

# DOSSIER MANUTENZIONE

## MUM 02 IC

### Manuale di uso e manutenzione

## BINARIO

## PARAMETRI GEOMETRICI

REV.	DATA	DESCRIZIONE DELLA REVISIONE	REDATTO		VERIFICATO	APPROVATO
1	28/10/2020	PRIMA EMISSIONE	R. CUTULI	G. LEOTTA	C. CONIGLIONE	S. FIORE
2	28/04/2023	Osservazioni ANSFISA di cui alla nota prot. n. 0058083 del 19/12/2022	R. CUTULI		S. BASCETTA	D.ZITO
3	06/10/2023	Osservazioni ANSFISA di cui alla nota prot. n. 48860 del 22/08/2023	R. CUTULI		S. BASCETTA	D.ZITO
4	20/12/2024	Osservazioni ANSFISA di cui alla nota prot. n. 0071926 del 09/10/2024	 R. Cutuli		 S. Bascetta	 D. Zito

## INDICE

1	PREMESSA .....	5
2	SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE.....	5
3	ACRONIMI, TERMINI E DEFINIZIONI .....	6
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	6
5	BINARIO .....	7
5.1	Rotaia .....	8
5.2	Traverse .....	9
5.3	Organi di attacco.....	11
5.4	Organi di giunzione.....	13
6	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOMETRICI DEL BINARIO OGGETTO DI CONTROLLO E LORO DIFETTOSITÀ.....	13
7	TOLLERANZE AMMESSE SECONDO L'AMBITO OPERATIVO (ESERCIZIO, MANUTENZIONE, COSTRUZIONE A NUOVO)..	19
7.1	Livelli di qualità geometrica correnti .....	19
7.2	Valori comportanti vincoli all'esercizio .....	20
7.3	Valori ammessi a seguito di lavori di manutenzione .....	20
7.4	Valori ammessi a seguito di rinnovi o di nuove costruzioni .....	20
8	CONSIDERAZIONI RELATIVE ALL'INTERFACCIA VEICOLO-RETE (SALA MONTATA -BINARIO).....	21
9	VALORI DI RIFERIMENTO.....	21
9.1	Livelli di qualità geometrica correnti .....	22
9.2	Valori comportanti vincoli all'esercizio .....	26
9.3	Valori ammessi a seguito di lavori di manutenzione all'armamento.....	30
9.4	Valori ammessi a seguito di lavori di rinnovo o nuova costruzione.....	32
10	TIPOLOGIE DI CONTROLLI E FREQUENZE.....	34
10.1	Visita ordinaria in linea a piedi.....	34
10.2	Visita in cabina.....	35
10.3	Visita ordinaria con carrellino mobile.....	36
10.4	Visita ordinaria con mezzi di diagnostica mobile .....	36
10.5	Visite straordinarie in linea .....	37
10.6	Visite ispettive con livello di dettaglio superiore .....	38
11	TIPOLOGIE DI MANUTENZIONE.....	39
12	MODALITÀ DI REGISTRAZIONE DEI CONTROLLI E PERSONALE RESPONSABILE .....	40

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Binario .....	7
Figura 2: Rotaia .....	8
Figura 3: Sezione della Rotaia.....	9
Figura 4: Traversa in c.a.p. in posa.....	10
Figura 5: Attacco diretto elastico Vossloh W14.....	11
Figura 6: Attacco diretto UNI 36 e UNI 27 su legno .....	12
Figura 7: Attacco indiretto con piastre 330 su capv.....	12
Figura 8: Attacco indiretto con piastre MC01 su legno.....	13
Figura 9: Allineamento .....	15
Figura 10: Singoli difetti di allineamento.....	15
Figura 11: Livello longitudinale.....	16
Figura 12: Singoli difetti di livello longitudinale.....	16
Figura 13: Livello trasversale .....	17
Figura 14: Singoli difetti di sopraelevazione .....	18
Figura 15: Singoli difetti di sghembo .....	18
Figura 16: Interfaccia binario – sala montata .....	21
Figura 17: Valori correnti dello Scartamento .....	22
Figura 18: Valori correnti dell'Allineamento .....	23
Figura 19: Valori correnti del Livello Longitudinale .....	23
Figura 20: Valori correnti del difetto di sopraelevazione .....	23
Figura 21: Valori correnti dello Sghembo .....	24
Figura 22: Valori correnti dello Sghembo.....	24
Figura 23: Valori correnti dell'angolo di usura della rotaia .....	25
Figura 24: Valori dello Scartamento comportanti vincoli all'esercizio (R > 650 m) .....	26
Figura 25: Valori dello Scartamento comportanti vincoli all'esercizio (R < 650 m) .....	26
Figura 26: Valori dell'allineamento comportanti vincoli all'esercizio.....	27
Figura 27: Valori del livello longitudinale comportanti vincoli all'esercizio .....	27
Figura 28: Valori del difetto di sopraelevazione comportanti vincoli all'esercizio .....	28
Figura 29: Valori dello sghembo comportanti vincolo all'esercizio .....	29
Figura 30: Valori dello sghembo comportanti vincolo all'esercizio .....	29
Figura 31: Valori dello scartamento ammessi a seguito di lavori di manutenzione (R > 650 m).....	30
Figura 32: Valori dello scartamento ammessi a seguito di lavori di manutenzione (R < 650 m).....	30

Figura 33: Valori dell'allineamento ammessi a seguito di lavori di manutenzione.....	30
Figura 34: Valori del livello longitudinale ammessi a seguito di lavori di manutenzione .....	30
Figura 35: Valori del difetto di sopraelevazione ammessi a seguito di lavori di manutenzione .....	31
Figura 36: Valori dello sghembo ammessi a seguito di lavori di manutenzione .....	31
Figura 37: Valori dello scartamento ammessi a seguito di lavori di rinnovo o nuova costruzione (R > 650 m).....	32
Figura 38: Valori dello scartamento ammessi a seguito di lavori di rinnovo o nuova costruzione (R < 650 m).....	32
Figura 39: Valori dell'allineamento ammessi a seguito di lavori di rinnovo o nuova costruzione.....	33
Figura 40: Valori del livello longitudinale ammessi a seguito di lavori di rinnovo o nuova costruzione.....	33
Figura 41: Valori del difetto di sopraelevazione ammessi a seguito di lavori di rinnovo o nuova costruzione.....	33
Figura 42: Valori dello sghembo ammessi a seguito di lavori di rinnovo o nuova costruzione.....	33
Figura 43: Visite ispettive con livello di dettaglio superiore .....	38

## 1 PREMESSA

---

Il presente Manuale di Uso e Manutenzione descrive le caratteristiche e le attività di manutenzione previste da FCE per il “binario” in opera sulle linee ferroviarie gestite da FCE. Quanto non indicato nel presente manuale e necessario ai fini del normale funzionamento della infrastruttura ferroviaria e relativo all’elemento “binario” è descritto in ulteriori documenti interni a FCE (procedure, istruzioni operative, piani di manutenzione) referenziati nel seguito del presente documento.

## 2 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

---

Lo scopo del presente Manuale è quello di fornire tutte le informazioni utili alla pianificazione, alla esecuzione, alla consuntivazione e al monitoraggio della manutenzione al binario. In particolare, gli aspetti trattati nel presente manuale si focalizzano sulla geometria del binario; gli aspetti strutturali riguardanti gli elementi del binario sono descritti all’interno del manuale MUM 03 IC “Componenti del binario – Elementi strutturali” di FCE.

L’obiettivo del presente manuale è quello di fornire le seguenti indicazioni:

1. Identificazione dei parametri geometrici del binario da tenere sotto controllo (§6)
2. Definizione dei valori ammissibili per i parametri di cui al punto 1 (§§7,8)
3. Tipologie e frequenza dei controlli dei parametri di cui al punto 1 (§10)
4. Strumenti da utilizzare per il controllo dei parametri di cui al punto 1 (manualistica, strumenti di misura, parti di ricambio, ecc.) (§12)
5. Ruoli e responsabilità del personale coinvolto nei controlli e/o interventi manutentivi (§12)

Tutte queste informazioni sono dettagliate nei successivi paragrafi.

### 3 ACRONIMI, TERMINI E DEFINIZIONI

ACRONIMI	DEFINIZIONE
FCE	Ferrovia Circumetnea Catania
DT	Dirigente Tecnico
CUOT	Capo Unità Organizzativa Tecnica
CU	Coordinatore Ufficio
CUT	Capo Unità Tecnica
ST	Specialista Tecnico
CO	Capo operatore
OQ	Operatore Qualificato
OM	Operatore Manutenzione
SGS	Sistema Gestione Sicurezza
PO	Procedura Operativa
DCO	Dirigente Centrale Operativo
LRS	Lunga Rotaia Saldata

### 4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

RIF.	DOCUMENTO DI RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
[1]	Istruzione Operativa	Controllo di rotaie e deviatori e gestione dei difetti
[2]	Istruzione Operativa	Vigilanza delle infrastrutture civili ferroviarie-modalità per l'effettuazione delle visite linea
[3]	EN 13848-5:2017	Railway applications - Track - Track geometry quality - Part 5: Geometric quality levels - Plain line, switches and crossings
[4]	EN 13306:2018	Manutenzione – Terminologia di manutenzione
[5]	Procedura Operativa n. 07	Gestione delle forniture esterne connesse con la sicurezza
[6]	Procedura Operativa n. 14	Gestione dell'emergenza per allarme meteo e rischio idrogeologico

## 5 BINARIO

Il binario è una struttura reticolare (telaio) formata da rotaie, traverse e organi di attacco, annegata nella massicciata, costituita da rocce frantumate in pezzatura specifica.

In particolare esso rappresenta l'insieme di due rotaie posate longitudinalmente alla via ferroviaria ed alle quali è affidata anche la funzione di guida del rotabile attraverso il contrasto laterale dei bordini delle sue ruote.

Il piano tangente ad esse (in sommità) prende il nome di Piano del Ferro.

La distanza tra le due rotaie del binario misurata tra le facce interne delle rotaie a 14 mm dal piano di rotolamento è definita **scartamento**.

Lo scartamento può essere:

- normale: 1435 mm;
- ridotto 1000 mm;
- ridotto 950 mm.

Lo scartamento usato da FCE è quello ridotto 950 mm in rettifilo, con allargamento massimo di 30mm sulle curve di raggio minimo. Lo scartamento ridotto meglio si adatta ai tracciati particolarmente tortuosi, come quello della linea FCE caratterizzato da curve con un raggio minimo pari a 100 metri con un punto singolare del “Viadotto in muratura (km 56+628,43 – km 56+669,70) in cui il raggio della curva è di 80

La seguente

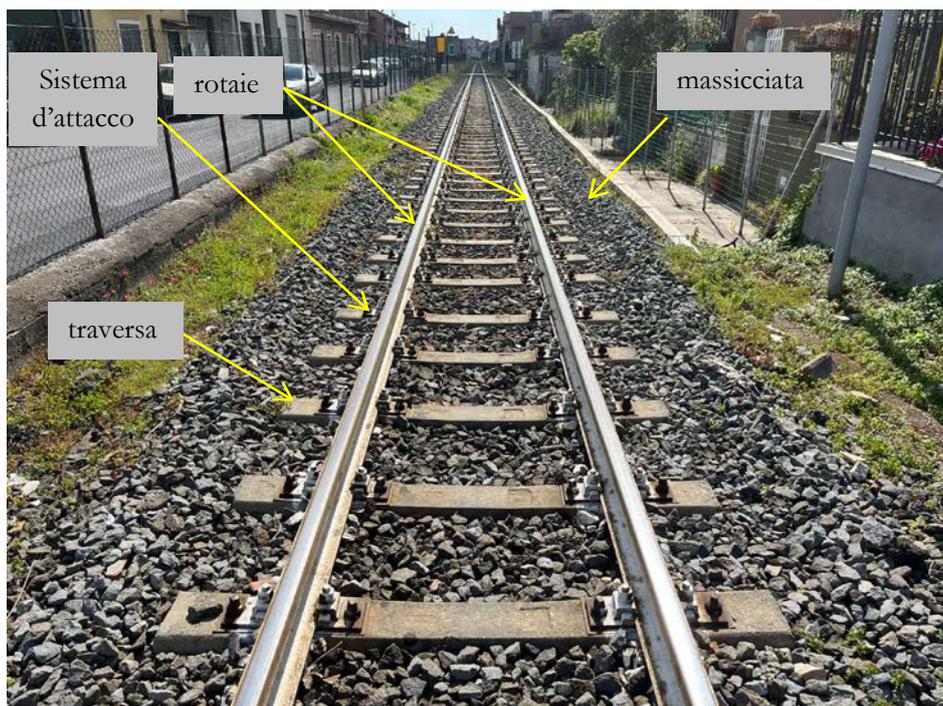


Figura 1: Binario

Il “binario” è composto dai seguenti “elementi”:

- 1) Rotaie;
- 2) Traverse;
- 3) Organi di attacco;
- 4) Organi di giunzione

In essa è evidenziata anche la massicciata, formata da pietrisco di adeguata pezzatura e litologia, in cui il binario è “annegato”.

La massicciata ha il compito di ripartire i carichi statici e dinamici al sottofondo, nonché di drenare le acque piovane.

L'insieme costituito dal binario e dalla massicciata costituisce la **sovrastuttura ferroviaria**

## 5.1 ROTAIA

La **rotaia** è l'elemento d'acciaio che costituisce il supporto e la guida del veicolo; la sua parte superiore, sulla quale avviene il moto delle ruote, prende il nome di superficie di rotolamento.



Figura 2: Rotaia

La Rotaia è caratterizzata dal suo peso per metro lineare (Kg/m) e il suo profilo è da porsi in relazione con:

- il massimo carico per asse e della sua frequenza,
- la velocità massima ammessa sulla linea,
- la velocità del traffico merci.

Nella sottostante Figura 3 è riportata la sezione della rotaia in posizione di montaggio inclinata di 1/20 verso l'interno per favorire l'accoppiamento con il profilo del cerchione della ruota del rotabile.

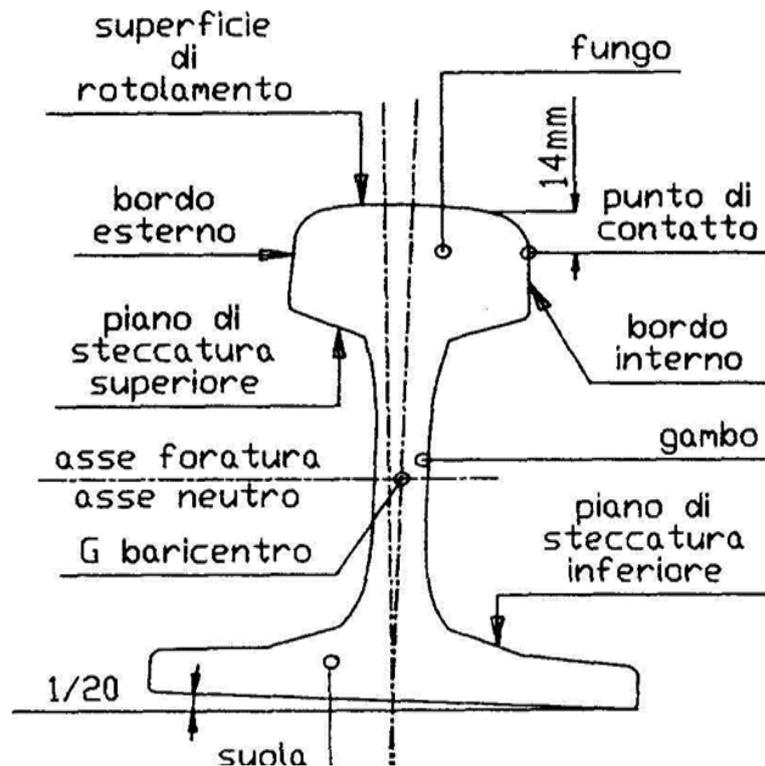


Figura 3: Sezione della Rotaia

Dalla Figura 3, le parti caratteristiche sono:

- *Fungo*: parte superiore sulla quale poggiano direttamente le ruote dei rotabili;
- *Suola*: parte inferiore con la quale la rotaia poggia sulle traverse;
- *Gambo*: parte centrale posta tra il fungo e la suola, sede delle forature per la giunzione di 2 rotaie consecutive;
- *Superficie di rotolamento*: parte superiore del fungo a diretto contatto con la parte attiva del cerchione delle ruote;
- *Piani di steccatura*: piani di raccordo tra fungo e gambo, e tra gambo e suola, chiamati così perché tra di essi sono sistemate le stecche o ganasce in prossimità delle rotaie ed in corrispondenza delle giunzioni tra 2 rotaie consecutive.

Le ulteriori caratteristiche delle rotaie sono definite nel MUM 03 IC “Componenti del binario – Elementi strutturali” di FCE, in cui sono definite le difettosità ad esse associate (difetti superficiali, difetti legati alla termica, ecc.)

## 5.2 TRAVERSE

La **traversa** è l'elemento prismatico trasversale che collega le due rotaie di un binario; possono essere in acciaio, in legno e in cemento armato semplice o precompresso.



Figura 4: Traversa in c.a.p. in posa

Le traverse svolgono la funzione di:

- ripartire sulla massicciata le sollecitazioni indotte dalla circolazione,
- ancoraggio del binario alla massicciata in presenza delle azioni indotte dalle variazioni di temperatura e dalle accelerazioni e decelerazioni dei convogli. Per le lunghe rotaie saldate, l'immobilità del binario, in presenza di elevati gradienti di temperatura, è garantita appunto dall'ammorsamento delle traverse nel pietrisco.

Le traverse di cemento armato hanno ultimamente sostituito le traverse in legno e si distinguono in:

- traverse monoblocco (unico manufatto in conglomerato cementizio precompresso longitudinalmente),
- traverse biblocco (costituita da due elementi, in conglomerato cementizio con armatura lenta, disposti sottorotaia e collegati da un tirante in acciaio).

Le due rotaie vengono mantenute alla prescritta distanza (scartamento) dalle traverse e dagli organi di attacco. Le traverse assolvono anche al compito dell'ammorsamento del binario nella massicciata e sono equiparate a travi rovesce a due appoggi.

L'interasse delle traverse costituisce il modulo o passo o spartito e caratterizza il comportamento a telaio del binario, condizionando il trasferimento delle forze verticali al piano di piattaforma che, a seconda della portanza dello stesso, ha cedimenti calcolati sotto 'effetto dei carichi trasmessi principalmente dai rotabili.

FCE ha sulla propria infrastruttura solo traverse monoblocco in c.a.p.v o legno.

Tutte le informazioni relative all'elemento strutturale "traversa" sono definite nel MUM 03 IC "Componenti del binario – Elementi strutturali" di FCE, in cui sono definite le difettosità ad esso associate.

### 5.3 ORGANI DI ATTACCO

Gli **organi di attacco** sono i dispositivi che consentono il collegamento delle rotaie alle traverse.

In particolare gli organi d'attacco svolgono le seguenti funzioni:

- servono come ancoraggio alla traversa (trasferendo a questa gli sforzi verticali),
- garantiscono una corretta posizione trasversale e longitudinale (serraggio idoneo ad evitare movimenti relativi tra rotaia e traversa),
- garantiscono l'isolamento elettrico (se necessario).

L'organo d'attacco può essere:

- *diretto*, se l'organo di collegamento fra rotaia e traversa garantisce anche la posizione della rotaia;
- *indiretto*, la funzione di collegamento rotaia/traversa è separata dalla funzione di assicurare la posizione della rotaia.

Le seguenti figure (Figura 5, Figura 6, Figura 7 e Figura 8) illustrano le varie tipologie di organi d'attacco presenti sulla rete FCE.



Figura 5: Attacco diretto elastico Vossloh W14



Figura 6: Attacco diretto UNI 36 e UNI 27 su legno



Figura 7: Attacco indiretto con piastre 330 su capv



Figura 8: Attacco indiretto con piastre MC01 su legno

#### 5.4 ORGANI DI GIUNZIONE

Gli **organi di giunzione** sono i dispositivi necessari per giuntare due testate di rotaia, qualora siano non saldate. I dispositivi di giunzione sono costituiti da ganasce in acciaio strette da quattro chiavarde (due per ogni testata), con l'interposizione di rondelle elastiche per contrastare l'allentamento della forza di serraggio (causata dal movimento della giunzione e dalle vibrazioni indotte dall'esercizio ferroviario).

Le ganasce di giunzione hanno un particolare profilo al fine di permettere il contatto rotaia/ganascia ai soli piani di steccatura della rotaia.

Con riferimento alla posizione della giunzione rispetto alla traversa, essa può essere appoggiata o sospesa. Nel primo caso essa appoggia su traverse di dimensioni doppie (coppione). La giunzione sospesa invece è posta al centro dello spartito tra due traverse (con le due testate estreme che si comportano come mensole).

Sull'armamento delle linee FCE le giunzioni sono del **tipo sospeso**.

## 6 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOMETRICI DEL BINARIO OGGETTO DI CONTROLLO E LORO DIFETTOSITÀ

I parametri caratteristici del binario possono essere distinti in:

- geometrici
- strutturali

All'interno del presente documento saranno analizzati i soli parametri geometrici del binario e le

eventuali difettosità ad essi associati.

I parametri geometrici da tenere sotto controllo sono:

1. scartamento;
2. allineamento (rotaia destra e rotaia sinistra);
3. livello longitudinale (rotaia destra e rotaia sinistra);
4. livello trasversale;
5. sghembo (su base 3 metri e 9 metri).

Lo **SCARTAMENTO** (identificato con la lettera **S**) rappresenta la minima distanza, espressa in millimetri, fra i fianchi attivi dei funghi delle due rotaie, misurata dal piano di rotolamento a 14 millimetri sotto di esso.

La differenza di scartamento tra due successivi appoggi, in qualsiasi tratta di binario, non deve essere superiore a 1,0 mm. Esso è soggetto ad un allargamento nei tratti planimetrici circolari, in funzione del valore del raggio della curva, necessario per consentire l'iscrizione del veicolo ferroviario in curva, a seguito del fatto che le due ruote sono rigidamente calettate sull'asse per formare la sala montata. L'allargamento va ottenuto modificando la posizione planimetrica della rotaia interna e va localizzato lungo la curva di transizione a raggio variabile (generalmente parabolica o clotoidica).

Si parla di difetto di scartamento se in rettilineo esso è diverso da quello di progetto (950 mm) e in curva l'allargamento non è compatibile con il valore del raggio della curva. In accordo a quanto definito dalla normativa vigente (§11 dell'Allegato 1 al Decreto ANSF n.1/2019) si riporta nella seguente Tabella 1 il valore degli allargamenti ammessi in corrispondenza di diversi raggi di curvatura.

Tali allargamenti sono corrispondenti a quelli adottati sulle linee gestite da FCE.

<b>Raggio di curvatura (m)</b>	<b>Allargamento consentito (mm)</b>	<b>Scartamento (mm)</b>
$R \leq 150$	30	980
$150 < R \leq 250$	25	975
$250 < R \leq 350$	20	970
$350 < R \leq 450$	15	965
$450 < R \leq 550$	10	960
$550 < R \leq 650$	5	955
$R \geq 650$	0	950

Tabella 1: Allargamento dello scartamento

L' **ALLINEAMENTO** (identificato con la lettera **A**) rappresenta la misura, espressa in millimetri, della deviazione  $y_p$ , nella direzione  $y$ , delle posizioni successive del punto P per ciascuna rotaia, espresso come

spostamento dalla posizione media orizzontale (linea di riferimento) comprendente il campo di lunghezze d'onda D1 riportato di seguito e calcolato attraverso successive misurazioni (Figura 9).

$$D1: 3 \text{ metri} < \lambda \leq 25 \text{ metri}$$

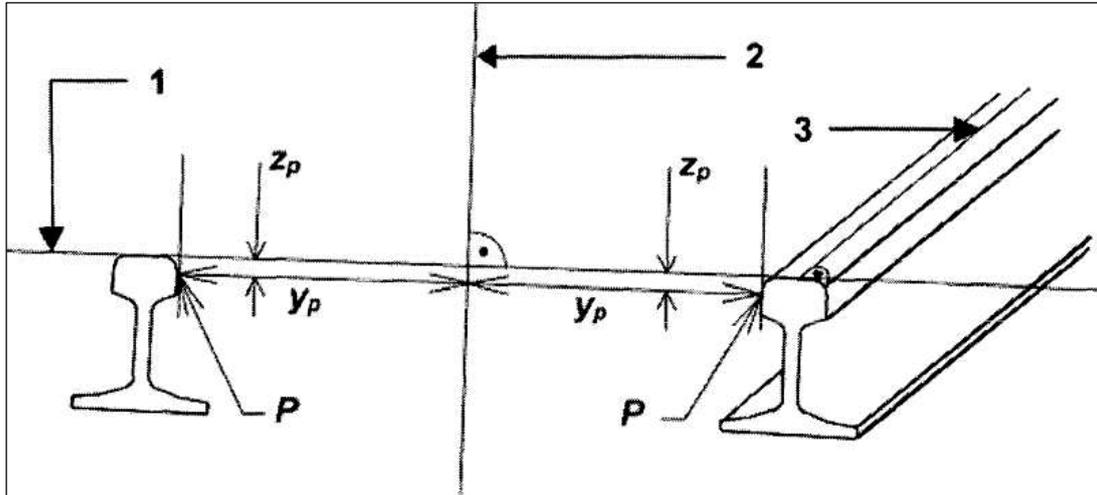


Figura 9: Allineamento

All'interno della Figura 9, si indica con 1 la retta appartenente alla superficie di rotolamento, 2 la linea di riferimento e 3 l'asse della tavola di rotolamento.

I difetti di allineamento o curvatura si manifestano con lo spostamento di una o entrambe le rotaie dalla loro posizione planimetrica di progetto o dalla rispettiva posizione relativa.

I singoli difetti sono rappresentati dall'ampiezza misurata tra il valore medio ed il valore di picco superiore o inferiore, come da grafico di Figura 10, i superi sono gli scostamenti rispetto alla linea media che eccedono il valore ammesso (valore da considerare in più o in meno rispetto alla linea media). Tale parametro deve essere misurato per entrambe le rotaie.

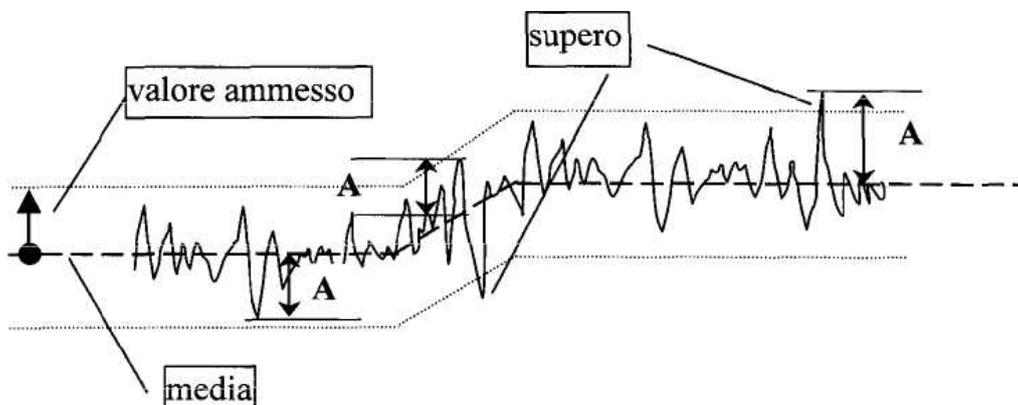


Figura 10: Singoli difetti di allineamento

Il **LIVELLO LONGITUDINALE** (identificato con la lettera **L**) è la misura, espressa in millimetri, della deviazione  $z_p$ , nella direzione  $z$ , della distanza della tavola di rotolamento di ciascuna rotaia rispetto

alla posizione media verticale (linea di riferimento) comprendente il campo di lunghezze d'onda D1, riportato di seguito ed è calcolato da misure successive (vedere Figura 11).

$$D1: 3 \text{ metri} < \lambda \leq 25 \text{ metri}$$

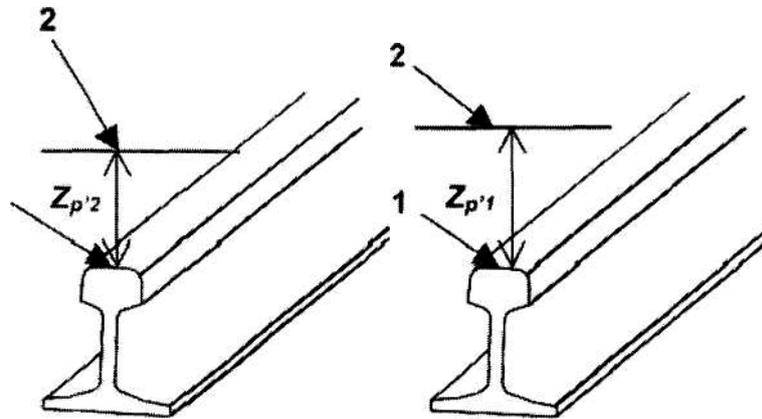


Figura 11: Livello longitudinale

All'interno della Figura 11 si indica con 1 la tavola di rotolamento e con 2 la linea di riferimento.

I singoli difetti sono rappresentati dall'ampiezza misurata tra il valore medio ed il valore di picco superiore o inferiore, come da grafico di Figura 12; i superi sono gli scostamenti rispetto alla linea media che eccedono il valore ammesso (valore da considerare in più o in meno rispetto alla linea media). Tale parametro deve essere misurato per entrambe le rotaie.

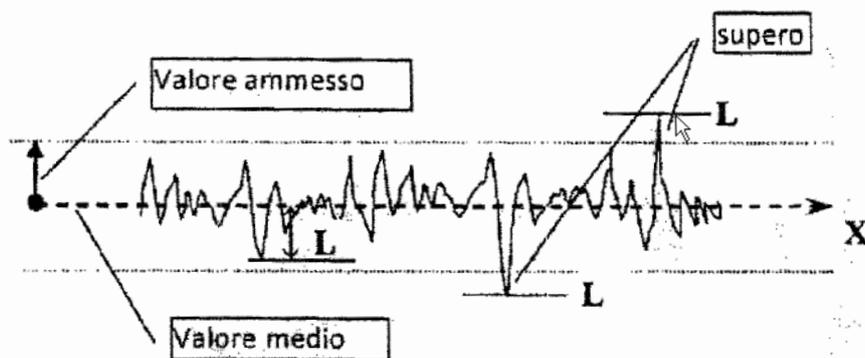


Figura 12: Singoli difetti di livello longitudinale

Il **LIVELLO TRASVERSALE** (identificato con l'abbreviazione **XL**) indica la misura, espressa in millimetri, della differenza in altezza tra le due tavole di rotolamento adiacenti; è espressa come l'altezza del triangolo rettangolo avente ipotenusa pari a 1020 mm sullo scartamento ridotto ed angolo al vertice pari all'angolo tra il piano di rotolamento ed un piano orizzontale di riferimento.

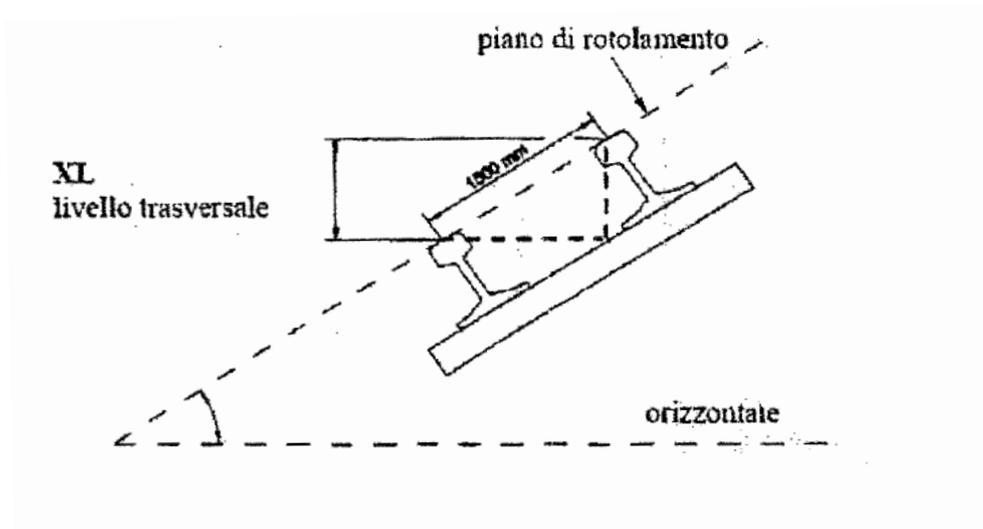


Figura 13: Livello trasversale

Il livello trasversale è rilevato misurando l'angolo tra piano di rotolamento ed il piano orizzontale di riferimento o misurando la differenza in altezza tra le due tavole di rotolamento.

I difetti di livello trasversale si hanno quando le due rotaie in rettifilo non sono alla stessa quota e quando in curva assumono valori di sopraelevazione diversi da quelli di progetto.

La **SOPRAELEVAZIONE** (identificata con l'abbreviazione  $\Delta H$ ) è la misura, espressa in millimetri, del modulo della differenza tra il livello trasversale **XL** e la sopraelevazione di progetto **h**:

$$\Delta H = |h - XL|$$

La sopraelevazione di progetto **h** è:

- 0 per binario in retta o su curve senza sopraelevazione e loro raccordi planimetrici;
- **h** di progetto della sopraelevazione per le curve e loro raccordi altimetrici (**h** variabile).

Sul grafico si traccia in corrispondenza delle rette e delle curve del tracciato una linea alla quota della sopraelevazione di progetto e si valuta la differenza  $\Delta H$  fra il livello trasversale **XL** e la sopraelevazione di progetto **h**: se la differenza  $\Delta H$  eccede, in più o in meno, il relativo valore ammesso, si ha un supero.

La sopraelevazione della rotaia esterna è necessaria per l'equilibrio del veicolo in curva, e consente la compensazione dell'accelerazione centrifuga

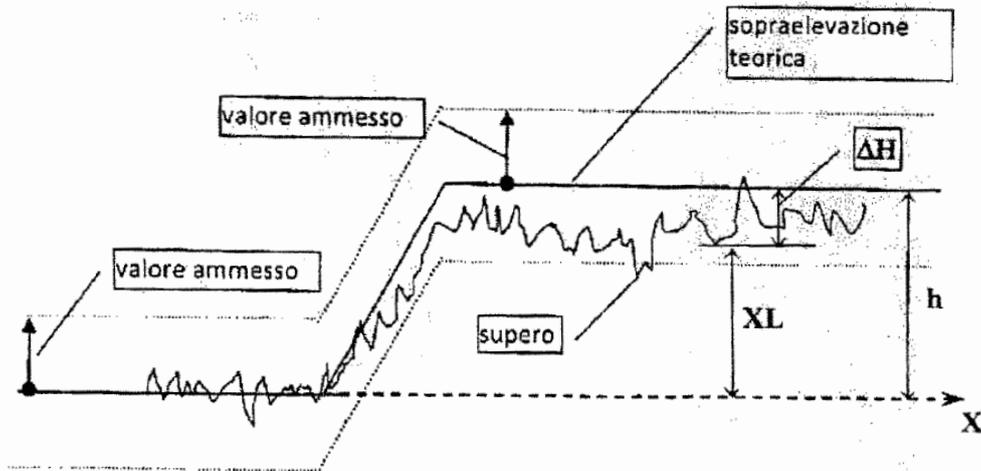


Figura 14: Singoli difetti di sopraelevazione

Lo **SGHEMBO** (identificato con l'abbreviazione  $\gamma$ ) è l'inclinazione relativa, espressa in ‰, di una fila di rotaia rispetto all'altra, calcolata come rapporto tra la differenza di livello trasversale XL fra due sezioni di binario poste a una distanza data, che è la base di misura dello sghembo, e la base stessa b

$$\gamma = \frac{XL_A - XL_B}{b}$$

Sul grafico si valutano i valori dalla linea dello zero ai picchi superiori o inferiori come da grafico di Figura 15; i superi sono gli scostamenti rispetto allo zero che eccedono il valore ammesso.

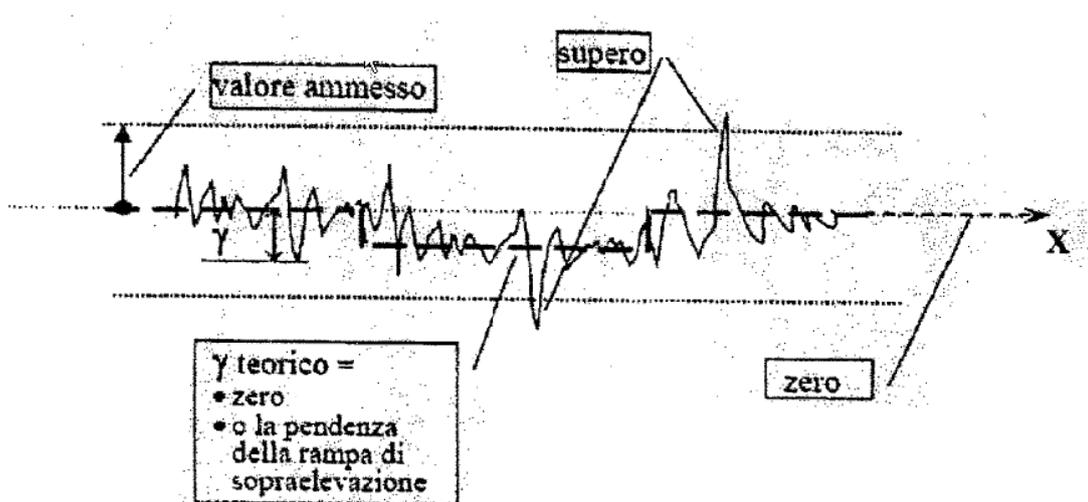


Figura 15: Singoli difetti di sghembo

Si precisa che il valore ammesso si applica rispetto allo zero, lo sghembo effettivo è comprensivo della pendenza dell'eventuale rampa di sopraelevazione.

Il difetto di sghembo, insieme a quello di scartamento, rappresenta una delle principali cause di svio. Il difetto di sghembo si verifica quando una delle due rotaie o entrambe assumono una pendenza diversa

da quella della livelletta di progetto in curva e in rettilineo. Lungo i tratti a curvatura variabile lo sghembo diventa problematico per l'equilibrio del veicolo quando supera i valori di soglia stabiliti dalla norma.

## 7 TOLLERANZE AMMESSE SECONDO L'AMBITO OPERATIVO (ESERCIZIO, MANUTENZIONE, COSTRUZIONE A NUOVO)

Il seguente capitolo stabilisce i valori ammessi dei parametri geometrici del binario sopra elencati, che indicano la qualità della geometria del binario di FCE come segue:

1. livelli di qualità geometrica correnti;
2. valori che comportano vincoli all'esercizio;
3. valori a seguito dei lavori di manutenzione;
4. valori a seguito dei lavori di costruzione o rinnovo.

### 7.1 LIVELLI DI QUALITÀ GEOMETRICA CORRENTI

I Livelli di qualità geometrica correnti sono i valori entro i quali si svolge la normale vita tecnica della geometria dell'armamento; in linea di massima, essi vengono divisi in tre "livelli di qualità", via via più bassi:

- un primo livello di qualità, entro il quale la geometria dell'armamento non richiede alcuna programmazione di interventi correttivi;
- un secondo livello di qualità, entro il quale le condizioni geometriche dell'armamento consentono il normale esercizio ferroviario senza alcun tipo di restrizione, ma che comportano:
  - l'analisi delle cause di degrado;
  - la valutazione della velocità di evoluzione del difetto;
  - la programmazione e l'eventuale esecuzione di lavori di manutenzione della geometria in funzione della velocità di evoluzione del difetto rilevata localmente.

La valutazione della velocità di evoluzione del difetto sarà in linea di principio effettuata tramite confronto con i rilievi geometrici precedenti o tramite l'effettuazione di rilievi ad hoc, oppure tramite il riconoscimento di zone ad evoluzione del difetto già note; è necessario che venga fatto, in base all'esperienza, anche il riconoscimento delle zone ad evoluzione rapida, quali possono essere le transizioni opere d'arte/rilevato, i tratti con sede instabile, tratti con massicciata inquinata, etc., al cui controllo deve essere posta massima attenzione.

- un terzo livello di qualità o fascia di intervento in tempi ristretti, che ancora consente l'esercizio ferroviario, senza alcun tipo di restrizione a condizione che vengano eseguiti lavori di manutenzione

della geometria dell'armamento in tempi ristretti, tali da non comportare il supero del massimo valore ammesso dal terzo livello di qualità.

## **7.2 VALORI COMPORTANTI VINCOLI ALL'ESERCIZIO**

I valori comportanti vincoli all'esercizio sono quei valori ai quali il degrado della geometria è tale da imporre restrizioni all'esercizio ferroviario.

A seconda del parametro geometrico coinvolto e dell'entità del relativo difetto, tali restrizioni consisteranno:

- in un rallentamento e nell'esecuzione in tempi brevissimi degli interventi manutentivi per il ripristino della corretta geometria; i tempi di intervento e la velocità di rallentamento devono essere responsabilmente valutati in relazione allo stato dell'armamento e in relazione all'entità del difetto rispetto ai valori riportati, successivamente verificati sul posto con rilievo a mano e verifica visiva.
- nell'interdizione della circolazione fino a che non saranno state ripristinate corrette condizioni di geometria.

La validità delle restrizioni adottate da FCE, per i difetti associati ai parametri geometrici, è valutata mediante una visita linea a piedi effettuata entro 5 giorni dalla messa in atto del provvedimento. Se la visita linea non evidenzierà un peggioramento dello stato del difetto allora i provvedimenti adottati saranno ritenuti validi da FCE, al contrario, si provvederà all'adozione di provvedimenti più restrittivi o, se del caso interdittivi della circolazione.

## **7.3 VALORI AMMESSI A SEGUITO DI LAVORI DI MANUTENZIONE**

I valori ammessi a seguito di lavori di manutenzione sono i valori che si applicano alle operazioni di ripristino della geometria del binario per armamento in esercizio.

## **7.4 VALORI AMMESSI A SEGUITO DI RINNOVI O DI NUOVE COSTRUZIONI**

I valori ammessi a seguito di rinnovi o di nuove costruzioni sono i valori che si applicano quando viene costruito l'armamento in seguito a lavori di rinnovo o di costruzione ex novo, o di lavori assimilabili a questi.

## 8 CONSIDERAZIONI RELATIVE ALL'INTERFACCIA VEICOLO-RETE (SALA MONTATA -BINARIO)

Con il fine di individuare adeguatamente le tolleranze ammesse per i parametri geometrici che caratterizzano il binario, di cui al successivo §9, FCE ha valutato gli elementi di interfaccia tra l'infrastruttura da essa gestita e i veicoli circolanti sulla stessa. In particolare, per definire i valori limite dello scartamento sono state eseguite delle valutazioni riguardanti l'interfaccia tra gli elementi "binario" e "sala montata". Gli elementi di interfaccia sala montata – binario sono i seguenti:

- Distanza tra le facce interne dei bordini
- Scartamento della sala (punti di contatto dei bordini)
- Spessore bordino
- Spessore bordino massima usura
- Altezza bordino
- Larghezza del fungo di rotaia

Si riportano all'interno della seguente Figura 16 alcuni dei parametri sopra elencati.

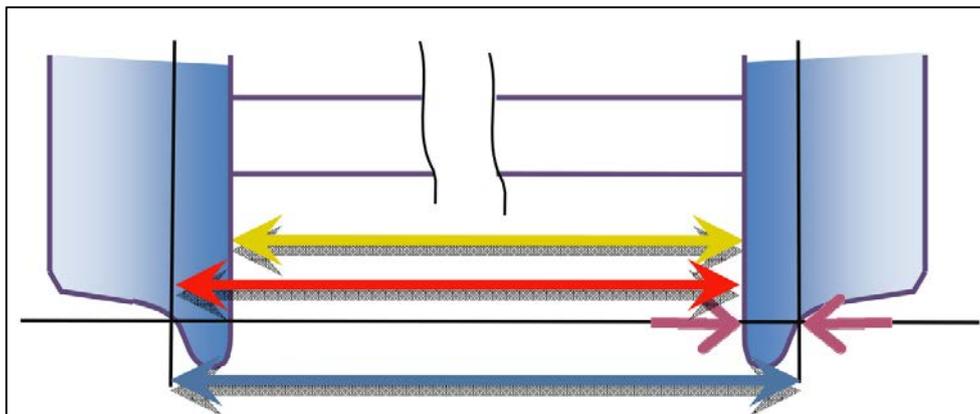


Figura 16: Interfaccia binario – sala montata

Con particolare riferimento ai parametri caratteristici delle sale montate dei veicoli, sono state valutate le tolleranze ammesse sulle ruote dei veicoli circolanti sulla rete di FCE (spessore e altezza del bordino), nonché la massima usura ammessa della rotaia a 45°.

## 9 VALORI DI RIFERIMENTO

Nel presente capitolo si riportano i valori da rispettare per i parametri geometrici del binario.

In generale, FCE effettua delle misure dei suddetti parametri sia a binario carico (mediate l'ausilio di un mezzo diagnostico) sia a binario scarico (utilizzando strumenti di misura dedicati).

I valori di tolleranze identificati da FCE, di cui ai successivi paragrafi, sono definiti considerando le misurazioni a binario scarico. Tuttavia, rappresentano i valori di riferimento anche quando le misure sono eseguite a binario carico, favorendo la sicurezza ferroviaria.

Inoltre, nel seguito si riportano i limiti ammessi anche per l'usura a 45° della rotaia, in quanto essa rappresenta un ulteriore parametro misurato mediante mezzo diagnostico.

Per la determinazione delle tolleranze dei difetti isolati di scartamento, allineamento, livello longitudinale, sghembo e sopraelevazione, FCE è partita dall'analisi dei valori dati dalla norma UNI EN 13848-5:2017 "Applicazioni ferroviarie - Binario - Qualità della geometria del binario - Parte 5: Livelli di qualità geometrica - Piena linea, scambi e incroci" e li ha adattati al proprio contesto operativo, tenendo conto dei seguenti fattori:

- Esercizio (Numero di treni/giorno);
- Velocità massima.

### 9.1 LIVELLI DI QUALITÀ GEOMETRICA CORRENTI

#### SCARTAMENTO

All'interno delle seguenti Figura 17 si riportano i valori correnti ammessi per il parametro scartamento in funzione del raggio di curvatura (espresso in metri).

	$R \leq 150$	$150 < R \leq 250$	$250 < R \leq 350$	$350 < R \leq 450$	$450 < R \leq 550$	$550 < R \leq 650$	$R > 650$
Valore nominale dello scartamento (mm)	980	975	970	965	960	955	950
1° livello di qualità	$978 < S \leq 983$	$973 < S \leq 978$	$968 < S \leq 975$	$963 < S \leq 970$	$958 < S \leq 965$	$953 < S \leq 960$	$948 < S \leq 955$
2° livello di qualità	$973 < S \leq 985$	$968 < S \leq 982$	$964 < S \leq 980$	$959 < S \leq 975$	$955 < S \leq 975$	$950 < S \leq 975$	$946 < S \leq 975$
3° livello di qualità	$969 < S \leq 990$	$965 < S \leq 985$	$961 < S \leq 985$	$957 < S \leq 985$	$953 < S \leq 985$	$949 < S \leq 985$	$945 < S \leq 985$
<b>intervento a 6 mesi</b>							

Figura 17: Valori correnti dello Scartamento

## ALLINEAMENTO

Difetti isolati.

$V \leq 65 \text{ km/h}$	
Campo D1	
1° livello di qualità	$A \leq 15 \text{ mm}$
2° livello di qualità	$15 < A \leq 17 \text{ mm}$
3° livello di qualità <b>intervento a 6 mesi</b>	$17 < A \leq 22 \text{ mm}$

Figura 18: Valori correnti dell'Allineamento

## LIVELLO LONGITUDINALE

Difetti isolati.

$V \leq 65 \text{ km/h}$	
Campo D1	
1° livello di qualità	$L \leq 18 \text{ mm}$
2° livello di qualità	$18 < L \leq 21 \text{ mm}$
3° livello di qualità <b>intervento a 6 mesi</b>	$21 < L \leq 28 \text{ mm}$

Figura 19: Valori correnti del Livello Longitudinale

## LIVELLO TRASVERSALE

Difetti isolati.

$V \leq 65 \text{ km/h}$	
DIFETTO DI SOPRAELEVAZIONE ( $\Delta H$ )	
1° livello di qualità	$\Delta H \leq 10 \text{ mm}$
2° livello di qualità	$10 < \Delta H \leq 15 \text{ mm}$
3° livello di qualità - <b>intervento anche in relazione ai limiti di sgembo a 6 mesi.</b>	$15 < \Delta H \leq 25 \text{ (1) mm}$

Figura 20: Valori correnti del difetto di sopraelevazione

(1): Il valore di  $\Delta H$  può essere ammesso solo a seguito di una verifica di assenza di problemi di sagoma (gallerie, interasse, posizione linea di contatto).

### SGHEMBO

Difetti isolati.

<b><math>V \leq 65 \text{ km/h} - R \leq 200 \text{ m}</math></b>		
	Y base 3 m	Y base 9 m
1° livello di qualità	$Y_{3m} < 3,6 \text{ ‰}$	$Y_{9m} < 2,2 \text{ ‰}$
2° livello di qualità	$3,6 \text{ ‰} \leq Y_{3m} < 4,2 \text{ ‰}$	$2,2 \text{ ‰} \leq Y_{9m} < 2,6 \text{ ‰}$
3° livello di qualità <b>intervento entro 60 gg</b>	$4,2 \text{ ‰} \leq Y_{3m} < 6,0 \text{ ‰}$	$2,6 \text{ ‰} \leq Y_{9m} < 3,7 \text{ ‰}$

Figura 21: Valori correnti dello Sghembo

<b><math>V \leq 65 \text{ km/h} - R &gt; 200 \text{ m}</math></b>		
	Y base 3 m	Y base 9 m
1° livello di qualità	$Y_{3m} < 4,2 \text{ ‰}$	$Y_{9m} < 3,1 \text{ ‰}$
2° livello di qualità	$4,2 \text{ ‰} \leq Y_{3m} < 4,9 \text{ ‰}$	$3,1 \text{ ‰} \leq Y_{9m} < 3,7 \text{ ‰}$
3° livello di qualità <b>intervento entro 60 gg</b>	$4,9 \text{ ‰} \leq Y_{3m} < 7,0 \text{ ‰}$	$3,7 \text{ ‰} \leq Y_{9m} < 5,2 \text{ ‰}$

Figura 22: Valori correnti dello Sghembo

### USURA A 45°

I valori dell'usura a 45° delle rotaie vengono rilevati in occasione della visita effettuata mediante mezzo diagnostico.

Qualora a seguito della visita effettuata mediante mezzo diagnostico, o durante l'esecuzione delle visite a piedi in linea, dovesse rilevarsi uno scartamento oltre tolleranza, vengono ricercate le cause attraverso la misura nell'usura a 45° delle rotaie; in questo caso, è effettuata una visita a piedi in linea con i seguenti strumenti:

- Calibro SKM1
- Miniprof

Si riportano nella seguente Figura 23 i valori correnti per l'usura a 45° delle rotaie.

1° livello di qualità	$U_{45^\circ} < 8 \text{ mm}$	Seguire l'evoluzione dell'usura nel tempo
2° livello di qualità	$8 \text{ mm} \leq U_{45^\circ} < 14 \text{ mm}$	<p>Eeguire il controllo mediante gli strumenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibro SKM1</li> <li>• Miniprof</li> </ul> <p>sostituire la rotaia entro 15 giorni e assicurare, fino alla sostituzione, la lubrificazione del fianco usurato della rotaia</p>
3° livello di qualità	$14 \text{ mm} \leq U_{45^\circ} < 15 \text{ mm}$	<p>Eeguire il controllo mediante gli strumenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibro SKM1</li> <li>• Miniprof</li> </ul> <p>sostituire la rotaia entro 5 giorni e assicurare, fino alla sostituzione, la lubrificazione del fianco usurato della rotaia</p>

Figura 23: Valori correnti dell'angolo di usura della rotaia

## 9.2 VALORI COMPORTANTI VINCOLI ALL'ESERCIZIO

### SCARTAMENTO

R > 650	
Scartamento = 950 mm	
VALORI AI QUALI DEVE ESSERE ISTITUITO UN RALLENTAMENTO	$990 \geq S_{max} > 985$ $V_{rall} = 20$ km/h entro 15 giorni $940 \leq S_{min} < 945$ $V_{rall} = 20$ km/h entro 15 giorni
INTERRUZIONE DELLA CIRCOLAZIONE	$S_{max} > 990$ mm ad horas $S_{min} < 940$ mm ad horas

Figura 24: Valori dello Scartamento comportanti vincoli all'esercizio (R > 650 m)

	R ≤ 150	150 < R ≤ 250	250 < R ≤ 350	350 < R ≤ 450	450 < R ≤ 550	550 < R ≤ 650
VALORE NOMINALE (mm)	980	975	970	965	960	955
VALORI AI QUALI DEVE ESSERE ISTITUITO UN RALLENTAMENTO	$\Delta S_{max} >$ rispetto ai valori di 3° livello $V_{rall} = 20$ km/h entro 15 giorni					
INTERRUZIONE DELLA CIRCOLAZIONE	$\Delta S_{max} \geq 5$ mm rispetto ai valori di 3° livello ad horas					

Figura 25: Valori dello Scartamento comportanti vincoli all'esercizio (R < 650 m)

## ALLINEAMENTO

VALORI AI QUALI DEVE ESSERE ISTITUITO UN RALLENTAMENTO	Campo	Se $A > 22$
	D1	$V_{rall} = 20 \text{ km/h}$ Entro 15 giorni

Figura 26: Valori dell'allineamento comportanti vincoli all'esercizio

## LIVELLO LONGITUDINALE

VALORI AI QUALI DEVE ESSERE ISTITUITO UN RALLENTAMENTO	Campo	Se $L > 28$
	D1	$V_{rall} = 20 \text{ km/h}$ Entro 15 giorni

Figura 27: Valori del livello longitudinale comportanti vincoli all'esercizio

## LIVELLO TRASVERSALE

VALORI AI QUALI DEVE ESSERE ISTITUITO UN RALLENTAMENTO	Se $\Delta H > 25$ e se la variazione è nel senso di riduzione della sopraelevazione il valore di $\Delta H$ può essere ammesso solo a seguito di una verifica di assenza di problemi di sagoma (gallerie, interasse, posizione linea di contatto, ecc.): <b><math>V_{rall} = 20 \text{ km/h}</math></b> Entro 15 giorni
	Se $\Delta H > 25$ e se la variazione è nel senso di aumento della sopraelevazione, il valore di $\Delta H$ può essere eventualmente ammesso solo a seguito di una verifica di assenza di problemi di sagoma (gallerie, interasse, posizione linea di contatto, ecc.): per le curve con sopraelevazione di progetto pari a 100 mm interruzione della circolazione.



**per le altre curve: intervento correttivo ad horas**

Figura 28: Valori del difetto di sopraelevazione comportanti vincoli all'esercizio

SGHEMBO

<b><math>V \leq 65 \text{ km/h} \cdot R \leq 200 \text{ m}</math></b>		
	<b>Y base 3 metri</b>	<b>Y base 9 metri</b>
<b>VALORI AI QUALI DEVE ESSERE ISTITUITO UN RALLENTAMENTO</b>	$6,0 \text{ ‰} \leq Y_{3m} < 8,5 \text{ ‰}$ $V_{rall} = 10 \text{ km/h}$ Entro 7 giorni	$3,7 \text{ ‰} \leq Y_{9m} < 5,2 \text{ ‰}$ $V_{rall} = 10 \text{ km/h}$ Entro 7 giorni
<b>INTERRUZIONE DELLA CIRCOLAZIONE</b>	$Y_{3m} \geq 8,5 \text{ ‰}$ Ad horas	$Y_{9m} \geq 5,2 \text{ ‰}$ Ad horas

Figura 29: Valori dello sghembo comportanti vincolo all'esercizio

<b><math>V \leq 65 \text{ km/h} \cdot R &gt; 200 \text{ m}</math></b>		
	<b>Y base 3 metri</b>	<b>Y base 9 metri</b>
<b>VALORI AI QUALI DEVE ESSERE ISTITUITO UN RALLENTAMENTO</b>	$7,0 \text{ ‰} \leq Y_{3m} < 9,0 \text{ ‰}$ $V_{rall} = 10 \text{ km/h}$ Entro 7 giorni	$5,2 \text{ ‰} \leq Y_{9m} < 6,7 \text{ ‰}$ $V_{rall} = 10 \text{ km/h}$ Entro 7 giorni
<b>INTERRUZIONE DELLA CIRCOLAZIONE</b>	$Y_{3m} \geq 9,0 \text{ ‰}$ Ad horas	$Y_{9m} \geq 6,7 \text{ ‰}$ Ad horas

Figura 30: Valori dello sghembo comportanti vincolo all'esercizio

### 9.3 VALORI AMMESSI A SEGUITO DI LAVORI DI MANUTENZIONE ALL'ARMAMENTO

#### SCARTAMENTO

<b>R &gt; 650</b>	
Scartamento = 950 mm	
<b>S<sub>max</sub></b>	Valore nominale + 5 mm
<b>S<sub>min</sub></b>	Valore nominale - 2 mm

Figura 31: Valori dello scartamento ammessi a seguito di lavori di manutenzione (R > 650 m)

	$0 \leq R \leq 150$	$150 < R \leq 250$	$250 < R \leq 350$	$350 < R \leq 450$	$450 < R \leq 550$	$550 < R \leq 650$
Valore nominale	980	975	970	965	960	955
<b>S<sub>max</sub></b>	Valore nominale + 5 mm					
<b>S<sub>min</sub></b>	Valore nominale - 2 mm					

Figura 32: Valori dello scartamento ammessi a seguito di lavori di manutenzione (R < 650 m)

**\*Per lo scartamento nominale par a 980 mm le tolleranze di manutenzione saranno -2 mm e +3 mm**

#### ALLINEAMENTO

<b>V ≤ 65 km /h</b>
Campo D1
A ≤ 10

Figura 33: Valori dell'allineamento ammessi a seguito di lavori di manutenzione

#### LIVELLO LONGITUDINALE

<b>V ≤ 65 km /h</b>
Campo D1
L ≤ 12

Figura 34: Valori del livello longitudinale ammessi a seguito di lavori di manutenzione

### LIVELLO TRASVERSALE

$V \leq 65 \text{ km /h}$
Difetto di sopraelevazione
$\Delta H \leq 5$

Figura 35: Valori del difetto di sopraelevazione ammessi a seguito di lavori di manutenzione

### SGHEMBO

Il valore è riferito sulle rampe di sopraelevazione, comprese nei raccordi parabolici

3,00 ‰
--------

Figura 36: Valori dello sghembo ammessi a seguito di lavori di manutenzione

#### 9.4 VALORI AMMESSI A SEGUITO DI LAVORI DI RINNOVO O NUOVA COSTRUZIONE

##### SCARTAMENTO

<b>R &gt; 650</b>	
Scartamento = 950 mm	
<b>S<sub>max</sub></b>	Valore nominale + 2 mm
<b>S<sub>min</sub></b>	Valore nominale - 1 mm

Figura 37: Valori dello scartamento ammessi a seguito di lavori di rinnovo o nuova costruzione (R > 650 m)

	$0 \leq R \leq 150$	$150 < R \leq 250$	$250 < R \leq 350$	$350 < R \leq 450$	$450 < R \leq 550$	$550 < R \leq 650$	
Valore nominale	980	975	970	965	960	955	
<b>S<sub>max</sub></b>	Valore nominale + 2 mm						
<b>S<sub>min</sub></b>	Valore nominale - 1 mm						

Figura 38: Valori dello scartamento ammessi a seguito di lavori di rinnovo o nuova costruzione (R < 650 m)

**\*Per lo scartamento nominale par a 980 mm le tolleranze di manutenzione saranno -1 mm e +1 mm**

### ALLINEAMENTO

$V \leq 65 \text{ km /h}$
Campo D1
$A \leq 4$

Figura 39: Valori dell'allineamento ammessi a seguito di lavori di rinnovo o nuova costruzione

### LIVELLO LONGITUDINALE

$V \leq 65 \text{ km /h}$
Campo D1
$L \leq 4$

Figura 40: Valori del livello longitudinale ammessi a seguito di lavori di rinnovo o nuova costruzione

### LIVELLO TRASVERSALE

$V \leq 65 \text{ km /h}$
Difetto di sopraelevazione
$\Delta H \leq 3$

Figura 41: Valori del difetto di sopraelevazione ammessi a seguito di lavori di rinnovo o nuova costruzione

### SGHEMBO

Il valore è riferito sulle rampe di sopraelevazione, comprese nei raccordi parabolici

2,50 ‰
--------

Figura 42: Valori dello sghembo ammessi a seguito di lavori di rinnovo o nuova costruzione

## 10 TIPOLOGIE DI CONTROLLI E FREQUENZE

Con il fine di monitorare i parametri geometrici del binario sopra definiti, FCE prevede i seguenti controlli:

1. Visita ordinaria in linea a piedi
2. Visita in cabina
3. Visita ordinaria con carrello mobile
4. Visita ordinaria con treno diagnostico

Oltre ai controlli ciclici programmati, sono previsti controlli anche a seguito di:

- segnalazioni di eventuali anomalie da parte del personale che effettua la visita in linea e/o la visita in cabina
- segnalazioni di eventuali anomalie da parte del personale FCE per il tramite del DCO
- eventi straordinari (allagamenti, eventi sismici rilevanti, ecc.)

Nei seguenti paragrafi si descrivono i dettagli dei controlli programmati sopra elencati e delle visite non programmate, ossia:

- visite ispettive con livello di dettaglio superiore
- visite in linea straordinarie, da eseguire a seguito di eventi straordinari (allagamenti, eventi sismici rilevanti, ecc.)

### 10.1 VISITA ORDINARIA IN LINEA A PIEDI

FCE effettua annualmente delle visite a piedi lungo la linea ferroviaria con il fine di attenzionare tutti gli enti costituenti la infrastruttura ferroviaria di sua gestione (rotaia, traverse, deviatoi, PL, opere d'arte, ecc.). Le modalità di esecuzione della visita di linea sono descritte all'interno della Istruzione Operativa **IS "Vigilanza dell'Infrastruttura Civile Ferroviaria – Modalità per l'effettuazione della Visita Linea"** di FCE in cui sono specificati i controlli da eseguire, le modalità di verbalizzazione delle visite e il personale competenze che le esegue.

Con particolare riferimento alla "geometria del binario", oggetto del presente manuale, la visita in linea a piedi prevede l'ausilio di opportuni strumenti di misura che consentano di verificare puntualmente eventuali anomalie ai seguenti parametri:

- scartamento
- sghembo
- sopraelevazione
- usura delle rotaie a 45°

In particolare, gli strumenti che utilizza per questa tipologia di controlli sono i seguenti:

- Calibro-livello: Calibro RCA (per la misura dello scartamento e della sopraelevazione)
- Profilometro: Calibro SKM1 (per misurare il profilo della rotaia)

Per l'allineamento e il livello longitudinale l'operatore valuta "a vista" eventuali macroscopiche difettosità. Il Capo Operatori e l'Operatore Qualificato (C.O. / O.Q.), durante l'espletamento di tale attività, certifica, di fatto, la conformità e l'efficienza degli impianti visitati, segnalando ogni possibile elemento utile ai fini di una corretta programmazione delle attività manutentive, riportando quanto rilevato sul modulo **RAP\_BIN\_PI "Rapporto di visita al binario a piedi"**.

A seguito di eventuali non conformità rilevate nel corso della visita in linea a piedi eseguita sia dal C.O. o dal O.Q., il Capo Operatore dovrà:

- Darne comunicazione tempestiva al regolatore della circolazione così da provvedere immediatamente, se necessario, alla restrizione della circolazione;
- Darne comunicazione tempestiva al CUT, attraverso la compilazione del **modulo delle NC**, ed organizza l'intervento con proprio personale per la risoluzione delle problematiche riscontrate;
- Qualora non sia possibile effettuare l'intervento con personale interno, richiede al CUT l'organizzazione dell'intervento con Ditta Esterna.

## 10.2 VISITA IN CABINA

FCE effettua mensilmente delle visite in cabina lungo la linea ferroviaria, con lo scopo di controllare tutto ciò che può influire sulla regolarità e sicurezza della circolazione dei treni e sul mantenimento dell'integrità della linea e delle sue dipendenze. Le visite in cabina effettuate dal Capo Operatori (CO) prevedono, per quanto possibile, gli stessi controlli previsti dalla visita a piedi su tutti gli enti costituenti la infrastruttura ferroviaria (rotaie, traverse, PL, ecc.). Tutti i dettagli relativi a questa tipologia di visite sono descritti all'interno della Istruzione Operativa **IS "Vigilanza dell'Infrastruttura Civile Ferroviaria - Modalità per l'effettuazione della Visita Linea"** di FCE. Con particolare riferimento alla "geometria del binario", la visita in cabina permette di individuare eventuali anomalie direttamente correlate ai parametri caratteristici del binario, che possono dare seguito a visite in linea straordinarie eseguite a piedi, mirate ad individuare le cause e l'entità delle difettosità, propedeutiche alle azioni correttive per la chiusura della non conformità.

Tutto quanto rilevato viene registrato sul modulo **RAP\_CAB "Rapporto di visita infrastrutture civili in cabina"**.

### 10.3 VISITA ORDINARIA CON CARRELLINO MOBILE

FCE effettua annualmente delle misurazioni con un carrellino mobile georeferenziato, capace di misurare tutti i parametri geometrici sopra descritti, ad esclusione dell'usura a 45° delle rotaie. I dettagli relativi alle modalità di utilizzo del carrellino e la precisione di misura dello stesso sono definite all'interno del proprio Manuale d'istruzione.

L'attività di rilievo potrà essere aumentata ogni qual volta situazioni particolari lo richiedano, quali ad esempio:

- per la verifica della qualità di particolari interventi di manutenzione all'armamento,
- qualora a seguito di eventi atmosferici o altre sollecitazioni esterne si siano evidenziati difetti della geometria del binario.

Gli elaborati prodotti dal mezzo diagnostico contengono gli eventuali difetti dei parametri misurati e devono essere trasmessi al CUT per le opportune analisi e valutazioni da effettuare anche disponendo verifiche puntuali in campo.

Il CUOT, con il supporto dei CUT, programma i relativi interventi di manutenzione correttiva, in relazione all'entità dei difetti rilevati, da sottoporre all'approvazione del DT.

### 10.4 VISITA ORDINARIA CON MEZZI DI DIAGNOSTICA MOBILE

FCE effettua annualmente l'attività di rilievo della geometria del binario, in piena linea e sui binari di corsa, mediante l'utilizzo di un treno diagnostico che permette il rilievo delle seguenti grandezze:

- scartamento
- livello trasversale
- sghembo
- livello longitudinale (dx e sx)
- allineamento (dx e sx)
- usura delle rotaie a 45° (dx e sx)

Gli elaborati prodotti dal mezzo diagnostico contengono gli eventuali difetti dei parametri misurati e devono essere trasmessi al CUT per le opportune analisi e valutazione da effettuare anche disponendo verifiche puntuali in campo.

In particolare, i dati rilevati dovranno essere valutati dal CUT tenendo conto delle caratteristiche della rete, con particolare riferimento ad elementi quali giunzioni, passaggi a livello e deviatori che potrebbero falsare la lettura dei parametri. Infatti, per una corretta lettura dei dati diagnostici si riportano alcune condizioni di cui il CUT dover tener conto:

- In corrispondenza delle giunzioni, possono registrarsi difetti puntuali e isolati di scartamento dovuti al profilo corrente della rotaia, nonostante l'andamento del parametro, nell'intorno delle stesse giunzioni, risulti, invece, alquanto regolare e al di sotto del valore limite
- In corrispondenza dei deviatori, i grafici non sono significativi per la presenza dello spazio nocivo in corrispondenza del telaio del cuore, nonché per la specificità della geometria del deviatore, che verrà rilevata con le modalità descritte nel **MUM 01 IC**.

I rilievi con mezzo diagnostico e carrellino mobile che hanno cadenza annuale saranno opportunamente sfalsati, in modo da avere due riscontri strumentali annuali.

Dalle risultanze dei rilievi eseguiti mediante i sistemi di rilevazione in diagnostica mobile, il CUOT, con il supporto dei CUT, programmerà i relativi interventi di manutenzione correttiva, in relazione all'entità dei difetti rilevati, da sottoporre all'approvazione del DT.

### 10.5 VISITE STRAORDINARIE IN LINEA

Oltre alle visite ordinarie possono essere effettuate anche delle visite straordinarie per necessità temporanee, a seguito di eventi anomali in atto (per implementare/attuare le necessarie azioni mitigative del rischio), o in previsione di eventi rilevanti eccezionali, a scopo preventivo, che interessino, o potrebbero interessare, parti estese puntuali dell'infrastruttura ferroviaria, principalmente il binario, la sede, le opere d'arte. Esse vengono effettuate, su programma predefinito o occasionalmente, per verificare e monitorare lo stato del binario in presenza di eventi che possano compromettere il funzionamento sicuro dell'infrastruttura e/o la sicurezza della circolazione ferroviaria, quali:

- dissesti idrogeologici generati da: allagamenti, smottamenti, erosioni di rilevati, erosione di ponti o opere d'arte in genere, corsi d'acqua in piena, ecc.
- movimenti franosi in atto,
- in generale per verificare e monitorare lo stato del binario in presenza di accadimenti quali:
  - gravi perturbazioni meteo: piogge intense, forti neviccate, venti forti;
  - incendi;
  - periodi di forti calori e periodi di forte freddo;
  - eventi sismici rilevanti;
  - opere che abbiano indebolito la sede, ostacoli ingombranti la sede, presenza o investimento di estranei in prossimità del binario o della sede, presenza o investimento di animali, ecc.

Le visite straordinarie, saranno disposte dal CUT, salvo in caso di necessità di interventi urgenti al di fuori dell'orario di servizio, che verranno effettuate dal personale reperibile, avvisato dal DCO, che nel contempo informerà il CUT ed in caso di inconvenienti il CUOT.

In presenza di allerta meteo o di altri eventi prevedibili verranno programmate da CUOT/CUT visite straordinarie, in particolare in corrispondenza di “punti singolari”, con l’utilizzo di modalità e mezzi che si riterranno più opportuni nel rispetto della procedura P.O. n. 14 “Gestione dell’emergenza per allarme meteo e rischio idrogeologico”.

Un intervento imprevedibile verrà gestito inizialmente con la massima tempestività, adottando le modalità e l’organizzazione prevista per il pronto intervento sui guasti. In caso di pericolo l’agente incaricato della visita dovrà istituire un rallentamento a 10km/h o nei casi più gravi l’interruzione della circolazione, comunicando tempestivamente al DCO le determinazioni prese.

### 10.6 VISITE ISPETTIVE CON LIVELLO DI DETTAGLIO SUPERIORE

Il Capo Operatore a seguito dei controlli, riscontrati valori comportanti vincoli per l’esercizio, adotta i provvedimenti, di cui al §9.2 (definisce le restrizioni all’esercizio: rallentamento o interruzione della circolazione nella tratta interessata) e ne dà comunicazione al C.U.T.

Il Capo Unità Tecnica, che analizza i dati e di concerto con il CUOT, qualora fossero riscontrati valori comportanti vincoli per l’esercizio, avvia con le modalità definite in un’ispezione di dettaglio superiore, anche avvalendosi di personale esterno esperto, se la complessità della problematica lo richieda (controlli non distruttivi, ecc.). L’ispezione di livello superiore restituirà in esito risultati che consentiranno al C.U.T. di confermare i provvedimenti adottati dal C.O., ricercare le cause dell’ammaloramento e identificare gli opportuni interventi manutentivi tesi all’eliminazione della causa. Si riporta di seguito lo schema di attivazione delle ispezioni di dettaglio superiore e la tempistica di esecuzione.

<b>PARAMETRI GEOMETRICI OGGETTO DI DIFETTOSITÀ</b>	<b>VALORI COMPORTANTI VINCOLI PER L’ESERCIZIO</b>	<b>ISPEZIONE DI LIVELLO SUPERIORE</b>
SCARTAMENTO	Figura 24 e Figura 25	Il CUT entro 10 giorni
ALLINEAMENTO	Figura 26	Il CUT entro 10 giorni
LIVELLO LONGITUDINALE	Figura 27	Il CUT entro 10 giorni
SOPRAELEVAZIONE	Figura 28	Il CUT entro 10 giorni
SGHEMBO	Figura 29 e Figura 30	Il CUT entro 3 giorni

Figura 43: Visite ispettive con livello di dettaglio superiore

## 11 TIPOLOGIE DI MANUTENZIONE

---

Il “Piano di Manutenzione” prevede i seguenti tipi “Manutenzione”:

- a. Manutenzione preventiva
  - b. Manutenzione correttiva (per guasto o per perdita dei parametri funzionali).
- a) Relativamente alla Manutenzione Preventiva, attualmente è operativo, sulle linee ferroviarie gestite da FCE, un sistema manutentivo che si prefigge il compito di mantenere le apparecchiature in esercizio, funzionali e in uno stato di efficienza tale da garantire, in sicurezza il servizio ferroviario e prevenire l’insorgenza dei guasti. Tutte le operazioni manutentive programmate sono effettuate con la ciclicità prevista dalla tipologia dei controlli sopradescritti, derivante dalle indicazioni del costruttore e dalla esperienza di esercizio; spesso tale ciclo viene modificato per i necessari interventi a seguito di guasti.
- b) Per Manutenzione Correttiva si intende la manutenzione effettuata a seguito di guasti o per perdita di efficienza di elementi del binario.

La manutenzione correttiva serve ad eliminare le situazioni di degrado a seguito di guasto o per perdita dei parametri funzionali riscontrate a seguito di segnalazione e/o attività di manutenzione preventiva.

In caso di intervento di manutenzione correttiva dovrà essere compilato, a cura del personale che esegue l’intervento, il seguente rapporto d’intervento **RAP\_G - Rapporto Intervento Correttivo**, che deve contenere informazioni quali:

- Numero progressivo rapporto;
- Identificazione del luogo dell'intervento;
- Identificazione apparato/componente guasto;
- Data dell'intervento;
- Riferimento al Modulo di non Conformità;
- Identificazione delle azioni correttive;
- Conferma dell'implementazione delle azioni correttive;
- Durata dell'intervento (tempo tecnico);
- Numero e qualifica degli operatori che hanno eseguito l'intervento;
- Materiali di consumo e parti di ricambio utilizzati per l'intervento;
- Firma operatore.

## **12 MODALITÀ DI REGISTRAZIONE DEI CONTROLLI E PERSONALE RESPONSABILE**

---

Tutti i controlli descritti nei paragrafi precedenti sono verificati a cura del C.U.T., il quale provvedere a registrare le non conformità nell'apposito registro. Il C.U.T. trasmette la documentazione verificata al Coordinatore di Ufficio delle infrastrutture civili che provvede ad archivarli e registrarli. In accordo a quanto sopra descritto e a quanto definito nel piano di manutenzione della sovrastruttura ferroviaria e nelle istruzioni operative di FCE sopra richiamate, la seguente tabella riassume il personale coinvolto nel della "geometria del binario" nonché la modulistica da esso utilizzata.

<b>GEOMETRIA DEL BINARIO</b>			
<b>TIPOLOGIA DI CONTROLLO</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DA UTILIZZARE</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE E/O AGGIORNARE</b>	<b>SOGGETTI RESPONSABILI</b>
VISITA ORDINARIA IN LINEA A PIEDI	IS “Vigilanza dell’Infrastruttura Civile Ferroviaria – Modalità per l’effettuazione della Visita Linea”	RAP_BIN_PI “Rapporto di visita al binario a piedi”	L’esecutore della visita (CO/OQ) compila i modelli e li firma. Il CUT verifica i moduli, li visita e trasmette al C.U. la documentazione. Il C.U. riceve la documentazione e provvede all’archiviazione e alla registrazione dell’avvenuta manutenzione programmata nel Registro delle visite periodiche
		Modulo di non conformità (in presenza di anomalie)	Il Capo Operatore compila il Modulo N.C. e lo trasmette al C.U.T.
		Registro delle non conformità (in presenza di anomalie)	Il Capo Unità Tecnica riceve comunicazione da parte del CO delle non conformità rilevate sui componenti, ne registra l’evento sull’apposito registro di non conformità
VISITA IN CABINA	IS “Vigilanza dell’Infrastruttura	RAP_CAB “Rapporto di visita	Il Capo Operatore (CO) esegue la visita,

<b>GEOMETRIA DEL BINARIO</b>			
<b>TIPOLOGIA DI CONTROLLO</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DA UTILIZZARE</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE E/O AGGIORNARE</b>	<b>SOGGETTI RESPONSABILI</b>
	Civile Ferroviaria – Modalità per l'effettuazione della Visita Linea”	infrastrutture civili in cabina”	<p>compila i modelli e li firma.</p> <p>Il CUT verifica i moduli, li visita e trasmette al C.U. la documentazione.</p> <p>Il C.U. riceve la documentazione e provvede all'archiviazione e alla registrazione dell'avvenuta manutenzione programmata nel Registro delle visite periodiche</p> <p>In presenza di anomalie il C.O. effettuerà visita straordinaria a piedi e compilerà il Modulo di Non Conformità</p>
VISITA ORDINARIA CON CARRELLINO MOBILE	/	<p>Tabulati delle misure rilevate</p> <p>Grafici delle misure</p>	<p>Gli elaborati prodotti dal mezzo diagnostico contengono gli eventuali difetti dei parametri misurati e devono essere trasmessi al CUT per le opportune analisi e valutazioni da effettuare anche disponendo verifiche puntuali in campo.</p>

<b>GEOMETRIA DEL BINARIO</b>			
<b>TIPOLOGIA DI CONTROLLO</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DA UTILIZZARE</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE E/O AGGIORNARE</b>	<b>SOGGETTI RESPONSABILI</b>
			Il CUOT, con il supporto dei CUT, programma i relativi interventi di manutenzione correttiva, in relazione all'entità dei difetti rilevati, da sottoporre all'approvazione del DT.
VISITA ORDINARIA CON TRENO DIAGNOSTICO	/	Tabulati delle misure rilevate Grafici delle misure	Gli elaborati prodotti dal mezzo diagnostico contengono gli eventuali difetti dei parametri misurati e devono essere trasmessi al CUT per le opportune analisi e valutazioni da effettuare anche disponendo verifiche puntuali in campo. Il CUOT, con il supporto dei CUT, programma i relativi interventi di manutenzione correttiva, in relazione all'entità dei difetti rilevati, da sottoporre all'approvazione del DT.
INTERVENTI	Modulo di non conformità	RAP_G_01 "RAPPORTO DI	Il Capo Operatore esegue con la propria



<b>GEOMETRIA DEL BINARIO</b>			
<b>TIPOLOGIA DI CONTROLLO</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DA UTILIZZARE</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE E/O AGGIORNARE</b>	<b>SOGGETTI RESPONSABILI</b>
CORRETTIVI		INTERVENTO SU GUASTO”	squadra e/o con squadra esterna l'intervento correttivo e compila il rapporto RAP_G e lo trasmette al C.U.T.
		Registro delle non conformità	Il Capo Unità Tecnica riceve il Rapporto RAP_G e registra l'evento sull'apposito registro di non conformità

Il personale incaricato della manutenzione dell'oggetto "binario" dovrà essere in possesso delle abilitazioni valide, previste dalla Normativa del Sistema SGS di FCE, relativamente al sottosistema infrastruttura ed ai contesti operativi pertinenti all'oggetto da mantenere ad all'ambiente in cui è installato.

Con particolare riferimento agli strumenti di misura utilizzati per eseguire i controlli, FCE sottopone gli strumenti a controlli periodici e/o taratura così come previsto dalla Procedura di Manutenzione. Ognuno di questi strumenti è dotato del proprio manuale di uso e manutenzione, contenente i dati necessari al mantenimento in efficienza e una scheda tecnica in cui sono registrate le date degli interventi di controllo e/o taratura effettuati.

Nel caso di carenza di personale interno da impiegare nelle attività di manutenzione, FCE potrà avvalersi di personale esterno ugualmente qualificato secondo quanto previsto dalla Procedura Operativa PO 06 "Gestione delle competenze relative alle attività di sicurezza".

Inoltre, per le attività straordinarie che prevedono il ricambio di alcune parti dell'infrastruttura, FCE si rivolge direttamente alla ditta costruttrice, naturalmente nel rispetto di quanto previsto dalla Procedura PO N. 07 "Gestione delle forniture esterne connesse con la sicurezza" e registra i materiali di ricambio.