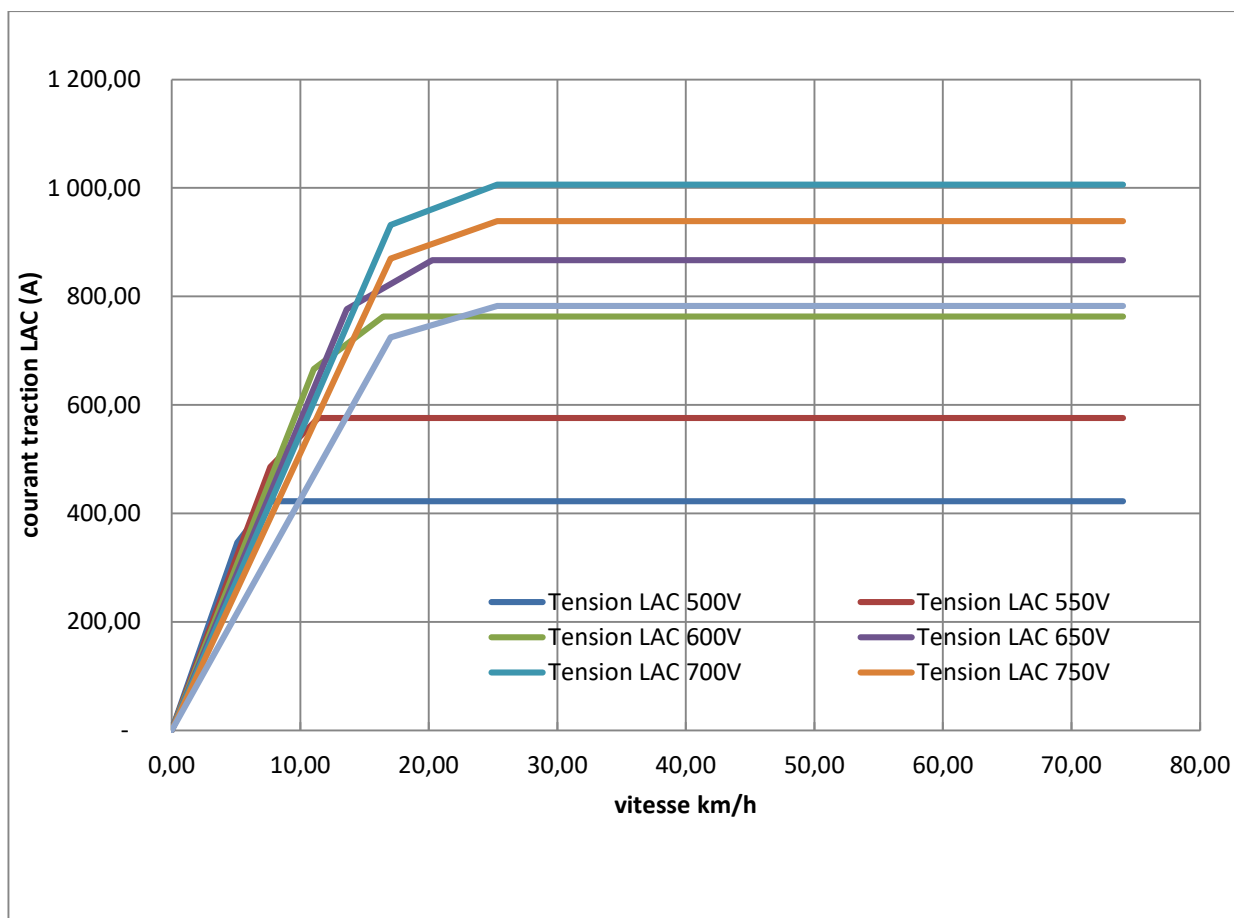
L'intensità rinviata nella linea dal sistema di motorizzazione in fase di frenatura per ogni veicolo è data dal grafico qui di seguito:



14.2.3. Caratteristiche di un Translohr STE 5 – E

La tensione nei morsetti del pantografo deve rispettare gli intervalli di variazione definiti nella norma EN50163 “Applicazioni ferroviarie: tensioni d’alimentazione delle reti di trazione”, e questo indipendentemente dalla posizione del veicolo sulla linea.

L’intensità assorbita dal sistema di trazione per ogni veicolo è data dal grafico qui di seguito:



NB: Questi grafici corrispondono ad una motorizzazione di tipo 2 ME e 1 MI. Per la versione 2 ME e 2 MI, fare riferimento alle curve STE6.

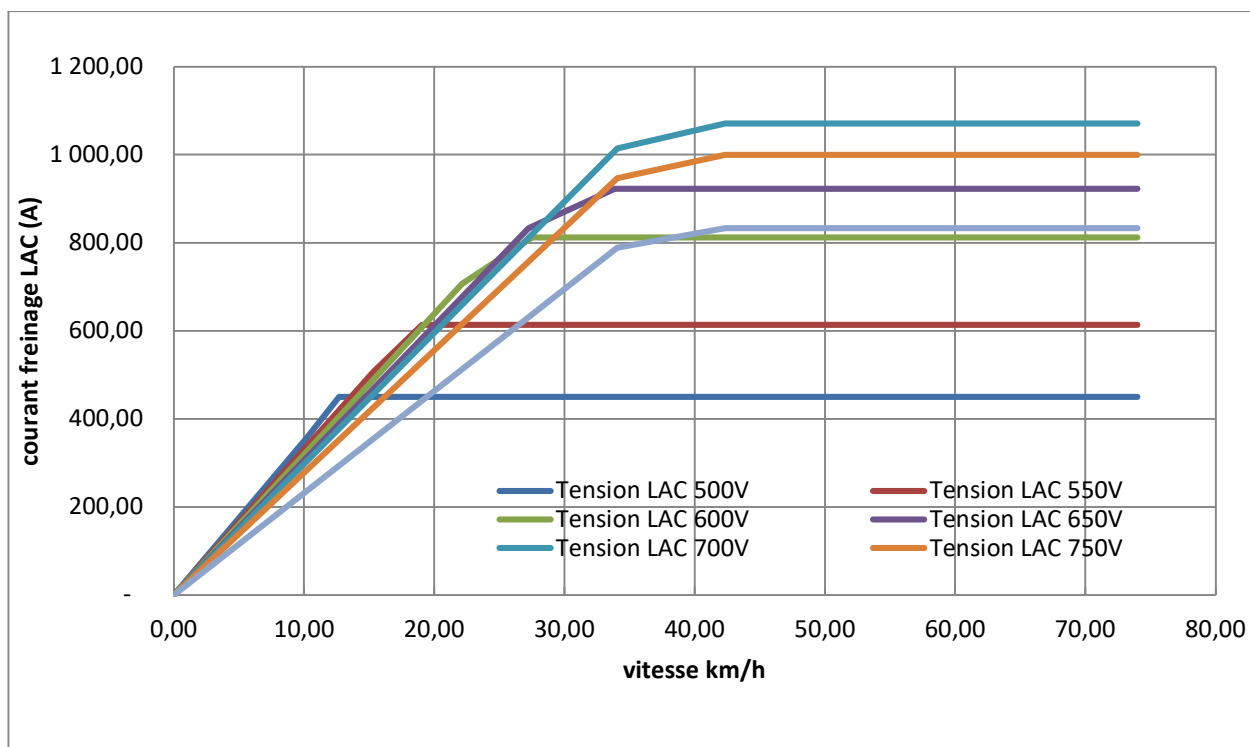
A questo si aggiunge la potenza assorbita dagli ausiliari:

Estate (con climatizzazione attiva)		Inverno (con riscaldamento attivo)	
Potenza media (kW)	Potenza max (kW)	Potenza media (kW)	Potenza max (kW)
95,5	136,3	88,5	126,4

Le potenze indicate sono invariate per una tensione linea compresa tra 700V e 950V.

Per una tensione di linea inferiore a 700V, le potenze assorbite dagli ausiliari diminuiscono.

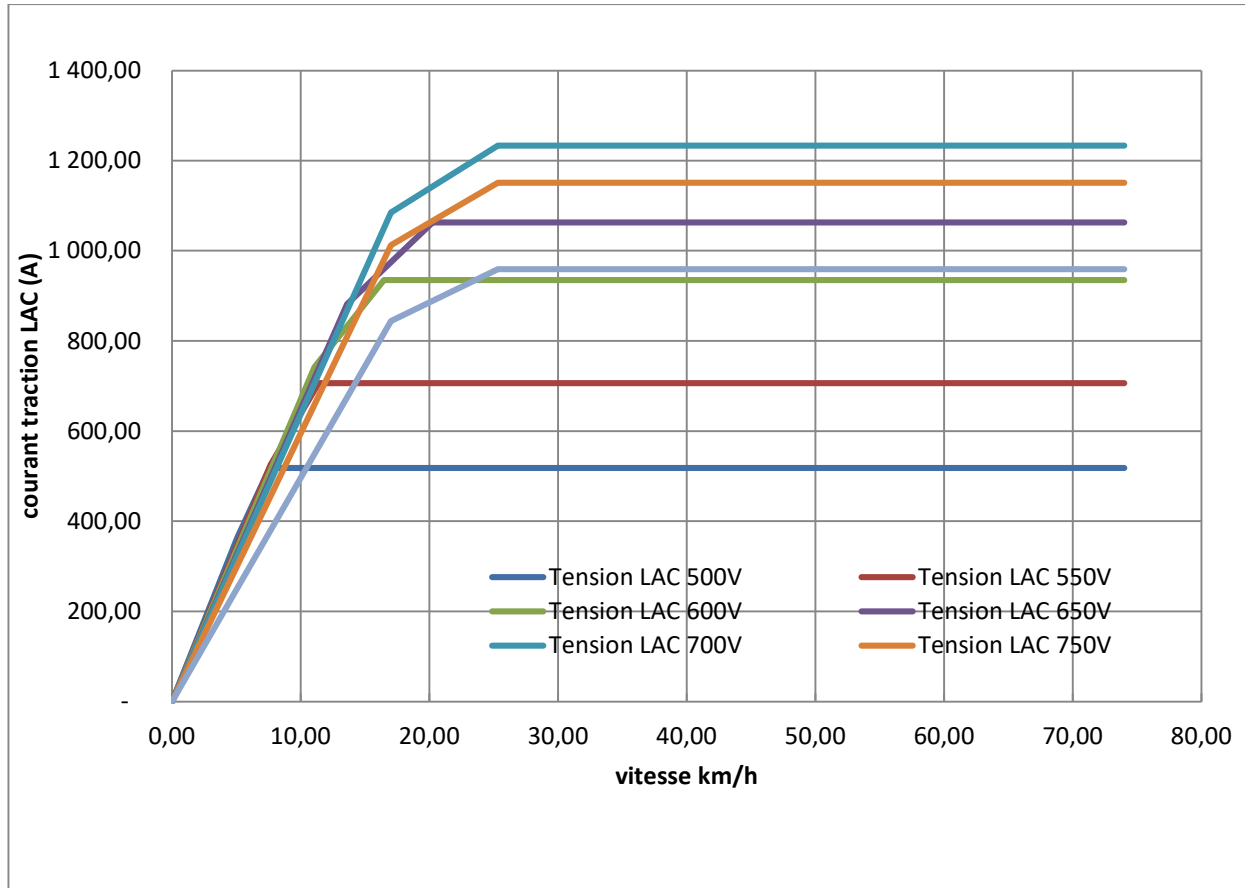
L'intensità rinviata nella linea dal sistema di motorizzazione in fase di frenatura per ogni veicolo è data dal grafico qui di seguito:



14.2.4. Caratteristiche di un Translohr STE 6 – E

La tensione nei morsetti del pantografo deve rispettare gli intervalli di variazione definiti nella norma EN50163 “Applicazioni ferroviarie: tensioni d’alimentazione delle reti di trazione”, e questo indipendentemente dalla posizione del veicolo sulla linea.

L’intensità assorbita dal sistema di trazione per ogni veicolo è data dal grafico qui di seguito:



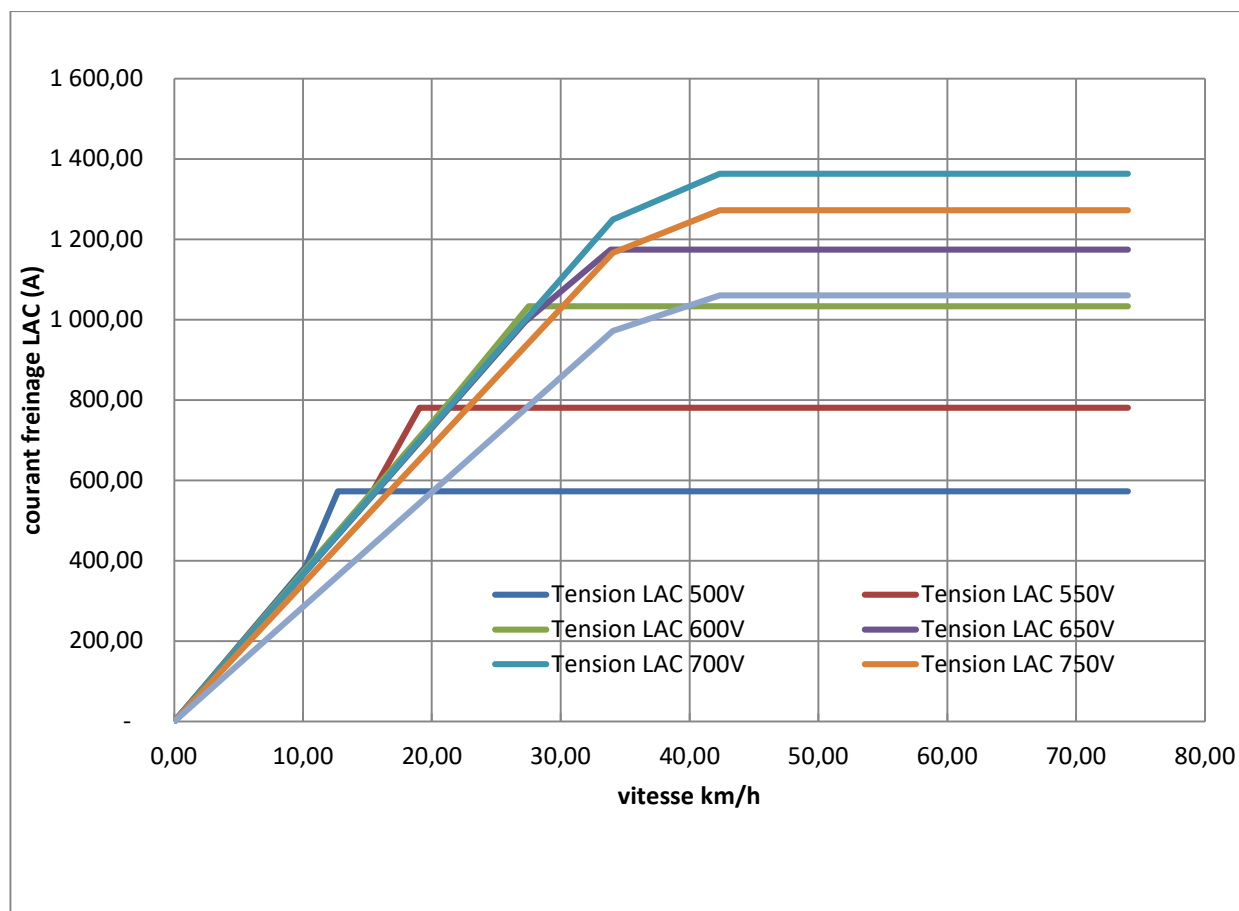
A questo si aggiunge la potenza assorbita dagli ausiliari:

Estate (con climatizzazione attiva)		Estate (con climatizzazione attiva)	
Potenza media (kW)	Potenza max (kW)	Potenza media (kW)	Potenza max (kW)
106,5	152,1	99	141

Le potenze indicate sono invariate per una tensione linea compresa tra 700V e 950V.

Per una tensione di linea inferiore a 700V, le potenze assorbite dagli ausiliari diminuiscono.

L'intensità rinviata nella linea dal sistema di motorizzazione in fase di frenatura per ogni veicolo è data dal grafico qui di seguito:



14.3. COLLEGAMENTO PATTINI / ROTAIA DI GUIDA – E

Ai fini di garantire la sicurezza del sito, è necessario che le differenze di potenziale tra la cassa e il suolo siano conformi alle leggi e alle normative vigenti (in modo particolare alla norma francese NF C 15-100 e al decreto 88- 1056). L'isolamento elettrico tra la rotaia di guida e la terra crea la possibilità di tensioni "elevate" tra loro. La norma EN 50122-1 fissa i limiti da non superare: in particolare non devono essere superiori a 120 V per un'intensità massima fissata, in qualsiasi punto della linea e qualunque sia il numero di veicoli in esercizio, e non devono essere superiori a 60 V nei locali tecnici e posti similari.

14.4. ALIMENTAZIONE DELLE APPARECCHIATURE ESTERNE AL VEICOLO – E

È assolutamente vietato l'utilizzo delle reti elettriche del veicolo per alimentare equipaggiamenti non montati inizialmente sul veicolo (aspirapolvere, autoradio...).

14.5. UTILIZZO DI UNO STRUMENTO DI COMUNICAZIONE CON LE UNITÀ ELETTRONICHE DEL VEICOLO – E

Ogni strumento di diagnosi deve presentarsi sotto forma di PC portatile non collegato alla sua rete d'alimentazione. Le interfacce di comunicazione tra questi strumenti e le unità elettroniche devono seguire le raccomandazioni del costruttore del materiale rotabile.

14.6. TRASMISSIONE D'INFORMAZIONI BIDIREZIONALI TRA IL MATERIALE ROTABILE E UN TERMINALE FISSO – E

Le perturbazioni emesse dai terminali fissi devono essere inferiori ai limiti di classe B secondo la norma EN 55022 “Dispositivi per il trattamento dei dati. Caratteristiche delle perturbazioni radioelettriche. Limiti e metodi di misurazione”.

Si consiglia l'utilizzo dell'infrarosso come mezzo di comunicazione, al fine di evitare le distorsioni dei dati dovute alle interferenze elettromagnetiche.

14.7. TRASMISSIONE UNIDIREZIONALE DI INFORMAZIONI DEL VEICOLO VERSO UN SISTEMA DI RILEVAMENTO A TERRA – E

Il sistema di rilevamento a terra e le infrastrutture dovranno essere compatibili con le predisposizioni del materiale rotabile, richieste per ogni applicazione del sistema (infrastrutture dei sistemi SAE, rilevamento SIG ferroviario, telecomando di percorso e di richiesta di precedenza negli incroci).

14.8. COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA – E

Tutti gli equipaggiamenti elettrici necessari all'esercizio del materiale rotabile, in particolare i dispositivi di telecomunicazione, di segnaletica, nonché le installazioni fisse d'alimentazione ed i relativi equipaggiamenti, devono rispondere alle esigenze di compatibilità elettromagnetica della norma EN 50121.

15. SAGOME

15.1. SAGOME LIMITE DEGLI OSTACOLI IN CURVA E IN DOPPIA CORSIA – E

Documento di riferimento specifica D00007421 e schemi F00362351

Le sagome limite degli ostacoli (SLO) in curva e in doppia corsia sono determinate dal tracciato delle sagome dinamiche definite nel documento D00007421, alle quali si aggiungono i valori dei margini M1 e M2 (v. calcolo dei margini nel documento D00007421).

Tali tracce sono realizzate per diversi raggi:

10.5, 15, 20, 25, 30,40, 50.60, 70, 80, 100, 150, 200 et 380 m. v. schema F00325825

Il raggio alla rotaia e i raggi interni ed esterni di questi tracciati sono in seguito riportati su un abaco, v. tavola 2 dello schema F00362351 per esempio. Al fine di determinare il raggio della rotaia per il veicolo esterno alla curva, si considera che il raggio esterno della SLO del veicolo interno alla curva è identico al raggio interno della SLO del veicolo esterno alla curva. Questi raggi vengono poi riportati graficamente sull'abaco, al fine di elaborare le tabelle presentate al § 15. Per il caso dei pali posizionati tra le due vie di corsa, la distanza tra il raggio della SLO esterna del veicolo interno alla curva e quello della SLO interna del veicolo esterno alla curva è di 400 mm, v. per esempio tavola n°3. Per il caso della carreggiata con pendenza trasversale unica e con i pali all'esterno, si tiene conto dell'imbricatura delle sagome, v. per esempio tavola n°6.

Nota:

Per determinare la SLO nel caso del palo posizionato tra le due vie, si considera il tracciato più esterno e lo si proietta sul suolo. Questo tracciato può essere quello dell'interno, della telecamera, della soglia di accesso o del pantografo, in funzione del raggio della curva e della pendenza trasversale.

Invece nel caso dei pali esterni alla via di corsa, non essendo presenti ostacoli verticali tra i due binari, si considera che l'imbricatura dei due veicoli è possibile. In questi casi, si ricercano le tracce delle parti del veicolo più all'esterno che sono in contatto. Non si può avere una soglia di accesso di fronte ad una telecamera o il pantografo di fronte ad una telecamera. Si constatano allora nelle tabelle dei valori leggermente diversi della SLO a seconda della posizione dei pali, esterni o tra i due binari.

15.2. SAGOMA DELLE PARTI BASSE – E

Schema di riferimento F00324891

Le sagome dinamiche e la sagoma limite degli ostacoli delle parti basse del veicolo sono definite rispetto alla via di corsa di riferimento al livello degli assali ME e MI. I valori delle sagome, come gli spostamenti da considerare per ogni raggio della rotaia, sono presentati nello schema F00324891.

15.3. SAGOME LIMITE DEGLI OSTACOLI IN DOPPIA CORSIA - E

Le tabelle riportate qui di seguito forniscono i valori della sagoma di ostacolo dei veicoli della gamma Translohr STE in funzione dei seguenti parametri:

- La presenza o meno di un palo tra i due binari. Nel caso dei pali esterni, questi non sono presi in conto. Nel caso di un palo tra i due binari, viene considerato a 300 mm ai quali sono aggiunti 50 mm di margine di sicurezza da ambo i lati;
- Il tipo e il valore della pendenza trasversale;
- Lo stato del pantografo.

I valori indicati nelle tabelle PB (pantografo basso) sono validi, a seconda della pendenza trasversale e dei raggi delle rotaie, per un'altezza del pantografo compresa tra quella di un pantografo abbassato (ripiegato) e quella di un pantografo sollevato fino ad un'altezza H fornita nella tabella seguente:

Raggio rotaia (m)	PENDENZA TRASV. 0	PENDENZA TRASV. 2%	CONTROPENDENZA 2%
10,5	6600	6600	6600
15	6600	6600	6600
20	6600	6600	6600
25	6600	6600	6600
30	6600	6600	600
40	6600	6600	6600
50	6600	6600	6600
60	6600	6552	6423
70	6600	6441	6246
80	6600	6345	6096
100	6600	6217	5878
150	6600	6058	5647
200	6600	5978	5538
380>R>200	6510	5867	5388
R>380 et AD	6600	5787	5787

H si determina in funzione delle coordinate del punto Jy della sagoma ostacolo dello schema F00327799, nel caso in cui queste siano superiori a quelle di Dy, secondo la seguente formula:

$$H=6600-(Jy-Dy)/\tan \lambda$$

In caso contrario, $Dy > Jy$, l'altezza H è di 6600 mm.

Con:

$$\lambda = \alpha + \beta + \delta + 0.55$$

α : Angolo inclinazione assale
 β : Angolo inclinazione cassa
 δ : Angolo pendenza trasversale 2%=1.14°

I valori degli angoli α e β sono forniti nel documento D00007421.

Legenda dei titoli delle tabelle:

Pendenza trasversale 0: circolazione in piano

Pendenza trasversale 2% a tetto: circolazione su pendenze trasversali del 2% a tetto, il vertice del tetto si trova tra i due binari

Pendenza trasversale 2% velodromo: circolazione su pendenza unica del 2%, l'interno della curva si trova sulla parte bassa della pendenza

Contropendenza 2 % velodromo: circolazione su pendenza unica del 2%, l'interno della curva si trova sulla parte alta della pendenza

PL: pantografo sollevato in posizione di captazione alta

PB: pantografo basso

Traslazione interna: Spostamento della cassa nel lato interno della curva, v. schema F00362351

Traslazione corno: Spostamento dell'estremità della cassa sul lato esterno della curva, v. schema F00362351

AD: Allineamento dritto

Influenza soglia di accesso

Influenza telecamera retrovisione

Influenza pantografo

15.3.1. Pali esterni, pendenza trasversale 0 – PL

SO veicolo interno			SO veicolo esterno					VEICOLO INTERNO					VEICOLO ESTERNO				
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Traslazio ne panto	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Traslazio ne panto
10,5	8587	12109	13862	12109	15377	6790	3362	1913	1609	617	316	0	1753	1515	462	222	0
15	13279	16491	18129	16491	19577	6298	3129	1721	1491	425	198	0	1638	1448	350	155	0
20	18387	21432	22997	21432	24408	6021	2997	1613	1432	317	139	0	1565	1411	275	118	0
25	23451	26400	27915	26400	29303	5852	2915	1549	1400	253	107	0	1515	1388	226	95	0
30	28494	31381	32862	31381	34235	5741	2862	1506	1381	210	88	0	1481	1373	192	80	0
40	38546	41358	42795	41358	44148	5602	2795	1454	1358	158	65	0	1437	1353	147	60	0
50	48578	51345	52753	51345	54096	5518	2753	1422	1345	126	52	0	1408	1343	119	50	0
60	58599	61337	62726	61337	64062	5463	2726	1401	1337	105	44	0	1389	1336	100	43	0
70	68614	71332	72708	71332	74038	5424	2708	1386	1332	90	39	0	1376	1330	87	37	0
80	78625	81327	82692	81327	84018	5393	2692	1375	1327	79	34	0	1365	1326	76	33	0
100	98641	101320	102670	101320	103990	5349	2670	1359	1320	63	27	0	1350	1320	61	27	0
150	148662	151314	152644	151314	153958	5296	2644	1338	1314	42	21	0	1330	1314	41	21	0
200	198673	201311	202631	201311	203941	5268	2631	1327	1311	31	18	0	1320	1310	31	17	0
380>Rint>200	Rint -1313	Rint +1308	Rint +2614	Rest -1306	Rest +1308	5235	2614	1313	1308	17	15	0	1306	1308	17	15	0
Rint>380 e AD	Rint -1295	Rint +1295	Rint +2590	Rest -1295	Rest +1295	5180	2590	1295	1295	0	0	0	1295	1295	0	0	0

Vedere tavola 2 dello schema F00362351 e tavola 3 dello schema F00327799

15.3.2. Pali tra i binari, pendenza trasversale 0 – PL

SO veicolo interno			SO veicolo esterno					VEICOLO INTERNO					VEICOLO ESTERNO				
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Traslazio ne panto	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Traslazio ne panto
10,5	8587	12109	14255	12509	15761	7174	3755	1913	1609	617	316	0	1746	1506	448	213	0
15	13279	16491	18528	16891	19973	6694	3528	1721	1491	425	198	0	1637	1445	343	152	0
20	18387	21432	23399	21832	24808	6421	3399	1613	1432	317	139	0	1567	1409	270	116	0
25	23451	26400	28319	26800	29705	6254	3319	1549	1400	253	107	0	1519	1386	223	93	0
300	28494	31381	33266	31781	34638	6144	3266	1506	1381	210	88	0	1485	1372	190	79	0
40	38546	41358	43200	41758	44553	6007	3200	1454	1358	158	65	0	1442	1353	146	60	0
50	48578	51345	53159	51745	54501	5923	3159	1422	1345	126	52	0	1414	1342	118	49	0
60	58599	61337	63133	61737	64468	5869	3133	1401	1337	105	44	0	1396	1335	100	42	0
70	68614	71332	73114	71732	74445	5831	3114	1386	1332	90	39	0	1382	1331	86	38	0
80	78625	81327	83099	81727	84425	5800	3099	1375	1327	79	34	0	1372	1326	76	33	0
100	98641	101320	103077	101720	104396	5755	3077	1359	1320	63	27	0	1357	1319	61	26	0
150	148662	151314	153051	151714	154365	5703	3051	1338	1314	42	21	0	1337	1314	41	21	0
200	198673	201311	203037	201711	204348	5675	3037	1327	1311	31	18	0	1326	1311	31	18	0
380>Rint>200	Rint -1313	Rint +1308	Rint +3021	Rest -1313	Rest +1308	5642	3021	1313	1308	17	15	0	1313	1308	17	15	0
Rint>380 e AD	Rint -1295	Rint +1295	Rint +2990	Rest -1295	Rest +1295	5580	2990	1295	1295	0	0	0	1295	1295	0	0	0

Vedere tavola 3 dello schema F00362351 e tavola 3 dello schema F00327799

15.3.3. Pali esterni, pendenza trasversale 2% - PL

SO veicolo interno			SO veicolo esterno					VEICOLO INTERNO					VEICOLO ESTERNO				
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Traslazio ne panto	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Traslazio ne panto
10,5	8562	12075	13860	12075	15346	6784	3360	1938	1575	617	321	0	1785	1486	462	223	0
15	13254	16457	18127	16457	19546	6292	3127	1746	1457	425	203	0	1670	1419	350	156	0
20	18362	21398	22995	21398	24377	6015	2995	1638	1398	317	144	0	1597	1382	275	119	0
25	23426	26366	27913	26366	29272	5846	2913	1574	1366	253	112	0	1547	1359	226	96	0
30	28469	31347	32860	31347	34204	5735	2860	1531	1347	210	93	0	1513	1344	192	81	0
40	38521	41324	42793	41324	44117	5596	2793	1479	1324	158	70	0	1469	1324	147	61	0
50	48553	51311	52751	51311	54065	5512	2751	1447	1311	126	57	0	1440	1314	119	51	0
60	58571	61303	62724	61303	64031	5460	2724	1429	1303	0	49	54	1421	1307	100	44	0
70	68579	71298	72706	71298	74007	5428	2706	1421	1298	0	44	46	1408	1301	87	38	0
80	78584	81293	82690	81293	83987	5403	2690	1416	1293	0	39	41	1397	1297	76	34	0
100	98592	101286	102668	101286	103959	5367	2668	1408	1286	0	32	33	1382	1291	61	28	0
150	148603	151280	152642	151280	153928	5325	2642	1397	1280	0	26	22	1362	1286	41	0	0
200	198609	201277	202629	201277	203916	5307	2629	1391	1277	0	23	16	1352	1287	31	0	0
380>Rint>200	Rint -1384	Rint +1274	Rint +2612	Rest -1338	Rest +1288	5284	2612	1384	1274	0	20	9	1338	1288	17	0	0
Rint>380 e AD	Rint -1375	Rint +1287	Rint +2594	Rest -1307	Rest +1287	5256	2594	1375	1287	0	0	0	1307	1287	0	0	0

Vedere tavola 6 dello schema F00362351 e tavola 4 dello schema F00327799

15.3.4. Pali tra i binari, pendenza trasversale 2% - PL

SO veicolo interno			SO veicolo esterno					VEICOLO INTERNO					VEICOLO ESTERNO				
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Traslazio ne panto	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Traslazio ne panto
10,5	8562	12080	14251	12480	15728	7166	3751	1938	1580	617	317	0	1771	1477	449	214	0
15	13254	16462	18524	16862	19940	6686	3524	1746	1462	425	199	0	1662	1416	343	153	0
20	18362	21403	23395	21803	24775	6413	3395	1638	1403	317	140	0	1592	1380	270	117	0
250	23426	26371	28315	26771	29672	6246	3315	1574	1371	253	108	0	1544	1357	223	94	0
30	28469	31352	33262	31752	34605	6136	3262	1531	1352	210	89	0	1510	1343	190	80	0
40	38521	41329	43196	41729	44520	5999	3196	1479	1329	158	66	0	1467	1324	146	61	0
50	48553	51316	53156	51716	54469	5916	3156	1447	1316	126	53	0	1440	1313	118	50	0
60	58571	61308	63134	61708	64440	5869	3134	1429	1308	0	45	54	1426	1306	0	43	51
70	68579	71303	73122	71703	74424	5845	3122	1421	1303	0	40	46	1419	1302	0	39	44
80	78584	81298	83113	81698	84409	5825	3113	1416	1298	0	35	41	1415	1296	0	33	40
100	98592	101291	103098	101691	104388	5796	3098	1408	1291	0	28	33	1407	1290	0	27	32
150	148603	151286	153083	151686	154369	5766	3083	1397	1286	0	0	22	1397	1286	0	0	22
200	198609	201287	203078	201687	204365	5756	3078	1391	1287	0	0	16	1391	1287	0	0	16
380>Rint>200	Rint -1384	Rint +1288	Rint +3072	Rest -1384	Rest +1288	5744	3072	1384	1288	0	0	9	1384	1288	0	0	9
Rint>380 e AD	Rint -1375	Rint +1287	Rint +3062	Rest -1375	Rest +1287	5724	3062	1375	1287	0	0	0	1375	1287	0	0	0

Vedere tavola 7 dello schema F00362351 e tavola 4 dello schema F00327799

15.3.5. Pali esterni, contropendenza 2% velodromo - PL

SO veicolo interno			SO veicolo esterno					VEICOLO INTERNO					VEICOLO ESTERNO				
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Traslazio ne panto	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Traslazio ne panto
10,5	8596	12141	13859	12141	15406	6810	3359	1904	1641	617	317	0	1718	1547	462	223	0
15	13288	16523	18126	16523	19606	6318	3126	1712	1523	425	199	0	1603	1480	350	156	0
20	18396	21464	22994	21464	24437	6041	2994	1604	1464	317	140	0	1530	1443	275	119	0
25	23460	26432	27912	26432	29332	5872	2912	1540	1432	253	108	0	1480	1420	226	96	0
30	28503	31413	32859	31413	34264	5761	2859	1497	1413	210	89	0	1446	1405	192	81	0
40	38555	41390	42792	41390	44177	5622	2792	1445	1390	158	66	0	1402	1385	147	61	0
50	48587	51377	52750	51377	54127	5540	2750	1413	1377	126	53	0	1373	1377	119	53	0
60	58608	61369	62723	61369	64108	5500	2723	1392	1369	105	45	0	1354	1385	100	0	10
70	68623	71364	72705	71364	74096	5473	2705	1377	1364	90	40	0	1341	1391	87	0	16
80	78634	81359	82689	81359	84087	5453	2689	1366	1359	79	35	0	1330	1398	76	0	23
100	98650	101352	102667	101352	104073	5423	2667	1350	1352	63	28	0	1315	1406	61	0	31
150	148671	151346	152641	151346	154058	5387	2641	1329	1346	42	22	0	1295	1417	41	0	42
200	198682	201343	202628	201343	204049	5367	2628	1318	1343	31	19	0	1285	1421	31	0	46
380>Rint>200	Rint -1304	Rint +1340	Rint +2611	Rest -1271	Rest +1429	5344	2611	1304	1340	17	16	0	1271	1429	17	0	54
Rint>380 e AD	Rint -1287	Rint +1307	Rint +2594	Rest -1287	Rest +1375	5256	2594	1287	1307	0	0	0	1287	1375	0	0	0

Vedere tavola 10 dello schema F00362351 e tavola 5 dello schema F00327799

15.3.6. Pali tra i binari, contropendenza 2% velodromo - PL

SO veicolo interno			SO veicolo esterno					VEICOLO INTERNO					VEICOLO ESTERNO				
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Traslazio ne panto	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Traslazio ne panto
10,5	8596	12141	14277	12541	15815	7219	3777	1904	1641	617	317	0	1736	1538	448	214	0
15	13288	16523	18551	16923	20027	6739	3551	1712	1523	425	199	0	1628	1476	342	152	0
20	18396	21464	23422	21864	24862	6466	3422	1604	1464	317	140	0	1558	1440	270	116	0
25	23460	26432	28341	26832	29760	6300	3341	1540	1432	253	108	0	1509	1419	223	95	0
30	28503	31413	33289	31813	34693	6190	3289	1497	1413	210	89	0	1476	1404	190	80	0
40	38555	41390	43223	41790	44608	6053	3223	1445	1390	158	66	0	1433	1385	146	61	0
50	48587	51377	53182	51777	54559	5972	3182	1413	1377	126	53	0	1405	1377	118	53	0
60	58608	61382	63169	61782	64553	5945	3169	1392	1382	105	0	7	1387	1384	100	0	9
70	68623	71390	73163	71790	74555	5932	3163	1377	1390	90	0	15	1373	1392	86	0	17
80	78634	81396	83159	81796	84557	5923	3159	1366	1396	79	0	21	1363	1398	76	0	23
100	98650	101405	103153	101805	104559	5909	3153	1350	1405	63	0	30	1348	1406	61	0	31
150	148671	151416	153144	151816	154561	5890	3144	1329	1416	42	0	41	1328	1417	41	0	42
200	198682	201421	203138	201821	204560	5878	3138	1318	1421	31	0	46	1317	1422	31	0	47
380>Rint>200	Rint -1304	Rint +1429	Rint +3133	Rest -1304	Rest +1429	5866	3133	1304	1429	17	0	54	1304	1429	17	0	54
Rint>380 e AD	Rint -1287	Rint +1375	Rint +3062	Rest -1287	Rest +1375	5724	3062	1287	1375	0	0	0	1287	1375	0	0	0

Vedere tavola 11 dello schema F00362351 e tavola 5 dello schema F00327799

15.3.7. Pali esterni, pendenza trasversale 2% a tetto - PL

SO veicolo interno			SO veicolo esterno			VEICOLO INTERNO							VEICOLO ESTERNO				
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Deporto panto	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Traslazio ne panto
10,5	8562	12080	13809	12080	15357	6795	3309	1938	1580	617	317	0	1729	1548	463	224	0
15	13254	16462	18075	16462	19555	6301	3075	1746	1462	425	199	0	1613	1480	351	156	0
20	18362	21403	22942	21403	24386	6024	2942	1638	1403	317	140	0	1539	1444	276	120	0
25	23426	26371	27860	26371	29280	5854	2860	1574	1371	253	108	0	1489	1420	227	96	0
30	28469	31352	32807	31352	34212	5743	2807	1531	1352	210	89	0	1455	1405	192	81	0
40	38521	41329	42740	41329	44125	5604	2740	1479	1329	158	66	0	1411	1385	147	61	0
50	48553	51316	52697	51316	54074	5521	2697	1447	1316	126	53	0	1381	1377	120	53	0
60	58571	61308	62677	61308	64061	5490	2677	1429	1308	0	45	54	1369	1384	100	0	9
70	68579	71282	72658	71282	74050	5471	2658	1421	1282	0	0	46	1376	1392	0	0	17
80	78584	81283	82645	81283	84043	5459	2645	1416	1283	0	0	41	1362	1398	0	0	23
100	98592	101284	102633	101284	104039	5447	2633	1408	1284	0	0	33	1349	1406	0	0	31
150	148603	151286	152614	151286	154030	5427	2614	1397	1286	0	0	22	1328	1416	0	0	41
200	198609	201287	202605	201287	204026	5417	2605	1391	1287	0	0	16	1318	1421	0	0	46
380>Rint>200	Rint -1384	Rint +1288	Rint +2592	Rest -1304	Rest +1429	5405	2592	1384	1288	0	0	9	1304	1429	0	0	54
Rint>380 e AD	Rint -1375	Rint +1287	Rint +2574	Rest -1287	Rest +1375	5324	2574	1375	1287	0	0	0	1287	1375	0	0	0

Vedere tavola 14 dello schema F00362351 e tavole 4 e 5 dello schema F00327799

15.3.8. Pali tra i binari, pendenza trasversale 2% a tetto - PL

SO veicolo interno			SO veicolo esterno					VEICOLO INTERNO					VEICOLO ESTERNO				
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Traslazio ne panto	SO int	SO est	Traslazio ne interna	Traslazio ne esterna corno	Traslazio ne panto
10,5	8562	12080	14218	12480	15757	7195	3718	1938	1580	617	317	0	1738	1539	450	215	0
15	13254	16462	18491	16862	19968	6714	3491	1746	1462	425	199	0	1629	1477	343	153	0
20	18362	21403	23361	21803	24802	6440	3361	1638	1403	317	140	0	1558	1441	271	117	0
25	23426	26371	28281	26771	29699	6273	3281	1574	1371	253	108	0	1510	1418	223	94	0
30	28469	31352	33229	31752	34633	6164	3229	1531	1352	210	89	0	1477	1404	190	80	0
40	38521	41329	43162	41729	44547	6026	3162	1479	1329	158	66	0	1433	1385	146	61	0
50	48553	51316	53122	51716	54499	5946	3122	1447	1316	126	53	0	1406	1377	119	53	0
60	58571	61308	63095	61708	64480	5909	3095	1429	1308	0	45	54	1387	1385	100	0	10
70	68579	71303	73076	71703	74468	5889	3076	1421	1303	0	40	46	1373	1392	86	0	17
80	78584	81298	83061	81698	84459	5875	3061	1416	1298	0	35	41	1363	1398	76	0	23
100	98592	101291	103039	101691	104445	5853	3039	1408	1291	0	28	33	1348	1406	61	0	31
150	148603	151286	153014	151686	154431	5828	3014	1397	1286	0	0	22	1328	1417	41	0	42
200	198609	201287	203004	201687	204426	5817	3004	1391	1287	0	0	16	1317	1422	31	0	47
380>Rint>200	Rint -1384	Rint +1288	Rint +2992	Rest -1304	Rest +1429	5805	2992	1384	1288	0	0	9	1304	1429	17	0	54
Rint>380 e AD	Rint -1375	Rint +1287	Rint +2974	Rest -1287	Rest +1375	5724	2974	1375	1287	0	0	0	1287	1375	0	0	0

Vedere tavola 15 dello schema F00362351 e tavole 4 e 5 dello schema F00327799

15.3.9. Pali esterni, pendenza trasversale 0 - PB

SO veicolo interno			SO veicolo esterno					VEICOLO INTERNO				VEICOLO ESTERNO			
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno
10,5	8587	12109	13862	12109	15377	6790	3362	1913	1609	617	316	1753	1515	462	222
15	13279	16491	18129	16491	19577	6298	3129	1721	1491	425	198	1638	1448	350	155
20	18387	21432	22997	21432	24408	6021	2997	1613	1432	317	139	1565	1411	275	118
25	23451	26400	27915	26400	29303	5852	2915	1549	1400	253	107	1515	1388	226	95
30	28494	31381	32862	31381	34235	5741	2862	1506	1381	210	88	1481	1373	192	80
40	38546	41358	42795	41358	44148	5602	2795	1454	1358	158	65	1437	1353	147	60
50	48578	51345	52753	51345	54096	5518	2753	1422	1345	126	52	1408	1343	119	50
60	58599	61337	62726	61337	64062	5463	2726	1401	1337	105	44	1389	1336	100	43
70	68614	71332	72708	71332	74038	5424	2708	1386	1332	90	39	1376	1330	87	37
80	78625	81327	82692	81327	84018	5393	2692	1375	1327	79	34	1365	1326	76	33
100	98641	101320	102670	101320	103990	5349	2670	1359	1320	63	27	1350	1320	61	27
150	148662	151314	152644	151314	153958	5296	2644	1338	1314	42	21	1330	1314	41	21
200	198673	201311	202631	201311	203941	5268	2631	1327	1311	31	18	1320	1310	31	17
380>Rint>200	Rint -1313	Rint +1308	Rint +2614	Rest -1306	Rest +1308	5235	2614	1313	1308	17	15	1306	1308	17	15
Rint>380 e AD	Rint -1295	Rint +1295	Rint +2590	Rest -1295	Rest +1295	5180	2590	1295	1295	0	0	1295	1295	0	0

Vedere tavola 4 dello schema F00362351 e tavola 3 dello schema F00327799

15.3.10. Pali tra i binari, pendenza trasversale 0 - PB

SO veicolo interno			SO veicolo esterno					VEICOLO INTERNO				VEICOLO ESTERNO			
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno
10,5	8587	12109	14255	12509	15761	7174	3755	1913	1609	617	316	1746	1506	448	213
15	13279	16491	18528	16891	19973	6694	3528	1721	1491	425	198	1637	1445	343	152
20	18387	21432	23399	21832	24808	6421	3399	1613	1432	317	139	1567	1409	270	116
25	23451	26400	28319	26800	29705	6254	3319	1549	1400	253	107	1519	1386	223	93
30	28494	31381	33266	31781	34638	6144	3266	1506	1381	210	88	1485	1372	190	79
40	38546	41358	43200	41758	44553	6007	3200	1454	1358	158	65	1442	1353	146	60
50	48578	51345	53159	51745	54501	5923	3159	1422	1345	126	52	1414	1342	118	49
60	58599	61337	63133	61737	64468	5869	3133	1401	1337	105	44	1396	1335	100	42
70	68614	71332	73114	71732	74445	5831	3114	1386	1332	90	39	1382	1331	86	38
80	78625	81327	83099	81727	84425	5800	3099	1375	1327	79	34	1372	1326	76	33
100	98641	101320	103077	101720	104396	5755	3077	1359	1320	63	27	1357	1319	61	26
150	148662	151314	153051	151714	154365	5703	3051	1338	1314	42	21	1337	1314	41	21
200	198673	201311	203037	201711	204348	5675	3037	1327	1311	31	18	1326	1311	31	18
380>Rint>200	Rint -1313	Rint +1308	Rint +3021	Rest -1313	Rest +1308	5642	3021	1313	1308	17	15	1313	1308	17	15
Rint>380 e AD	Rint -1295	Rint +1295	Rint +2990	Rest -1295	Rest +1295	5580	2990	1295	1295	0	0	1295	1295	0	0

Vedere tavola 5 dello schema F00362351 e tavola 3 dello schema F00327799

15.3.11. Pali esterni, pendenza trasversale 2% velodromo - PB

SO veicolo interno			SO veicolo esterno				VEICOLO INTERNO				VEICOLO ESTERNO				
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno
10,5	8562	12075	13860	12075	15346	6784	3360	1938	1575	617	321	1785	1486	462	223
15	13254	16457	18127	16457	19546	6292	3127	1746	1457	425	203	1670	1419	350	156
20	18362	21398	22995	21398	24377	6015	2995	1638	1398	317	144	1597	1382	275	119
25	23426	26366	27913	26366	29272	5846	2913	1574	1366	253	112	1547	1359	226	96
30	28469	31347	32860	31347	34204	5735	2860	1531	1347	210	93	1513	1344	192	81
40	38521	41324	42793	41324	44117	5596	2793	1479	1324	158	70	1469	1324	147	61
50	48553	51311	52751	51311	54065	5512	2751	1447	1311	126	57	1440	1314	119	51
60	58574	61303	62724	61303	64031	5457	2724	1426	1303	105	49	1421	1307	100	44
70	68589	71298	72706	71298	74007	5418	2706	1411	1298	90	44	1408	1301	87	38
80	78600	81293	82690	81293	83987	5387	2690	1400	1293	79	39	1397	1297	76	34
100	98616	101286	102668	101286	103959	5343	2668	1384	1286	63	32	1382	1291	61	28
150	148637	151280	152642	151280	153928	5291	2642	1363	1280	42	26	1362	1286	0	23
200	198648	201277	202629	201277	203916	5268	2629	1352	1277	31	23	1352	1287	0	24
380>Rint>200	Rint -1346	Rint +1274	Rint +2612	Rest -1338	Rest +1288	5246	2612	1346	1274	0	20	1338	1288	0	25
Rint>380 e AD	Rint -1339	Rint +1287	Rint +2594	Rest -1307	Rest +1287	5220	2594	1339	1287	0	0	1307	1287	0	0

Vedere tavola 8 dello schema F00362351 e tavola 4 dello schema F00327799

15.3.12. Pali tra i binari, pendenza trasversale 2% velodromo - PB

SO veicolo interno			SO veicolo esterno					VEICOLO INTERNO				VEICOLO ESTERNO			
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno
10,5	8562	12080	14251	12480	15728	7166	3751	1938	1580	617	317	1771	1477	449	214
15	13254	16462	18524	16862	19940	6686	3524	1746	1462	425	199	1662	1416	343	153
20	18362	21403	23395	21803	24775	6413	3395	1638	1403	317	140	1592	1380	270	117
25	23426	26371	28315	26771	29672	6246	3315	1574	1371	253	108	1544	1357	223	94
30	28469	31352	33262	31752	34605	6136	3262	1531	1352	210	89	1510	1343	190	80
40	38521	41329	43196	41729	44520	5999	3196	1479	1329	158	66	1467	1324	146	61
50	48553	51316	53155	51716	54468	5915	3155	1447	1316	126	53	1439	1313	118	50
60	58574	61308	63129	61708	64435	5861	3129	1426	1308	105	45	1421	1306	100	43
70	68589	71303	73110	71703	74412	5823	3110	1411	1303	90	40	1407	1302	86	39
80	78600	81298	83095	81698	84392	5792	3095	1400	1298	79	35	1397	1297	76	34
100	98616	101291	103073	101691	104363	5747	3073	1384	1291	63	28	1382	1290	61	27
150	148637	151286	153048	151686	154334	5697	3048	1363	1286	42	0	1362	1286	41	0
200	198648	201287	203038	201687	204326	5678	3038	1352	1287	31	0	1351	1288	31	0
380>Rint>200	Rint -1346	Rint +1288	Rint +3034	Rest -1346	Rest +1288	5668	3034	1346	1288	0	0	1346	1288	0	0
Rint>380 e AD	Rint -1339	Rint +1287	Rint +3026	Rest -1339	Rest +1287	5652	3026	1339	1287	0	0	1339	1287	0	0

Vedere tavola 9 dello schema F00362351 e tavola 4 dello schema F00327799

15.3.13. Pali esterni, contropendenza 2% velodromo - PB

SO veicolo interno			SO veicolo esterno					VEICOLO INTERNO				VEICOLO ESTERNO			
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno
10,5	8596	12141	13859	12141	15406	6810	3359	1904	1641	617	317	1718	1547	462	223
15	13288	16523	18126	16523	19606	6318	3126	1712	1523	425	199	1603	1480	350	156
20	18396	21464	22994	21464	24437	6041	2994	1604	1464	317	140	1530	1443	275	119
25	23460	26432	27912	26432	29332	5872	2912	1540	1432	253	108	1480	1420	226	96
30	28503	31413	32859	31413	34264	5761	2859	1497	1413	210	89	1446	1405	192	81
40	38555	41390	42792	41390	44177	5622	2792	1445	1390	158	66	1402	1385	147	61
50	48587	51377	52750	51377	54125	5538	2750	1413	1377	126	53	1373	1375	119	51
60	58608	61369	62723	61369	64091	5483	2723	1392	1369	105	45	1354	1368	100	44
70	68623	71364	72705	71364	74067	5444	2705	1377	1364	90	40	1341	1362	87	38
80	78634	81359	82689	81359	84047	5413	2689	1366	1359	79	35	1330	1358	76	34
100	98650	101352	102667	101352	104019	5369	2667	1350	1352	63	28	1315	1352	61	28
150	148671	151346	152641	151346	153999	5328	2641	1329	1346	42	22	1295	1358	41	0
200	198682	201343	202628	201343	203985	5303	2628	1318	1343	31	19	1285	1357	31	0
380>Rint>200	Rint -1304	Rint +1340	Rint +2611	Rest -1271	Rest +1361	5276	2611	1304	1340	17	16	1271	1361	17	0
Rint>380 e AD	Rint -1287	Rint +1307	Rint +2594	Rest -1287	Rest +1339	5220	2594	1287	1307	0	0	1287	1339	0	0

Vedere tavola 12 dello schema F00362351 e tavola 5 dello schema F00327799

15.3.14. Pali tra i binari, contropendenza 2% velodromo - PB

SO veicolo interno			SO veicolo esterno					VEICOLO INTERNO				VEICOLO ESTERNO			
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno
10,5	8596	12141	14277	12541	15815	7219	3777	1904	1641	617	317	1736	1538	448	214
15	13288	16523	18551	16923	20027	6739	3551	1712	1523	425	199	1628	1476	342	152
20	18396	21464	23422	21864	24862	6466	3422	1604	1464	317	140	1558	1440	270	116
25	23460	26432	28341	26832	29760	6300	3341	1540	1432	253	108	1509	1419	223	95
30	28503	31413	33289	31813	34693	6190	3289	1497	1413	210	89	1476	1404	190	80
40	38555	41390	43223	41790	44608	6053	3223	1445	1390	158	66	1433	1385	146	61
50	48587	51377	53182	51777	54556	5969	3182	1413	1377	126	53	1405	1374	118	50
60	58608	61369	63156	61769	64523	5915	3156	1392	1369	105	45	1387	1367	100	43
70	68623	71364	73137	71764	74500	5877	3137	1377	1364	90	40	1373	1363	86	39
80	78634	81359	83122	81759	84480	5846	3122	1366	1359	79	35	1363	1358	76	34
100	98650	101352	103100	101752	104452	5802	3100	1350	1352	63	28	1348	1352	61	28
150	148671	151357	153085	151757	154443	5772	3085	1329	1357	42	0	1328	1358	41	0
200	198682	201358	203075	201758	204433	5751	3075	1318	1358	31	0	1317	1358	31	0
380>Rint>200	Rint -1304	Rint +1361	Rint +3065	Rest -1304	Rest +1361	5730	3065	1304	1361	17	0	1304	1361	17	0
Rint>380 e AD	Rint -1287	Rint +1339	Rint +3026	Rest - 1287	Rest +1339	5652	3026	1287	1339	0	0	1287	1339	0	0

Vedere tavola 13 dello schema F00362351 e tavola 5 dello schema F00327799

15.3.15. Pali esterni, pendenza trasversale 2% a tetto - PB

SO veicolo interno			SO veicolo esterno						VEICOLO INTERNO				VEICOLO ESTERNO			
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno	
10,5	8562	12080	13809	12080	15357	6795	3309	1938	1580	617	317	1729	1548	463	224	
15	13254	16462	18075	16462	19555	6301	3075	1746	1462	425	199	1613	1480	351	156	
20	18362	21403	22942	21403	24386	6024	2942	1638	1403	317	140	1539	1444	276	120	
25	23426	26371	27860	26371	29280	5854	2860	1574	1371	253	108	1489	1420	227	96	
30	28469	31352	32807	31352	34212	5743	2807	1531	1352	210	89	1455	1405	192	81	
40	38521	41329	42740	41329	44126	5605	2740	1479	1329	158	66	1411	1386	147	62	
50	48553	51316	52697	51316	54072	5519	2697	1447	1316	126	53	1381	1375	120	51	
60	58574	61308	62677	61308	64045	5471	2677	1426	1308	105	45	1369	1368	100	44	
70	68589	71282	72658	71282	74021	5432	2658	1411	1282	90	0	1376	1363	0	39	
80	78600	81283	82645	81283	84003	5403	2645	1400	1283	79	0	1362	1358	0	34	
100	98616	101284	102633	101284	103984	5368	2633	1384	1284	63	0	1349	1351	0	27	
150	148637	151286	152614	151286	153972	5335	2614	1363	1286	42	0	1328	1358	0	0	
200	198648	201287	202605	201287	203963	5315	2605	1352	1287	31	0	1318	1358	0	0	
380>Rint>200	Rint -1346	Rint +1288	Rint +2592	Rest -1304	Rest +1361	5299	2592	1346	1288	0	0	1304	1361	0	0	
Rint>380 e AD	Rint -1339	Rint +1287	Rint +2574	Rest -1287	Rest +1339	5252	2574	1339	1287	0	0	1287	1339	0	0	

Vedere tavola 16 dello schema F00362351 e tavole 4 e 5 dello schema F00327799

15.3.16. Pali tra i binari, pendenza trasversale 2% a tetto - PB

SO veicolo interno			SO veicolo esterno					VEICOLO INTERNO				VEICOLO ESTERNO			
Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio interno	Raggio esterno	Raggio rotaia esterno (Rest)	Raggio interno	Raggio esterno	Largh. Piattaforma	Distanza tra rotaie	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno	SO int	SO est	Traslazione interna	Traslazione esterna corno
10,5	8562	12080	14218	12480	15757	7195	3718	1938	1580	617	317	1738	1539	450	215
15	13254	16462	18491	16862	19968	6714	3491	1746	1462	425	199	1629	1477	343	153
20	18362	21403	23361	21803	24802	6440	3361	1638	1403	317	140	1558	1441	271	117
25	23426	26371	28281	26771	29699	6273	3281	1574	1371	253	108	1510	1418	223	94
30	28469	31352	33229	31752	34633	6164	3229	1531	1352	210	89	1477	1404	190	80
40	38521	41329	43162	41729	44548	6027	3162	1479	1329	158	66	1433	1386	146	62
50	48553	51316	53122	51716	54496	5943	3122	1447	1316	126	53	1406	1374	119	50
60	58574	61308	63095	61708	64462	5888	3095	1426	1308	105	45	1387	1367	100	43
70	68589	71303	73076	71703	74439	5850	3076	1411	1303	90	40	1373	1363	86	39
80	78600	81298	83061	81698	84419	5819	3061	1400	1298	79	35	1363	1358	76	34
100	98616	101291	103039	101691	104391	5775	3039	1384	1291	63	28	1348	1352	61	28
150	148637	151286	153014	151686	154372	5735	3014	1363	1286	42	0	1328	1358	41	0
200	198648	201287	203004	201687	204362	5714	3004	1352	1287	31	0	1317	1358	31	0
380>Rint>200	Rint -1346	Rint +1288	Rint +2992	Rest -1304	Rest +1361	5699	2992	1346	1288	0	0	1304	1361	17	0
Rint>380 e AD	Rint -1339	Rint +1287	Rint +2974	Rest -1287	Rest +1339	5652	2974	1339	1287	0	0	1287	1339	0	0

Vedere tavola 17 dello schema F00362351 e tavole 4 e 5 dello schema F00327799

15.4. SAGOMA LIMITE DI OSTACOLO IN DOPPIA CORSIA

In questo capitolo sono forniti gli interassi dei binari e le larghezze di piattaforma, tenendo conto delle varie pose possibili per le rotaie, in piano, in pendenza trasversale 2% a tetto o a velodromo, in contropendenza 2%, con pantografo sollevato o abbassato.

La sagoma limite d'ostacolo dei veicoli è definita al §2.4. Si considerano due casi: con i pali catenaria al di fuori della piattaforma o tra i binari.

15.4.1. SLO configurazione pali esterni

Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio rotaia esterno (Rext)	Raggio interno piattaforma	Raggio esterno piattaforma	Larghezza piattaforma	Distanza tra rotaie
10.5	13862	8562	15410	6848	3362
15	18129	13254	19609	6355	3129
20	22997	18362	24441	6079	2997
25	27915	23426	29335	5909	2915
30	32862	28469	34267	5798	2862
40	42795	38521	44180	5659	2795
50	52753	48553	54130	5577	2753
60	62726	58571	64111	5540	2726
70	72708	68579	74100	5521	2708
80	82692	78584	84090	5506	2692
100	102670	98592	104076	5484	2670
150	152644	148603	154061	5458	2644
200	202631	198609	204052	5443	2631
380>Rint>200	Rint +2614	Rint -1384	Rest +1429	5427	2614
Rint>380 e AD	Rint +2594	Rint -1375	Rest +1375	5344	2594

15.4.2. SLO configurazione pali tra i binari

Raggio rotaia interno (m) (Rint)	Raggio rotaia esterno (Rext)	Raggio interno piattaforma	Raggio esterno piattaforma	Larghezza piattaforma	Distanza tra rotaie
10.5	14277	8562	15816	7254	3777
15	18551	13254	20028	6774	3551
20	23422	18362	24863	6501	3422
25	28341	23426	29760	6334	3341
30	33289	28469	34693	6224	3289
40	43223	38521	44608	6087	3223
50	53182	48553	54559	6006	3182
60	63169	58571	64554	5983	3169
70	73163	68579	74555	5976	3163
80	83159	78584	84557	5973	3159
100	103153	98592	104559	5967	3153
150	153144	148603	154561	5958	3144
200	203138	198609	204560	5951	3138
380>Rint>200	Rint +3133	Rint -1384	Rest +1429	5946	3133
Rint>380 e AD	Rint +3062	Rint -1375	Rest +1375	5812	3062

15.5. SAGOMA LIMITE DI OSTACOLO IN CORSIA SINGOLA

15.5.1. Pendenza trasversale 0 – PL

Raggio rotaia (m) (R)	Raggio interno	Raggio esterno	Larghezza piattaforma	SO int	SO est	Traslazione Interna	Traslazione esterna corno	Traslazione pantografo
10.5	8587	12109	3522	1913	1609	617	316	0
15	13279	16491	3212	1721	1491	425	198	0
20	18387	21432	3045	1613	1432	317	139	0
25	23451	26400	2949	1549	1400	253	107	0
30	28494	31381	2887	1506	1381	210	88	0
40	38546	41358	2812	1454	1358	158	65	0
50	48578	51345	2767	1422	1345	126	52	0
60	58599	61337	2738	1401	1337	105	44	0
70	68614	71332	2718	1386	1332	90	39	0
80	78625	81327	2702	1375	1327	79	34	0
100	98641	101320	2679	1359	1320	63	27	0
150	148662	151314	2652	1338	1314	42	21	0
200	198673	201311	2638	1327	1311	31	18	0
380>R>200	R-1313	R+1308	2621	1313	1308	17	15	0
Vedere tavola 3 dello schema F00362351 e tavola 3 dello schema F00327799								
R>380 e AD	R-1295	R+1295	2590	1295	1295	0	0	0

15.5.2. Pendenza trasversale 2% - PL

Raggio rotaia (m) (R)	Raggio interno	Raggio esterno	Larghezza piattaforma	SO int	SO est	Traslazione Interna	Traslazione esterna corno	Traslazione pantografo
10.5	8562	12080	3518	1938	1580	617	317	0
15	13254	16462	3208	1746	1462	425	199	0
20	18362	21403	3041	1638	1403	317	140	0
25	23426	26371	2945	1574	1371	253	108	0
30	28469	31352	2883	1531	1352	210	89	0
40	38521	41329	2808	1479	1329	158	66	0
50	48553	51316	2763	1447	1316	126	53	0
60	58571	61308	2737	1429	1308	0	45	54
70	68579	71303	2724	1421	1303	0	40	46
80	78584	81298	2714	1416	1298	0	35	41
100	98592	101291	2699	1408	1291	0	28	33
150	148603	151286	2683	1397	1286	0	0	22
200	198609	201287	2678	1391	1287	0	0	16
380>R>200	R-1384	R+1288	2672	1384	1288	0	0	9
Vedere tavola 7 dello schema F00362351 e tavola 4 dello schema F00327799								
R>380 e AD	R-1375	R+1287	2662	1375	1287	0	0	0

15.5.3. Contropendenza 2% - PL

Raggio rotaia (m) (R)	Raggio interno	Raggio esterno	Larghezza piattaforma	SO int	SO est	Traslazione Interna	Traslazione esterna corno	Traslazione pantografo
10.5	8596	12141	3545	1904	1641	617	317	0
15	13288	16523	3235	1712	1523	425	199	0
20	18396	21464	3068	1604	1464	317	140	0
25	23460	26432	2972	1540	1432	253	108	0
30	28503	31413	2910	1497	1413	210	89	0
40	38555	41390	2835	1445	1390	158	66	0
50	48587	51377	2790	1413	1377	126	53	0
60	58608	61382	2774	1392	1382	105	0	7
70	68623	71390	2767	1377	1390	90	0	15
80	78634	81396	2762	1366	1396	79	0	21
100	98650	101405	2755	1350	1405	63	0	30
150	148671	151416	2745	1329	1416	42	0	41
200	198682	201421	2739	1318	1421	31	0	46
380>R>200	R-1304	R+1429	2733	1304	1429	17	0	54
R>380 e AD	R-1287	R+1375	2662	1287	1375	0	0	0
Vedere tavola 11 dello schema F00362351 e tavola 5 dello schema F00327799								

15.5.4. Pendenza trasversale 0 – PB

Raggio rotaia (m) (R)	Raggio interno	Raggio esterno	Larghezza piattaforma	SO int	SO est	Traslazione Interna	Traslazione esterna corno
10.5	8587	12109	3522	1913	1609	617	316
15	13279	16491	3212	1721	1491	425	198
20	18387	21432	3045	1613	1432	317	139
25	23451	26400	2949	1549	1400	253	107
30	28494	31381	2887	1506	1381	210	88
40	38546	41358	2812	1454	1358	158	65
50	48578	51345	2767	1422	1345	126	52
60	58599	61337	2738	1401	1337	105	44
70	68614	71332	2718	1386	1332	90	39
80	78625	81327	2702	1375	1327	79	34
100	98641	101320	2679	1359	1320	63	27
150	148662	151314	2652	1338	1314	42	21
200	198673	201311	2638	1327	1311	31	18
380>R>200	R-1313	R+1308	2621	1313	1308	17	15
R>380 e AD	R-1295	R+1295	2590	1295	1295	0	0
Vedere tavola 5 dello schema F00362351 e tavola 3 dello schema F00327799							

15.5.5. Pendenza trasversale 2% - PB

Raggio rotaia (m) (R)	Raggio interno	Raggio esterno	Larghezza piattaforma	SO int	SO est	Traslazione Interna	Traslazione esterna corno
10.5	8562	12080	3518	1938	1580	617	317
15	13254	16462	3208	1746	1462	425	199
20	18362	21403	3041	1638	1403	317	140
25	23426	26371	2945	1574	1371	253	108
30	28469	31352	2883	1531	1352	210	89
40	38521	41329	2808	1479	1329	158	66
50	48553	51316	2763	1447	1316	126	53
60	58574	61308	2734	1426	1308	105	45
70	68589	71303	2714	1411	1303	90	40
80	78600	81298	2698	1400	1298	79	35
100	98616	101291	2675	1384	1291	63	28
150	148637	151286	2649	1363	1286	42	0
200	198648	201287	2639	1352	1287	31	0
380>R>200	R-1346	R+1288	2634	1346	1288	0	0
Vedere tavola 9 dello schema F00362351 e tavola 4 dello schema F00327799							
R>380 e AD	R-1339	R+1287	2626	1339	1287	0	0

15.5.6. Contropendenza 2% - PB

Raggio rotaia (m) (R)	Raggio interno	Raggio esterno	Larghezza piattaforma	SO int	SO est	Traslazione Interna	Traslazione esterna corno
10.5	8596	12141	3545	1904	1641	617	317
15	13288	16523	3235	1712	1523	425	199
20	18396	21464	3068	1604	1464	317	140
25	23460	26432	2972	1540	1432	253	108
30	28503	31413	2910	1497	1413	210	89
40	38555	41390	2835	1445	1390	158	66
50	48587	51377	2790	1413	1377	126	53
60	58608	61369	2761	1392	1369	105	45
70	68623	71364	2741	1377	1364	90	40
80	78634	81359	2725	1366	1359	79	35
100	98650	101352	2702	1350	1352	63	28
150	148671	151357	2686	1329	1357	42	0
200	198682	201358	2676	1318	1358	31	0
380>R>200	R-1304	R+1361	2665	1304	1361	17	0
Vedere tavola 13 dello schema F00362351 e tavola 5 dello schema F00327799							
R>380 e AD	R-1287	R+1339	2626	1287	1339	0	0

15.6. SAGOMA LIMITE D'OSTACOLO CONFIGURAZIONE CORSIA SINGOLA

Raggio rotaia (m) (R)	Raggio Interno piattaforma	Raggio Esterno piattaforma	Larghezza piattaforma	SO interno	SO esterno
10.5	8562	12141	3579	1938	1641
15	13254	16523	3269	1746	1523
20	18362	21464	3102	1638	1464
25	23426	26432	3006	1574	1432
30	28469	31413	2944	1531	1413
40	38521	41390	2869	1479	1390
50	48553	51377	2824	1447	1377
60	58571	61382	2811	1429	1382
70	68579	71390	2811	1421	1390
80	78584	81396	2812	1416	1396
100	98592	101405	2813	1408	1405
150	148603	151416	2813	1397	1416
200	198609	201421	2812	1391	1421
380>R>200	R-1384	R+1429	2813	1384	1429

R>380 e AD	1375	1375	2750	1375	1375
------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

16. ELABORATI

La presente specifica fa riferimento agli schemi elencati qui di seguito. Deve sempre essere presa in considerazione l'ultima revisione.

Titolo	Riferimento
Sagoma accostamento – soglia retraibile	F00326086
Sagoma accostamento – soglia non retraibile	F00257580
Margine piattaforma Translohr	F00384893
Sagoma parte bassa	F00324891
Sagoma dinamica dei rulli di guida e traccia degli pneumatici	F00326953
Visibilità del posto di guida	D50007035
Limite di usura del pattino	F00371702
Sagoma ostacolo in curva	F00362351
Sagoma ostacolo	F00327799
Sagoma dinamica	F00325825
Transizione da rotaia RG28 a RG29	F00408163