



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DIREZIONE GENERALE PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

GESTIONE GOVERNATIVA
FERROVIA CIRCUMETNEA

LUNGA ROTAIA SALDATA e ROTAIA GIUNTATA

Standard Tecnico

REV.	DATA	DESCRIZIONE DELLA REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
1	08/07/2024	PRIMA EMISSIONE		S. Bascetta 	

Sommarario

1.	GENERALITÀ.....	3
1.1.	PREMESSA	3
1.1.1.	Esercizio.....	3
1.1.2.	Tracciato.....	3
1.1.3.	Sovrastruttura	4
1.1.4.	Materiali.....	4
1.1.5.	Deviatoi.....	5
1.1.6.	Passaggi a Livello	5
1.1.7.	Ambiente.....	5
1.2.	Esperienza.....	5
2.	Standard tecnico per l'adozione della LRS.....	5
2.1.	Materiali.....	5
2.1.1.	Traverse.....	5
2.1.2.	Rotaie	6
2.1.3.	Organi attacco	8
2.1.4.	Pietrisco.....	9
2.1.5.	Giunti isolanti incollati.....	9
2.1.6.	Deviatoi.....	10
2.2.	Tracciato.....	10
2.2.1.	Sezione	10
2.2.2.	Passaggi a livello	11
2.3.	Temperatura di regolazione.....	11
3.	Binario a rotaie giuntate	12
4.	Documentazione di Riferimento	12
5.	Conclusioni.....	12

1. GENERALITÀ

1.1. PREMESSA

Si definisce binario in **lunga rotaia saldata (LRS)** quel binario senza soluzione di continuità nel quale le dilatazioni o le contrazioni delle rotaie, dovute alle escursioni termiche, possono manifestarsi solo alle sue estremità.

Questa tipologia di armamento, ormai adottata in tutte le ferrovie di primaria importanza, comporta notevoli vantaggi alla circolazione ferroviaria fra cui i principali possono essere così riassunti:

- migliore confort di marcia (non ci sono le “*battute*” del rodiggio sulle giunzioni);
- minore danneggiamento alle sale dei treni, con diminuzione dei costi di manutenzione dei rotabili;
- abbattimento delle vibrazioni trasmesse all’ambiente circostante.

Per tali ragioni FCE da anni ha cominciato a utilizzare tale metodologia.

Le linee guida seguite da FCE hanno fatto riferimento alle specifiche istruzioni RFI (ex FS), e relativi aggiornamenti, cercando di adattare alla propria realtà operativa in modo da definire uno standard tecnico specifico, che tenesse conto della realtà operativa di FCE che possiamo caratterizzare secondo i seguenti aspetti:

1. Esercizio
2. Tracciato
3. Sovrastruttura
4. Materiali armamento
5. Deviatori
6. Passaggi a livello
7. Ambiente
8. Esperienza

1.1.1. ESERCIZIO

La linea non è elettrificata; l’esercizio ferroviario viene effettuato prevalentemente con elettrotreni diesel con:

- Frequenza: 16 treni/giorno;
- carico per asse treni: 12t.

1.1.2. TRACCIATO

La ferrovia dell’attuale GI FCE è costituita da un’unica linea a scartamento ridotto (950/980 mm) che si estende da Paternò a Riposto con 18 stazioni e 11 fermate per una lunghezza totale di circa 88.680 Km.

Di seguito i parametri del tracciato che presenta un andamento abbastanza tortuoso.

- R_{min} : 100 m ad eccezione di un punto singolare a 80 m (km 56+628-56+669)
- Curve di transizione: $y=x^3/6LR$ (parabola cubica) o clotoide
- Sopraelevazione massima $H= 100$ mm
- Calcolo sopraelevazione $D=k V^2/R$ dove $K=5.12$ costante per scartamento 950 cm
- Raccordo di sopraelevazione di tipo lineare con: $p_{max}=30/00$
- Pendenza longitudinale max: $I_{max}=400/00$
- Raccordo verticale concavo minimo $Rv'_{min} =800$ m
- Raccordo verticale convesso minimo $Rv''_{min} =1100$ m
- Parametri cinematici:
 - V_{max} : 65Km/h (attualmente 50km/h per disposizione AN-SFISA)

- Accelerazione non compensata massima: $a_{nc} \leq 1 \text{ m/sec}^2$
- Contraccollo (variazione insufficienza sopraelevazione): $dI/dt \leq 73 \text{ mm/s}$
- Velocità di rotazione cassa (variazione sopraelevazione): $Dd/D \leq 80 \text{ mm/s}$
- accelerazione nel piano verticale: $a_v \leq 0,25 \text{ m/sec}$

1.1.3. SOVRASTRUTTURA

La linea FCE da Paternò a Riposto lunga circa 89 km è armata al 40% circa con rotaie 50E5 su traverse in cap e 60% con rotaie 36E1 su traverse in cap

- scartamento in rettilineo: 950 mm
- max allargamento in curva: 30 mm
- modulo 6/9, mentre modulo 6/10 in curve di raggio inferiore a 150 m

1.1.4. MATERIALI

Nei paragrafi successivi verranno elencati le diverse tipologie di materiali utilizzati.

1.1.4.1. TRAVERSE

Le tipologie di traverse posate sulla linea gestita da FCE possono essere classificate come segue:

- Traverse monoblocco in CAP croce FX 180V per armamento 36 UNI e 50 UNI;
- Traverse monoblocco in CAP tipo F 180V - FA 180V - FB 180V – F 180 VPL – FF 180 V per armamento 36 UNI e 50 UNI;
- Traverse monoblocco in CAP tipo SR 180V V36 E per armamento 36 UNI;
- Traverse monoblocco in CAP tipo FS V35 SR36 per armamento 36 UNI;
- Traverse monoblocco in CAP tipo FSV 35 SR50 per armamento 50 UNI;
- Traverse monoblocco in CAP attacco indiretto per armamento 36 UNI e 50 UNI.

1.1.4.2. ORGANI DI ATTACCO

Le tipologie di organi di attacco presenti sulla linea gestita da FCE sono così classificabili:

- Attacco elastico Vossloh W14
- Attacco indiretto K con piastre 330
- Attacco indiretto con piastre 294

1.1.4.3. ROTAIE

Le rotaie presenti sulla linea gestita da FCE sono delle tipologie seguenti:

- Rotaie 50E5 R260
- Rotaie 36E1 R260

1.1.4.4. GIUNTI ISOLANTI INCOLLATI

FCE usa le seguenti tipologie di giunti isolanti incollati:

- Tipo 50
- Tipo 36

1.1.4.5. PIETRISCO

Il pietrisco utilizzato è pietrisco almeno di 2^a categoria, pungiforme, a spigoli vivi di dimensioni 30/60mm.

1.1.5. DEVIATOI

Gli apparecchi di binario presenti sulle linee di FCE sono identificati nelle seguenti tipologie:

- S50E5/100/0,125 (posati sia su legno che su cemento)
- 36RA/100/0,125 (posati solo su legno).

1.1.6. PASSAGGI A LIVELLO

I passaggi a livello, di varia lunghezza, sono tutti cementati. È possibile la realizzazione di pavimentazione dei PL con pannelli rimovibili (tipo STRAIL, pannelli in c.a).

1.1.7. AMBIENTE

Il tracciato ferroviario di FCE si svolge tutto nell'ambito della provincia di Catania; dal punto di vista climatico non si registrano grosse escursioni termiche nel corso dell'anno, per cui il binario, pur sollecitato termicamente, in particolare nella stagione estiva, non risulta particolarmente instabile, consentendo una circolazione ferroviaria in sicurezza.

1.2. ESPERIENZA

L'esperienza maturata in oltre 20 anni dal primo tratto armato in lunga rotaia saldata consente di fare alcune considerazioni, tenendo presente quanto segue;

- termica del binario: considerazioni generali;
- istruzione RFI: "costituzione e controllo della lunga rotaia saldata" nei vari aggiornamenti;
- studi specifici sulle problematiche relative alla lunga rotaia saldata nelle ferrovie a scartamento ridotto;
- applicazione sperimentale in FCE previo studio specifico per applicazione su curve di piccolo raggio peculiari nel tracciato della linea FCE.

In questi 20 anni, numerosi tratti sono stati armati in lunga rotaia saldata e costantemente monitorati per valutarne eventuali anomalie che potessero minare la sicurezza dell'esercizio: **ad oggi nessun inconveniente di esercizio avvenuto è ascrivibile all'adozione della lunga rotaia saldata.**

2. STANDARD TECNICO PER L'ADOZIONE DELLA LRS

Ciò premesso, alla luce delle recenti normative, considerando la volontà di estendere l'adozione della lrs all'intera rete FCE, ove possibile, si rende necessario stabilire uno **standard tecnico** che faccia da riferimento per l'adozione della lrs lungo tutta la rete FCE.

Tale standard definirà le condizioni secondo i seguenti aspetti:

1. materiali costituenti la sovrastruttura;
2. specificità del tracciato ferroviario;
3. condizioni ambientali (**temperatura di regolazione**);

2.1. MATERIALI

2.1.1. TRAVERSE

Le traverse da utilizzare per armare il binario in lrs sono essenzialmente quelle in c.a.p. armate con attacco indiretto e attacco Vossloh W14; esse vanno integrate nelle curve di raggio inferiore a **150 m**, con traverse speciali, dotate di risalti che ne aumentino la resistenza allo scorrimento per attrito come le traverse FX180.

Nelle nuove realizzazioni le traverse saranno armate con attacco Vossloh W14.

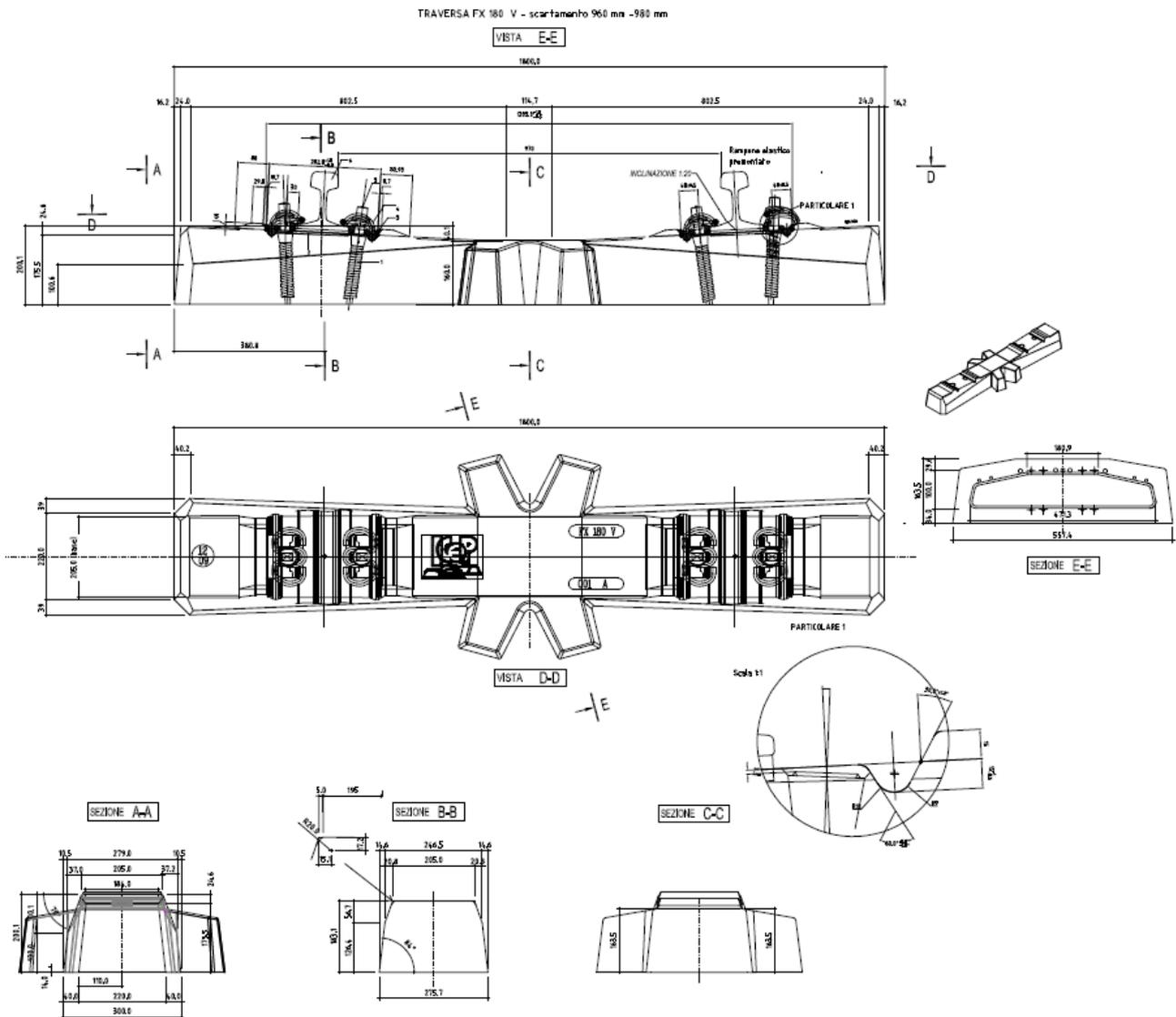


FIGURA 1 FX180V_50E5

PER L'ADOZIONE DI TRAVESSE SPECIALI DIVERSE DA FX180, VA CONDOTTA IDONEA SPERIMENTAZIONE CERTIFICATA.

2.1.2. ROTAIE

Le standard per le rotaie da adottare è:

- rotaia 50E5 R260 (vedi paragrafo 3 Riferimenti punto 1)
- rotaia 36E1 R260

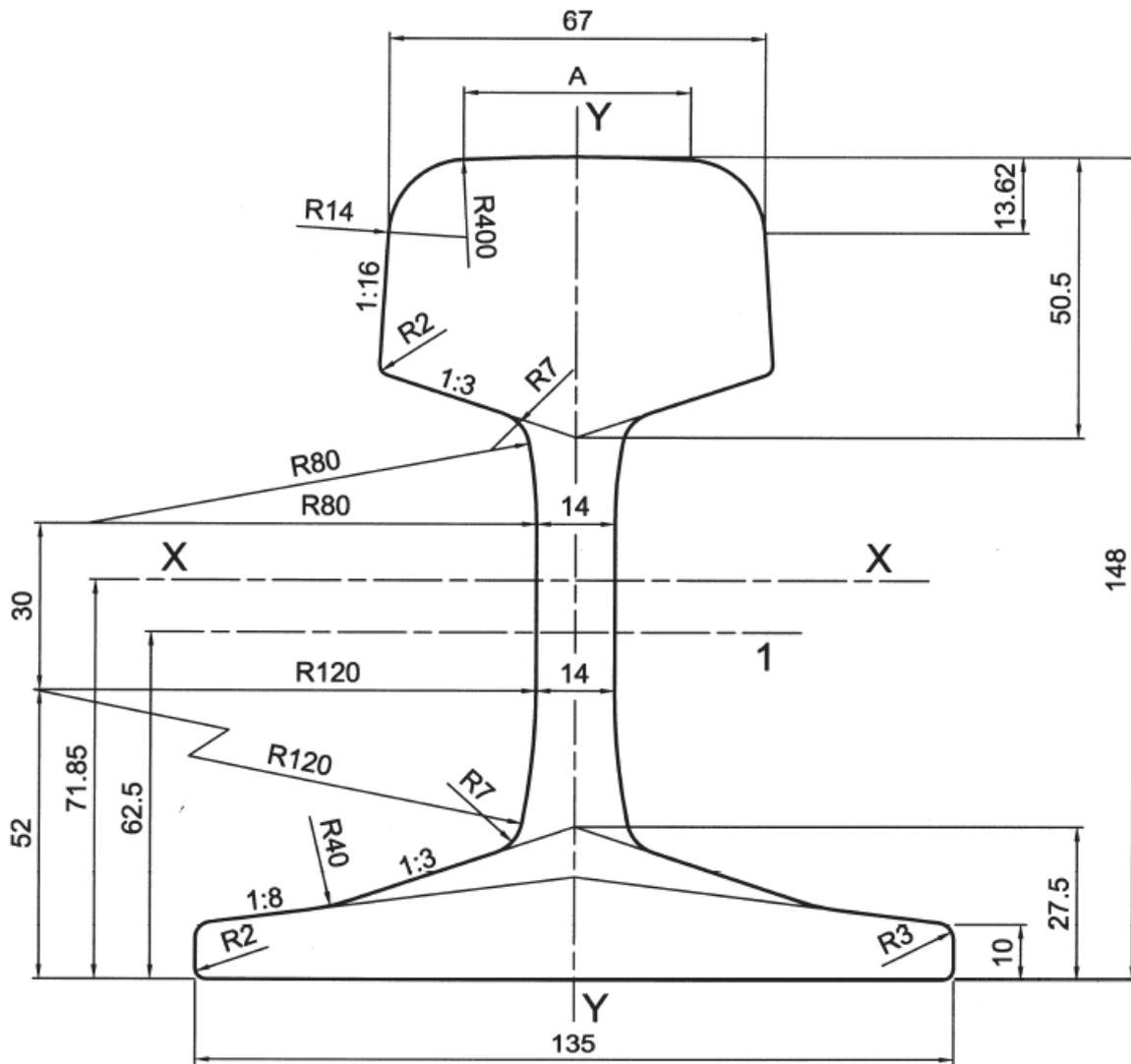


FIGURA 2 PROFILO ROTAIA 50E5

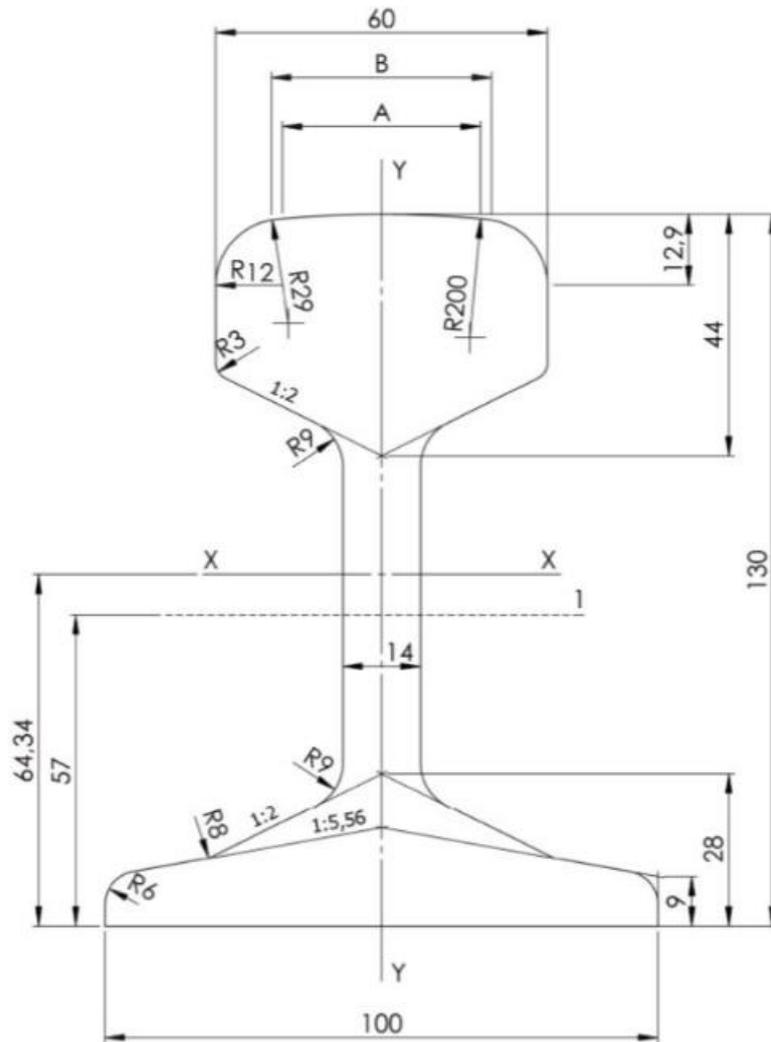


FIGURA 3 PROFILO ROTAIA 36E1

IN FASE TRANSITORIA SI POTRANNO ADOTTARE LE ROTAIE 36E1 SU TRAVERSE IN C.A.P. SECONDO QUANDO PREVISTO NELLO STUDIO DI CUI AL CAPITOLO 3 RIFERIMENTI PUNTO 2

2.1.3. ORGANI ATTACCO

Le tipologie di organi di attacco presenti sulla linea gestita da FCE sono così classificabili:

- Attacco elastico Vossloh W14
- Attacco indiretto K con piastre 330
- Attacco indiretto k con piastre 294



FIGURA 4 ATTACCO ELASTICO TIPO VOSSLOH

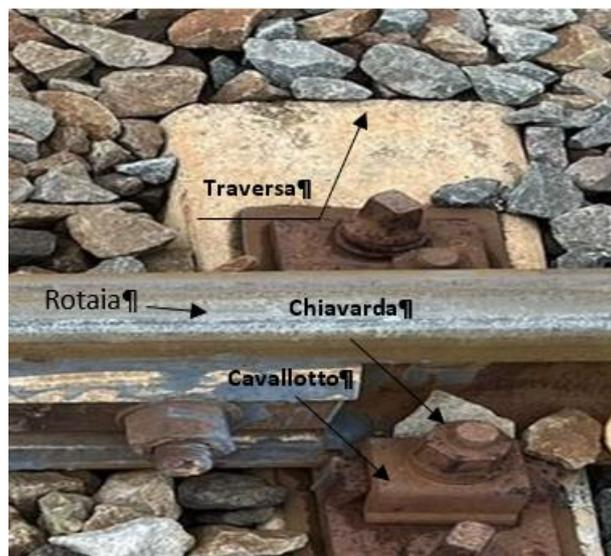


FIGURA 5 ATTACCO INDIRETTO K

2.1.4. PIETRISCO

Il pietrisco da utilizzare è pietrisco di 1[^]/2[^] categoria, pugniforme, a spigoli vivi di dimensioni 30/60mm

2.1.5. GIUNTI ISOLANTI INCOLLATI

I Giunti isolanti incollati da inserire in lrs sono del tipo incollati di lunghezza minima 3,80 m.



FIGURA 6 GIUNTI ISOLANTI INCOLLATI

2.1.6. DEVIATOI

I deviatori da inserire in lrs sono del tipo 50E5, con cuore fuso al manganese e zampini saldabili; in alternativa possono essere utilizzati deviatori tipo 50E5 con cuori assemblati con chiodi ad alta tenuta (tipo Huck).

Gli altri tipi di deviatori, non possono essere inseriti in l.r.s. e devono esseri protetti con “campate polmone” (vedi al capitolo 3 riferimenti punto 3).

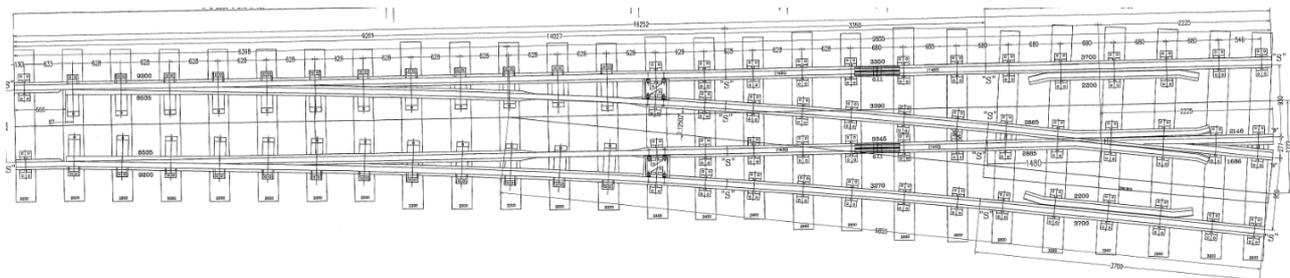


FIGURA 7 DEVIATOI

2.2. TRACCIATO

Di seguito i parametri del tracciato:

- Raggio minimo $R=100$ m con punto singolare con raggio 80 m
- Pendenza massima $i=40\%$
- Scartamento in rettilineo 950 mm
- Max allargamento scartamento= 30 mm
- Modulo 6/9 o 6/10

2.2.1. SEZIONE

La sezione tipo in rettilineo è la seguente:

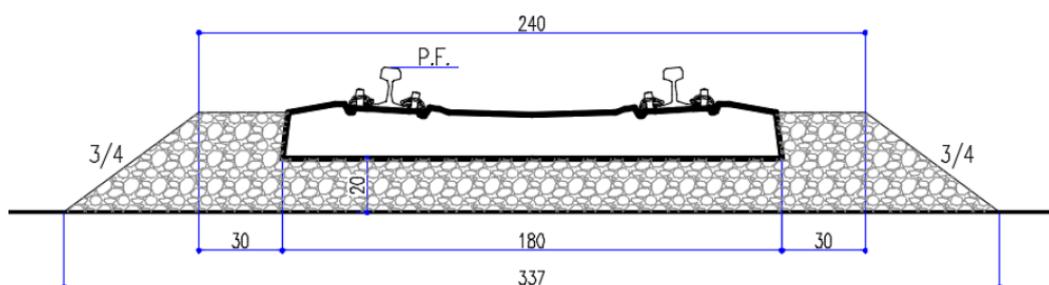


FIGURA 8 SEZIONE TIPO

2.2.2. PASSAGGI A LIVELLO

I passaggi a livello cementati non possono essere inseriti in estremità di lrs; in tali casi devono essere protetti da campate polmone (vedi punto 3 riferimenti). Nel caso in cui i passaggi a livello vengono pavimentati con pannelli rimovibili (tipo STRAIL, pannelli in c.a) potranno trovarsi anche alle estremità della lrs.



FIGURA 9 PASSAGGIO A LIVELLO

2.3. TEMPERATURA DI REGOLAZIONE

Considerato che le condizioni ambientali in cui si svolge l'esercizio di FCE sono essenzialmente caratterizzate da temperature abbastanza elevate, si adotta come temperatura di regolazione delle tensioni interne della lrs:

$$T_r = 33^\circ \pm 2^\circ$$

3. BINARIO A ROTAIE GIUNTATE

Il binario a rotaie giuntate è costituito da campate di lunghezza media 36m, le cui giunzioni sono sfalsate di 12m tra rotaia lato monte e rotaia lato valle.

I giunti adottati sono del tipo sospeso.

Tale tipologia è stata messa in opera considerando i bassi carichi per asse del veicolo ferroviario, pari a 12 tonnellate.

Non si sono mai presentate problematiche particolari, sia dal punto di vista della sicurezza che dal punto di vista manutentivo.

4. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

1. Traversa monoblocco in c.a.p. croce fx 180 v armamento 50 E5 – scartamento 950 ÷ 980 mm - interasse 600 mm determinazione raggio minimo 100 m - binario LRS Relazione di Calcolo;
2. Studio propedeutico alla redazione di normativa ferroviaria per la costituzione del binario in LRS con traverse monoblocco in CAP da 180 cm e rotaie tipo 36 UNI in uso presso FCE;
3. Istruzione tecnica RFI TC AR IT AR 01 008 C “Costituzione e controllo della Lunga rotaia saldata (LRS)” rev C del 12.03.2016.

5. CONCLUSIONI

Tale **standard tecnico** individua le condizioni per l'adozione della lrs in FCE, rimandando alla **specifica istruzione**, tutto ciò che ne riguarda la formazione ed il controllo.