



<i>DIVISIONE INFRASTRUTTURA</i>		SPECIFICA DI ISTRUZIONE TECNICA				
		44 / D				
SPECIFICA DI ISTRUZIONE TECNICA		Codifica: <u>DI TC/AR</u> <u>ST PO</u> <u>003 A</u>			FOGLIO 1-47	
ISTRUZIONE TECNICA PER LA PROGETTAZIONE E L'ESECUZIONE DI IMPALCATI FERROVIARI A TRAVI IN FERRO A DOPPIO T INCORPORATE NEL CALCESTRUZZO.						
SEZIONE	TITOLO					
1	PREMESSE - OBIETTIVI - CAMPO DI APPLICAZIONE					
2	CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO E MATERIALI					
3	TABELLE PER IL DIMENSIONAMENTO					
APPENDICE	ESEMPIO DI CALCOLO PARTICOLARI COSTRUTTIVI					
Rev.	Data	Descrizione	Redatto		Verificato	Autorizzato
A	25-07-00	Emissione per applicazione	F.IACOBINI <i>F. Iacobini</i>	M.TISALVI <i>M. Tisalvi</i>	R.MELE <i>R. Mele</i>	M.ELIA <i>M. Elia</i>

 DIVISIONE <u>INFRASTRUTTURA</u>	ISTRUZIONE 44 D	
SPECIFICA DI ISTRUZIONE TECNICA	Codifica: <u>DI</u> <u>TC/AR</u> <u>ST</u> <u>PO</u> <u>003</u> <u>A</u>	2-49
SEZIONE 1	4	
1.1 PREMESSE	4	
1.2 CAMPO DI APPLICAZIONE	4	
1.3 OBIETTIVI	5	
1.4 DOCUMENTI CORRELATI	5	
SEZIONE 2	7	
2.1 CARATTERISTICHE GENERALI	7	
2.2 CAMPO DI APPLICAZIONE DELLE TABELLE	8	
2.3 CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO	9	
2.3.1 Azioni	9	
2.3.2 Verifiche di resistenza	9	
2.3.3 Verifica delle deformazioni.	10	
2.4 MODALITA' DI UTILIZZO DELLE TABELLE	10	
2.5 QUALITA' DEI MATERIALI	11	
2.6 PROVE SUI MATERIALI E CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI	12	
2.7 PARTICOLARI COSTRUTTIVI	12	
2.7.1 Armatura trasversale inferiore di rinforzo	12	
2.7.2 Armatura longitudinale antiritiro	12	
2.7.3 Armatura di ripartizione in soletta	13	
2.7.4 Tiranti trasversali	13	
2.7.5 Interasse delle travi	13	
2.7.6 Impermeabilizzazioni	13	
2.7.7 Solettoni d'appoggio	13	
2.7.8 Posizione appoggi	14	
2.7.9 Muretti paraballast	14	
2.8 VARO	14	

 DIVISIONE <u>INFRASTRUTTURA</u>	ISTRUZIONE 44 D	
SPECIFICA DI ISTRUZIONE TECNICA	Codifica: <u>DI</u> <u>TC/AR</u> <u>ST</u> <u>PO</u> <u>003</u> <u>A</u>	3-49
2.9 APERTURA ALL'ESERCIZIO	14	
SEZIONE 3	15	
TABELLE DIMENSIONAMENTO IMPALCATI	15	
Tab. 1: Impalcati con ballast, ponti di categoria A	16	
Tab. 2: Impalcati con ballast, ponti di categoria B	20	
Tab. 3: Impalcati senza ballast, ponti di categoria A	25	
Tab. 4: Impalcati senza ballast, ponti di categoria B	29	
APPENDICE	35	
1. ESEMPIO DI CALCOLO	35	
2. PARTICOLARI COSTRUTTIVI	49	



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

4-49

SEZIONE 1

1.1 PREMESSE

Con la circolare n. 168/4.5 prot. n. L.9.1/103068, del 15.1.1969, del Servizio Lavori e Costruzioni, fu introdotta la standardizzazione della progettazione e dell'esecuzione degli impalcati a travi in ferro laminate a doppio T incorporate nel calcestruzzo.

Nelle more dell'aggiornamento di detta circolare, con lettera circolare n. L.8.12-7-4.5 del 1985, sempre del Servizio Lavori e Costruzioni, furono emanate talune disposizioni a parziale modifica ed integrazione di quelle esistenti, da tenere presenti nella redazione dei progetti degli impalcati costruiti con tale tipologia.


Nel 1992 il Servizio Opere Civili della Divisione Tecnologie e Sviluppo di Sistema predispose una versione aggiornata, ma non ufficiale, della suddetta circolare per tenere conto degli aggiornamenti tecnologici dei materiali e delle norme di calcolo e di sicurezza entrate nel frattempo in vigore. Le tabelle ivi allegare fornivano il dimensionamento per i soli impalcati a semplice binario calcolati per i treni di calcolo 1945 A e 1945 B della circolare n.54 del 1945.


La nuova norma per i ponti "Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari. Istruzione per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo" di cui al testo aggiornato del 13/1/1997, emanata dall'Asa Servizi di Ingegneria delle FS, apportando significative modifiche alla progettazione dei ponti ferroviari, tra le quali l'impiego di nuovi treni teorici di calcolo, ha reso oggi, più che mai necessaria, la stesura di un testo aggiornato della circolare.

Nella redazione del nuovo testo si è voluto tenere conto di quei casi in cui è necessario limitare al massimo la distanza tra il piano del ferro e l'intradosso della struttura, come ad esempio negli attraversamenti di strade con ridotto franco rispetto all'opera ferroviaria, sviluppando una soluzione di armamento senza massicciata compatibile con questa tipologia di impalcato. Resta inteso che impalcati così realizzati, costituendo, di fatto, vincolo alla geometria del binario, devono essere adottati solamente nei casi di assoluta necessità e limitatamente ai ponti retti.

Si fa presente infine, che la nuova Istruzione tiene conto di talune raccomandazioni contenute nella fiche UIC 773 R che tratta tali tipi di impalcato (ed.4 del 1.1.97).

1.2 CAMPO DI APPLICAZIONE

 <p>DIVISIONE INFRASTRUTTURA</p>	<p>ISTRUZIONE 44 D</p>	
<p>SPECIFICA DI ISTRUZIONE TECNICA</p>	<p>Codifica: <u>DI</u> <u>TC/AR</u> <u>ST</u> <u>PO</u> <u>003</u> <u>A</u></p>	<p>5-49</p>
<p>La presente Istruzione, che annulla la precedente circolare N.168/4.5 del 15/1/69, dovrà essere richiamata o allegata ai contratti o alle convenzioni di lavori ove siano previsti manufatti da realizzare con tale tipologia.</p> <p>1.3 OBIETTIVI</p> <p>La presente specifica fornisce il dimensionamento degli impalcati, definisce i particolari costruttivi da adottarsi, la scelta dei materiali da impiegare e le modalità di montaggio e varo degli stessi.</p> <p>1.4 DOCUMENTI CORRELATI</p> <p>La presente specifica è correlata alle normative nazionali e ferroviarie in vigore ed in particolare a quelle appresso elencate:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Condizioni Generali di Contratto relative alla disciplina del settore negoziale degli Appalti di opere, lavori e forniture in opera dell'Ente Ferrovie dello Stato approvate con deliberazione n. 589 del Consiglio d'Amministrazione dell'Ente Ferrovie dello Stato nella seduta n. 36 del 27.10.1987; b) Capitolato Generale Tecnico delle opere metalliche che si eseguono dall'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato, approvato dal Consiglio di Amministrazione nell'adunanza del 2.10.1908, c) Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere che si eseguono dall'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato approvato dal Consiglio di Amministrazione nella seduta del 12.2.1914, d) Disposizioni Generali Tecniche ed Amministrative approvate con D.M. 23.5.1965 n. 5360, limitatamente alla parte tecnica; e) Tariffa dei prezzi "BA"- Tariffa base delle voci di uso più generalizzato, 1° e 2° volume edizione 1993 e successive appendici; f) Tariffa dei prezzi "PM" - Opere Metalliche per ponti - 1° e 2° volume edizione 1992 e successive appendici; g) Disegno n. 3655 del 20.5 1983 dell'Ufficio 8° - Divisione 2ª "Tipologie strutturali dei ponti in ferro in uso presso le Ferrovie e relative prescrizioni" in visione presso la Divisione Infrastruttura - Direzione Tecnica - Armamento e Opere d'Arte - Ponti; h) Legge 5 marzo 1990 n. 46 riguardante la sicurezza degli impianti e DPR attuativo 6 dicembre 1991 n.447; i) Norme in vigore per la prevenzione degli infortuni e l'igiene sul lavoro (Legge 26.4.1974 n° 191 pubblicato sulla G.U. n° 134 del 25.5.74. Prevenzione degli infortuni sul lavoro nei servizi e negli 		

 <p>DIVISIONE <u>INFRASTRUTTURA</u></p>	<p align="center">ISTRUZIONE 44 D</p>	
<p align="center">SPECIFICA DI ISTRUZIONE TECNICA</p>	<p align="center">Codifica: <u>DI</u> <u>TC/AR</u> <u>ST</u> <u>PO</u> <u>003</u> <u>A</u></p>	<p align="center">6-49</p>
<p>impianti gestiti dall'Azienda Autonoma delle F.S. e D.P.R. 1° giugno 1979 n° 469. Norme per l'igiene sul lavoro di cui al D.P.R. 19.3.1956 n° 303; Decreto Legislativo 19 settembre 1994 n. 626 e successive modificazioni «Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro»; Decreto legislativo 14 agosto 1996, n. 494 recante attuazione della direttiva 92/57/CEE e successivi aggiornamenti;</p> <p>l) Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari ; Istruzione per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo, revisione 1 del 13.1.97;</p> <p>m) Istruzione n. 44/S del 20.10.1999, della Divisione infrastruttura- Direzione Tecnica - Servizio Armamento e opere d'Arte - Ponti ° delle Ferrovie dello Stato" Specifica tecnica per la saldatura ad arco delle strutture destinate ai ponti ferroviari";</p> <p>n) Istruzione n. 44/F «Verifiche a fatica dei ponti ferroviari»;</p> <p>o) Istruzione n. 44/B delle Ferrovie dello Stato "Istruzioni Tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica" approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto dell'Assemblea Generale n° 565 in data 16.12.1997;</p> <p>p) Istruzione n 44/E (Pr) "Istruzioni tecniche per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti negli impalcati ferroviari".</p> <p>q) Istruzione n. 44/M " Specifica tecnica relativa al collaudo dei materiali ed alla costruzione delle travate metalliche e miste acciaio-calcestruzzo per ponti ferroviari e cavalcaferrovia"</p> <p>r) Istruzione CNR UNI 10011 "Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione".</p> <p>s) Istruzione CNR UNI 10016 "Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni".</p> <p>t) Istruzione CNR 10018 "Apparecchi d'appoggio per le costruzioni".</p>		

**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A****7-49****SEZIONE 2****2.1 CARATTERISTICHE GENERALI**

Gli impalcati sono realizzati con travi in acciaio a doppio T, inglobate in un getto di calcestruzzo di spessore maggiore dell'altezza delle travi stesse allo scopo di ottenere un sufficiente ricoprimento del lembo superiore variabile, in genere, da 7.5 a 12 cm. per effetto della pendenza trasversale dell'impalcato.

Al lembo inferiore invece, le travi in acciaio sono lasciate scoperte per l'intera ala inferiore e protette con verniciatura;

Allo scopo di mantenere stabili le travi durante le fasi costruttive, le stesse sono collegate in senso trasversale da tiranti in acciaio passanti attraverso l'anima.

Al fine di fornire all'impalcato la sufficiente rigidità nei riguardi dei momenti flettenti trasversali e di quelli torsionali, su tutta la larghezza dell'impalcato è disposta inferiormente un'armatura trasversale.

Nel caso di armamento senza ballast si utilizzano traverse del tipo biblocco con doppio attacco elastico posizionate al di sopra del getto di ricoprimento delle travi in ferro. Le traverse sono confinate all'interno di due cordoli longitudinali in c.a. opportunamente vincolati al resto della struttura. Per le caratteristiche di tale armamento senza massiciata si veda il disegno FS n. 9077 "Traversa a due blocchi in c.a. con doppio attacco elastico marca 2B.60".

Di norma per le travi si utilizzano profili laminati, si possono adottare profili saldati solamente quando con quelli laminati disponibili in commercio non è possibile ottenere impalcati dello spessore richiesto e non è possibile modificare l'altezza del piano del ferro. In caso di impiego di travi saldate, queste saranno realizzate mediante saldatura anima-piattabanda del tipo a completa penetrazione.

Gli impalcati possono essere appoggiati nei modi seguenti:

per le luci nette inferiori o uguali a 10 metri:

- su cuscini di gomma armata;
- su spezzone di rotaia;

Per le luci maggiori di 10 metri:

- su appoggi del tipo a disco elastomerico confinato.

Si fa presente che in zona sismica ed in presenza di azioni dinamiche rilevanti, casi in cui sono da comprendere i ponti ferroviari, in ottemperanza alla norma CNR 10018 "Apparecchi d'appoggio per le



costruzioni" il collegamento degli appoggi alle strutture deve essere di tipo meccanico e deve essere idoneo a sopportare la totalità delle azioni orizzontali, prescindendo dall'attrito; pertanto non è più perseguibile la soluzione di appoggio diretto sui pulvini.

Per quanto riguarda corsa degli apparecchi d'appoggio e varchi tra gli impalcati o tra impalcato e paraghiaia, si rimanda all'Istruzione 44B.

Nel seguito sono riportate le sezioni tipo di impalcato nei casi di armamento con o senza massicciata a semplice binario, restando inteso che nel caso in cui l'opera sia inserita in un viadotto con impalcati aventi una diversa tipologia costruttiva, la sezione potrà essere adeguata a quella corrente.

2.2 CAMPO DI APPLICAZIONE DELLE TABELLE

Il dimensionamento degli impalcati, riportato nelle tabelle allegate suddivise in funzione della categoria del ponte (cat. A o B), è applicabile nei casi seguenti:

- velocità massima di progetto della linea: 200km/h; (vedi nota 1)
- impalcati retti o con obliquità non superiore a 15°; (vedi nota 2)
- binario in rettilineo; (vedi nota 3)
- impalcati a semplice o doppio binario;
- ponti ad una o più campate se con il ballast, ad una sola campata se senza ballast.
- impalcati anche in zona sismica

nota 1)

Impalcati per velocità maggiori andranno trattati singolarmente. Si rammenta in proposito l'obbligo di eseguire l'analisi del rischio di risonanza quando la velocità supera i 220 km/h.

nota 2)

Si precisa che i casi di maggiore obliquità andranno trattati singolarmente ricorrendo ad un programma di calcolo automatico agli elementi finiti. Impalcati senza ballast non possono utilizzarsi nei casi obliqui.

nota 3)



I casi di binario in curva non si prestano ad essere standardizzati per la molteplicità delle variabili in gioco (raggi di curvatura, velocità, sopraelevazione, eccentricità). Per analizzare tali casi si fornisce allegato alla presente un apposito "software" sviluppato su foglio elettronico.

2.3 CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento è stato condotto con i criteri di seguito descritti in accordo alla citata Istruzione per il calcolo dei ponti ferroviari. Per maggior chiarimento in appendice è sviluppato per esteso un calcolo di verifica condotto con metodi semplificati.

2.3.1 AZIONI

Per i sovraccarichi mobili sono stati considerati gli effetti prodotti dai modelli di calcolo rappresentativi del traffico normale (LM71) e pesante (SW). Tali effetti sono stati moltiplicati per il coefficiente di adattamento α relativo alle categoria del ponte e per il coefficiente dinamico δ_3 ; per il solo modello LM71 si è considerato inoltre un'eccentricità di carico rispetto all'asse del binario pari a $143.5/18=8\text{cm}$ come da normativa.

Sui marciapiedi è stato considerato agente un carico uniformemente ripartito di 10 kN/m^2 .

Sono state portate in conto anche le azioni orizzontali prodotte dai singoli modelli di carico adottati e precisamente le azioni di frenatura, avviamento e serpeggio, nonché l'azione del vento sul treno.

E' stata valutata anche la condizione eccezionale di deragliamento del treno considerando una forza di 80 kN/m estesa per 20 m con eccentricità pari a 1.5 volte lo scartamento, cioè 2.25 m rispetto all'asse del binario; la geometria degli impalcati è però tale, che il carico di deragliamento non incide sugli sbalzi di soletta.

2.3.2 VERIFICHE DI RESISTENZA

Si è considerato il calcestruzzo non collaborante e pertanto la resistenza è stata affidata alle sole travi di acciaio contenute all'interno della zona di ripartizione del carico calcolata con il seguente criterio:

impalcati con il ballast:

- luce netta L = 6m larghezza di ripartizione = 3.5m
- luce netta L > 6m larghezza di ripartizione = 4.0 m

impalcati senza ballast:

- luce netta L = 6m larghezza di ripartizione = 2.8m



- luce netta $L > 6m$ larghezza di ripartizione = 3.3m

Le verifiche di resistenza sono state condotte con il metodo delle tensioni ammissibili adottando acciaio del tipo S275 della norma UNI EN 10025 i cui valori ammissibili delle tensioni sono i seguenti:

$$\sigma = 190 \text{ N/mm}^2 \quad \delta = 109.6 \text{ N/mm}^2.$$

Per la condizione di carico 2, i valori sono stati incrementati per 1.125.

2.3.3 VERIFICA DELLE DEFORMAZIONI.

Si è considerato il calcestruzzo interamente collaborante ai fini della determinazione dell'inerzia flessionale dell'impalcato, con coefficiente di omogeneizzazione pari a 6.

I sovraccarichi mobili sono stati ripartiti nel senso trasversale su una larghezza di 5.0 metri, nel caso di presenza di ballast, e 4.3 metri nel caso senza ballast.


Sono state verificate allo stato limite di servizio prendendo in esame le "combinazioni rare" delle azioni le seguenti grandezze che hanno diretto legame con la sicurezza del traffico ferroviario:

- deformazioni torsionali dell'impalcato (fenomeno dello sghembo);
- inflessione nel piano verticale dell'impalcato (rotazioni agli appoggi)

Entrambe le verifiche sono state condotte con il treno di carico LM71 incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico. Per il secondo effetto si è tenuto conto anche di una variazione di temperatura lineare lungo l'altezza dell'impalcato di dieci gradi. Come valori di confronto sono stati considerati i più cautelativi tra quelli corrispondenti a impalcati a semplice o a doppio binario.

E' stata altresì verificata la condizione limite per il comfort dei passeggeri tramite il calcolo della freccia verticale sotto il treno di carico LM71 incrementato per tenere conto degli effetti dinamici. I valori di confronto adottati sono quelli più cautelativi, cioè quelli corrispondenti ad una velocità del treno maggiore di 160 km/h, ma minore di 250 km/h, e un numero di campate maggiore o uguale a 3. Solamente per gli impalcati senza ballast è stato considerato il solo caso di campata singola.

2.4 MODALITA' DI UTILIZZO DELLE TABELLE

 <p>DIVISIONE INFRASTRUTTURA</p>	<p>ISTRUZIONE 44 D</p>	
<p>SPECIFICA DI ISTRUZIONE TECNICA</p>	<p>Codifica: <u>DI</u> <u>TC/AR</u> <u>ST</u> <u>PO</u> <u>003</u> <u>A</u></p>	<p>11-49</p>
<p>Per ogni intervallo di luce netta è indicata la soluzione d'impalcato che consente il minor peso complessivo delle travi d'acciaio. Le rimanenti soluzioni prospettate nelle tabelle, possono essere prese in considerazione in caso di necessità (spessore di impalcato ridotto) preferendo nella scelta, quelle che permettono il raggiungimento della massima economia.</p> <p>La luce di calcolo L con la quale individuare la tabella da utilizzare per il dimensionamento dell'opera è la distanza netta tra gli assi degli appoggi.</p> <p>2.5 QUALITA' DEI MATERIALI</p> <p>L'acciaio dei profili laminati secondo UNI EN 10025 dovrà corrispondere almeno alla seguente designazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> - S275JR UNI-EN 10025/95 (ex Fe 430B UNI-EN 10025/90) <p>L'acciaio dei profili saldati secondo UNI EN 10025 dovrà corrispondere almeno ad una delle seguenti designazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - S275J2G3 (ex Fe 430 D1 UNI-EN 10025/90) - S275J2G4 (ex Fe 430 D2 UNI-EN 10025/90) <p>In impalcato che devono avere lo spessore il più ridotto possibile, potranno utilizzarsi, salvo appropriate verifiche da condursi singolarmente, i seguenti tipi di acciaio:</p> <p>per i profili laminati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - acciaio S355JR (ex Fe 510B) <p>per i profili saldati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - S355 J2G3 o S355 J2G4 (ex Fe 510 D1 e Fe 510 D2) <p>L'impiego di acciai diversi da quelli indicati, come esempio quelli ad alta resistenza, dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Struttura che ha emanato la presente circolare.</p> <p>Per i materiali da saldare che in base alle norme in vigore debbano essere sottoposti a prova CTOD secondo UNI 9159 o altra normativa corrispondente, è consigliata la laminazione termomeccanica con controllo della temperatura. Detti materiali dovranno avere grano fine (grado 5 della UNI 3245) e grado qualitativo K2 (ex DD1 e DD2).</p>		



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

12-49

Le travi da inglobare nel calcestruzzo, prima della messa in opera, dovranno essere sabbiare a metallo quasi bianco (grado SA 2.5) e protette con una mano di vernice antiruggine a base di fosfato di zinco, dello spessore minimo di 60 micron.

In ambienti molto aggressivi le travi dovranno essere verniciate con il ciclo completo di verniciatura normalmente utilizzato in ambito FS per le travate metalliche o con altri cicli omologati da FS.

Per le barre di armatura del calcestruzzo e per i tiranti si dovrà utilizzare almeno acciaio FeB 38 K saldabile in barre ad aderenza migliorata per le armature e in barre lisce per i tiranti.

Il calcestruzzo dovrà avere classe di resistenza almeno pari a 35 N/mm².

2.6 PROVE SUI MATERIALI E CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI

Per quanto riguarda il collaudo dei materiali delle travi, si rimanda a quanto indicato nell'Istruzione "Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo" mentre per quanto attiene il collaudo delle saldature, qualora siano impiegati profili saldati, si rimanda all'Istruzione 44S "Istruzione per la saldatura ad arco di strutture destinate ai ponti ferroviari" e nell'Istruzione n. 44 M " Specifica tecnica relativa al collaudo dei materiali ed alla costruzione delle travate metalliche e miste acciaio-calcestruzzo per ponti ferroviari e cavalcaferrovia"

2.7 PARTICOLARI COSTRUTTIVI

2.7.1 ARMATURA TRASVERSALE INFERIORE DI RINFORZO

Tale armatura, passante attraverso fori praticati nelle anime delle travi, consiste in una barra ϕ 22 ogni 40 cm ad esclusione della zona in prossimità degli appoggi dove per un'estensione di circa 120 cm. il passo delle barre è di 20 cm. Essa deve essere sufficientemente ancorata nel calcestruzzo posto oltre le travi di bordo. L'esecuzione dei fori nelle anime delle travi deve essere eseguita in ogni caso esclusivamente con il trapano; è vietato in modo assoluto l'uso del punzone o del cannello. I fori devono avere area doppia di quella della barra.

2.7.2 ARMATURA LONGITUDINALE ANTIRITIRO

E' consigliabile disporre un'armatura longitudinale per ridurre le fessure da ritiro.

**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A****13-49****2.7.3 ARMATURA DI RIPARTIZIONE IN SOLETTA**

Sulla soletta superiore dovrà essere prevista un'armatura a maglia quadrata costituita da almeno 1 \varnothing 12 /20 cm.

2.7.4 TIRANTI TRASVERSALI

I tiranti tra le travi, da disporsi secondo quanto indicato nelle tabelle, saranno fissati almeno in corrispondenza delle due coppie di travi esterne a mezzo di due rondelle metalliche per ciascuna trave, accostate all'anima delle travi stesse e saldate ai tiranti.

E' esclusa nel modo più assoluto la saldatura alle travi per non creare fenomeni di fatica.

Negli impalcati obliqui, i tiranti e le armature di rinforzo saranno posti parallelamente ai piedritti.

2.7.5 INTERASSE DELLE TRAVI

Lo spazio libero tra le ali delle travi dovrà essere di almeno 12 cm e l'interasse tra le travi stesse non dovrà superare i 77 cm.

2.7.6 IMPERMEABILIZZAZIONI

Il sistema di impermeabilizzazione da adottarsi per tali impalcati sarà costituito da due strati sovrapposti di guaina prefabbricata impermeabile rispettivamente di mm. 3, l'inferiore, e di mm 4 la superiore.

L'impermeabilizzazione dovrà essere protetta da uno strato di cm 5 di conglomerato bituminoso.

2.7.7 SOLETTONI D'APPOGGIO

Nel caso di pile e spalle in muratura i solettoni in c.a. aggetteranno, in genere, dal filo interno dei piedritti di 5 cm ed avranno spessore minimo:

- per luci fino a 6 metri spessore 30 cm;
- per luci fino a 10 metri spessore 40 cm;
- per luci oltre i 10 metri spessore 50 cm.



2.7.8 POSIZIONE APPOGGI

In caso di appoggio su rotaia la distanza degli appoggi dal filo interno delle murature non dovrà essere inferiore a 35 cm. nel caso di pile e/o spalle in c.a. e a 55 cm nel caso di pile e/o spalle in muratura.

In caso di appoggi in neoprene armato o a disco elastomerico confinato, per consentire il posizionamento dei martinetti per il sollevamento dell'impalcato per l'eventuale sostituzione degli appoggi, è necessario disporre gli apparecchi d'appoggio su baggioli. In tal caso la piastra di base degli appoggi non dovrà distare meno di 10cm dal bordo del baggiolo e meno di 30 cm dal vivo del pulvino, indipendentemente dalla natura del materiale delle pile o delle spalle.

2.7.9 MURETTI PARABALLAST

I muretti paraballast dovranno essere giuntati ogni 3 metri circa. Analoga giunzione dovranno presentare i cordoli di contenimento delle traverse biblocco nel caso di armamento senza massicciata.

2.8 VARO

Qualora risulti conveniente, ai fini della riduzione delle soggezioni per l'esercizio ferroviario, si potrà prevedere la costruzione dell'impalcato fuori opera, a fianco della sua posizione definitiva, su apposite strutture di sostegno, con successivo varo in opera mediante traslazione trasversale o posa mediante l'uso di gru. In tali casi, per limitare al massimo i difetti di complanarità delle superfici d'appoggio è buona norma posizionare le travi, prima del getto, su apposite dime metalliche con dispositivi metallici di regolazione e riservare particolare cura alla preparazione delle superfici di posa degli apparecchi d'appoggio.

2.9 APERTURA ALL'ESERCIZIO

Gli impalcati potranno essere sottoposti ai carichi di esercizio non prima di 20 giorni dall'ultimazione dei getti. Riguardo al collaudo statico dell'opera realizzata si rimanda a quanto indicato nell'Istruzione "Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo".



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

15-49

SEZIONE 3

TABELLE DIMENSIONAMENTO IMPALCATI

Tab. 1: Impalcati con ballast, ponti di categoria A.

Tab. 2: Impalcati con ballast, ponti di categoria B.

Tab. 3: Impalcati senza ballast, ponti di categoria A.

Tab. 4: Impalcati senza ballast, ponti di categoria B.

**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

16-49

TAB. 1: IMPALCATI CON BALLAST, PONTI DI CATEGORIA A

Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
4.50 < L £ 5	HEA 320	10	51.3	43	31	121.3	980
	HEB 300	9	57.7	42	30	120.3	1053
	IPE 450	12	42.6	57	45	135.3	936
5 < L £ 6	HEA 360	11	46.2	47	35	126.3	1232
	HEB 340	10	51.3	46	34	124.3	1340
	IPE 500	12	42.9	62	50	140.3	1092
6 < L £ 7	HEA 400	12	42	51	39	129.3	1500
	HEB 400	10	51.3	52	40	130.3	1550
	IPE 500	12	42.6	62	50	140.3	1092
7 < L £ 8	HEA 500	8	66	61	49	139.3	1240
	HEB 450	11	46.2	57	45	135.3	1881
	IPE 550	12	42.4	67	55	145.3	1272
8 < L £ 9	HEA 550	8	66	66	54	144.3	1328
	HEB 500	11	46.2	62	50	140.3	2057
	IPE 550	14	35.9	67	55	145.3	1484
9 < L £ 10	HEA 600	9	57.7	71	59	149.3	1602
	HEB 550	10	51.3	67	55	145.3	1990
	HEM 500	10	51.3	64.4	52.4	142.7	2700
10 < L £ 10.50	HEA 600	11	46.2	71	59	149.3	1958
	HEB 600	9	57.7	72	60	150.3	1908
10.50 < L £ 11	HEA 600	12	42	71	59	149.3	2136
	HEA 650	9	57.7	76	64	154.3	1710
	HEB 600	11	46.2	72	60	150.3	2332



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

17-49

Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
	HEM 550	10	51.3	69.2	57.2	147.5	2780
11 < L £ 11.50	HEA 650	10	51.3	76	64	154.3	1900
	HEA 700	9	57.7	81	69	159.3	1836
	HEB 600	12	42	72	60	150.3	2544
	HEM 550	11	46.2	69.2	57.2	147.5	3058
11.50 < L £ 12	HEA 650	12	42	76	64	154.3	2280
	HEA 700	9	57.7	81	69	159.3	1836
	HEB 650	11	46.2	77	65	155.3	2475
	HEM 600	11	46.2	74	62	152.3	3135
12 < L £ 12.50	HEA 700	11	46.2	81	69	159.3	2244
	HEB 650	12	42	77	65	155.3	2700
	HEM 600	12	42	74	62	152.3	3420
12.50 < L £ 13	HEA 800	9	57.7	91	79	169.3	2016
	HEB 700	10	51.3	82	70	160.3	2410
	HEM 650	11	46.2	78.8	66.8	157.1	3223
13 < L £ 13.50	HEA 800	9	57.7	91	79	169.3	2016
	HEB 700	12	42	82	70	160.3	2892
	HEM 700	10	51.3	83.6	71.6	161.9	3010
13.50 < L £ 14	HEA 800	10	51.3	91	79	169.3	2240
	HEB 800	9	57.7	92	80	170.3	2358
	HEM 700	11	46.2	83.6	71.6	161.9	3311
14 < L £ 14.50	HEA 800	11	46.2	91	79	169.3	2464
	HEA 900	9	57.7	101	89	179.3	2268
	HEB 800	9	57.7	92	80	170.3	2358
	HEM 700	12	42	83.6	71.6	161.9	3612



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

18-49

Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
14.50 < L £ 15	HEA 800	12	42	91	79	169.3	2688
	HEA 900	9	57.7	101	89	179.3	2268
	HEB 800	11	46.2	92	80	170.3	2882
	HEM 800	9	57.7	93.4	81.4	171.7	2853
15 < L £ 15.50	HEA 900	10	51.3	101	89	179.3	2520
	HEB 800	12	42	92	80	170.3	3144
	HEM 800	10	51.3	93.4	81.4	171.7	3170
15.50 < L £ 16	HEA 900	10	51.3	101	89	179.3	2520
	HEA 1000	9	57.7	111	99	189.3	2448
	HEB 900	9	57.7	102	90	180.3	2619
	HEM 800	11	46.2	93.4	81.4	171.7	3487
16 < L £ 16.50	HEA 900	11	46.2	101	89	179.3	2772
	HEA 1000	9	57.7	111	99	189.3	2448
	HEB 900	9	57.7	102	90	180.3	2619
	HEM 800	12	42	93.4	81.4	171.7	3804
16.50 < L £ 17	HEA 900	12	42	101	89	179.3	3024
	HEA 1000	10	51.3	111	99	189.3	2720
	HEB 900	10	51.3	102	90	180.3	2910
	HEM 900	9	57.7	103	91	181.3	3997
17 < L £ 17.50	HEA 1000	10	51.3	111	99	189.3	2720
	HEB 900	12	42	102	90	180.3	3492
	HEM 900	10	51.3	103	91	181.3	3330
17.50 < L £ 18	HEA 1000	11	46.2	111	99	189.3	2992
	HEB 900	12	42	102	90	180.3	3492



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

19-49

	HEM 900	11	46.2	103	91	181.3	3663
Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
18 < L £ 18.50	HEA 1000	11	46.2	111	99	189.3	2992
	HEB 1000	10	51.3	112	100	190.3	3140
	HEM 900	12	42	103	91	181.3	3996
18.50 < L £ 19	HEA 1000	12	42	111	99	189.3	3264
	HEB 1000	10	51.3	112	100	190.3	3140
	HEM 1000	10	51.3	113	101	191.3	3490
19 < L £ 19.50	HEA 1100	11	46.2	121	109	199.3	3245
	HEB 1000	11	46.2	112	100	190.3	3454
	HEM 1000	11	46.2	113	101	191.3	3839
19.50 < L £ 20	HEA 1100	12	42	121	109	199.3	3540
	HEB 1000	12	42	112	100	190.3	3768
	HEM1000	11	46.2	113	101	191.3	3839
20 < L £ 20.50	HEA 1100	12	42	121	109	199.3	3540
	HEB 1100	11	46.2	122	110	200.3	3663
	HEM1000	12	42	113	101	191.3	4188
20.50 < L £ 21	HEA 1100	12	42	121	109	199.3	3540
	HEB 1100	11	46.2	122	110	200.3	3663
	HEM1100	9	57.7	123	111	201.3	3321
21 < L £ 21.50	HEB 1100	12	42	122	110	200.3	3996
	HEM1100	10	46.2	123	111	201.3	4059
21.50 < L £ 22	HEB 1100	12	42	122	110	200.3	3996
	HEM1100	11	46.2	123	111	201.3	4059

TAB. 2: IMPALCATI CON BALLAST, PONTI DI CATEGORIA B

Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
4.50 < L £ 5	HEA 280	11	46.2	39	27	117.3	836
	HEB 260	11	46.2	38	26	116.3	1023
	IPE 400	12	42.6	52	40	130.3	792
5 < L £ 6	HEA 320	11	46.2	43	31	121.3	1078
	HEB 300	11	46.2	42	30	120.3	1287
	IPE 450	12	42.9	57	45	135.3	936
6 < L £ 7	HEA 360	12	42	49	35	129.3	1000
	HEB 360	10	51.3	48	36	126.3	1420
	IPE 450	12	42.6	57	45	135.3	936
7 < L £ 8	HEA 450	9	57.7	56	44	134.3	1260
	HEB 400	12	42	52	40	130.3	1860
	IPE 500	12	42.4	62	50	140.3	1092
8 < L £ 9	HEA 500	9	57.7	61	49	139.3	1395
	HEB 450	12	46.2	57	45	135.3	1881
	IPE 500	14	35.9	62	50	140.3	1272
9 < L £ 10	HEA 550	9	57.7	66	54	144.3	1494
	HEB 500	11	46.2	62	50	140.3	2057
	IPE 600	11	46.2	72	60	150.3	1342
10 < L £ 10.50	HEA 550	12	42	66	54	144.3	1992
	HEB 550	9	57.7	67	55	145.3	1791
10.50 < L £ 11	HEA 550	9	57.7	71	59	149.3	1602
	HEB 550	11	46.2	67	55	145.3	2189
	HEM 500	12	42	64.4	52.4	142.7	2970
11 < L £ 11.50	HEA 600	11	46.2	71	59	149.3	1958
	HEB 550	12	42	67	55	145.3	2388



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

21-49

Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
	HEM 500	12	42	64.4	52.4	142.7	3240



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

22-49

Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
11.50 < L £ 12	HEA 650	9	57.7	76	64	154.3	1710
	HEB 600	11	46.2	72	60	150.3	2332
	HEM 550	11	46.2	69.2	57.2	147.5	3058
12 < L £ 12.50	HEA 650	11	46.2	76	64	154.3	2090
	HEB 600	12	42	72	60	150.3	2544
	HEM 550	12	42	69.2	57.2	147.5	3336
12.50 < L £ 13	HEA 700	9	57.7	81	69	159.3	1836
	HEB 650	10	51.3	77	65	155.3	2250
	HEM 600	11	46.2	74	62	152.3	3135
13 < L £ 13.50	HEA 700	10	51.3	81	69	159.3	2040
	HEB 650	12	42	77	65	155.3	2700
	HEM 600	12	42	74	62	152.3	3420
13.50 < L £ 14	HEA 700	12	42	81	69	159.3	2448
	HEB 700	10	51.3	82	70	160.3	2410
	HEM 650	11	46.2	78.8	66.8	157.1	3223
14 < L £ 14.50	HEA 700	12	42	81	69	159.3	2448
	HEB 700	11	46.2	82	70	160.3	2651
	HEM 650	12	42	78.8	66.8	157.1	3516
14.50 < L £ 15	HEA 800	10	51.3	91	79	169.3	2240
	HEB 700	12	42	82	70	160.3	2892
	HEM 700	11	46.2	83.6	71.6	161.9	3311
15 < L £ 15.50	HEA 800	12	42	91	79	169.3	2688
	HEB 800	9	57.7	92	80	170.3	2358
	HEM 700	12	42	83.6	71.6	161.9	3612



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

23-49

Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
15.50 < L £ 16	HEA 800	12	42	91	79	169.3	2688
	HEA 900	9	57.7	101	89	179.3	2268
	HEB 800	10	51.3	92	80	170.3	2620
	HEM 800	8	66	93.4	81.4	171.7	2536
16 < L £ 16.50	HEA 800	12	42	91	79	169.3	2688
	HEA 900	9	57.7	101	89	179.3	2520
	HEB 800	10	51.3	92	80	170.3	2620
	HEM 800	9	57.7	93.4	81.4	171.7	2853
16.50 < L £ 17	HEA 900	12	42	101	89	179.3	3024
	HEB 800	12	42	92	80	170.3	3144
	HEM 800	11	46.2	93.4	81.4	171.7	3487
17 < L £ 17.50	HEA 900	11	46.2	101	89	179.3	2772
	HEB 900	10	51.3	102	90	180.3	2910
	HEM 800	12	42	93.4	81.4	171.7	3804
17.50 < L £ 18	HEA 900	11	46.2	101	89	179.3	2772
	HEB 900	11	51.3	102	90	180.3	2910
	HEM 800	12	42	93.4	81.4	171.7	3804
18 < L £ 18.50	HEA 900	12	42	101	89	179.3	3024
	HEA 1000	10	51.3	111	99	189.3	2720
	HEB 900	11	46.2	102	90	180.3	3201
	HEM 900	9	57.7	103	91	181.3	2997
18.50 < L £ 19	HEA 900	12	42	101	89	179.3	3024
	HEB 900	12	42	102	90	180.3	3492
	HEM 900	10	51.3	103	91	181.3	3330
	HEA 1000	11	46.2	111	99	189.3	2992



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

24-49

19 < L £ 19.50	HEB 900	12	42	102	90	180.3	3492
	HEM 900	12	42	103	91	181.3	3996
Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
19.50 < L £ 20	HEA 1000	12	42	111	99	189.3	3264
	HEB 1000	11	46.2	112	100	190.3	3454
	HEM 900	12	42	103	91	181.3	3996
20 < L £ 20.50	HEA 1000	12	42	111	99	189.3	3264
	HEB 1000	11	46.2	112	100	190.3	3454
	HEM1000	10	51.3	113	101	191.3	3490
20.50 < L £ 21	HEA 1100	12	42	121	109	199.3	3540
	HEB 1000	12	42	112	100	190.3	3768
	HEM1000	11	46.2	113	101	191.3	3839
21 < L £ 21.50	HEA 1100	12	42	121	109	199.3	3540
	HEB 1000	12	42	112	100	190.3	3768
	HEM1000	11	46.2	113	101	191.3	3839
21.50 < L £ 22	HEB 1100	11	46.2	122	110	200.3	3663
	HEM1000	12	42	113	101	191.3	4188
22 < L £ 23	HEB 1100	12	42	122	110	200.3	3996
	HEM1100	11	46.2	123	111	201.3	4059
23 < L £ 24	HEM1100	12	42	123	111	201.3	4428

TAB. 3: IMPALCATI SENZA BALLAST, PONTI DI CATEGORIA A

Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
4.50 < L £ 5	HEA 320	12	42	43	31	86.6	1176
	HEB 280	12	42	40	28	83.6	1236
	HEM 240	12	42	39	27	82.6	1884
5 < L £ 5.50	HEA 340	12	42	45	33	88.6	1260
	HEB 300	12	42	42	30	85.6	1404
	HEM 240	12	42	39	27	82.6	1884
5.50 < L £ 6	HEA 360	12	42	47	35	90.6	1344
	HEB 320	12	42	44	32	87.6	1524
	HEM 260	12	42	41	29	84.6	2064
6 < L £ 6.50	HEA 360	12	42	47	35	90.6	1344
	HEB 320	12	42	44	32	87.6	1524
	HEM 260	12	42	41	29	84.6	2064
6.50 < L £ 7	HEA 360	12	42	47	35	90.6	1344
	HEB 340	12	42	46	34	89.6	1608
	HEM 300	12	42	46	34	89.6	2856
7 < L £ 7.50	HEA 400	12	42	51	39	94.6	1500
	HEB 360	12	42	48	36	91.6	1704
	HEM 300	12	42	46	34	89.6	2856
7.50 < L £ 8	HEA 450	12	42	56	44	99.6	1680
	HEB 400	12	42	52	40	95.6	1860
	HEM 320	12	42	47.9	35.9	91.5	2940
8 < L £ 8.50	HEA 450	12	42	56	44	99.6	1680
	HEB 450	12	42	57	45	100.6	2052
	HEM 340	12	42	49.7	37.7	93.3	2976



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

26-49

Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
8.50 < L £ 9	HEA 500	12	42	61	49	104.6	1860
	HEB 450	12	42	57	45	100.6	2052
	HEM 360	12	42	51.5	39.5	95.1	3000
9 < L £ 9.50	HEA 500	12	42	61	49	104.6	1860
	HEB 500	12	42	62	50	105.6	2244
	HEM 400	12	42	55.2	43.2	98.8	3072
9.50 < L £ 10	HEA 550	12	42	66	54	109.6	1992
	HEB 500	12	42	62	50	105.6	2244
	HEM 450	12	42	59.8	47.8	103.4	3156
10 < L £ 10.50	HEA 550	12	42	66	54	109.6	1992
	HEB 500	12	42	62	50	105.6	2244
	HEM 450	12	42	59.8	47.8	103.4	3156
10.50 < L £ 11	HEA 600	12	42	71	59	114.6	2136
	HEB 550	12	42	67	55	110.6	2388
	HEM 500	12	42	64.4	52.4	108.8	3240
11 < L £ 11.50	HEA 600	12	42	71	59	114.6	2136
	HEB 550	12	42	67	55	110.6	2388
	HEM 500	12	42	64.4	52.4	108.8	3240
11.50 < L £ 12	HEA 650	12	42	76	64	154.3	1710
	HEB 600	12	42	72	60	115.6	2544
	HEM 550	12	42	69.2	57.2	112.8	3336
12 < L £ 12.50	HEA 650	12	42	76	64	154.3	1710
	HEB 600	12	42	72	60	115.6	2544
	HEM 550	12	42	69.2	57.2	112.8	3336
	HEA 700	12	42	81	69	124.6	2448



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

27-49

12.50 < L £ 13	HEB 650	12	42	77	65	120.6	2700
	HEM 600	12	42	74	62	117.6	3420
Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
13 < L £ 13.50	HEA 700	12	42	81	69	124.6	2448
	HEB 650	12	42	77	65	120.6	2700
	HEM 600	12	42	74	62	117.6	3420
13.50 < L £ 14	HEA 800	12	42	91	79	134.6	2668
	HEB 700	12	42	82	70	125.6	3892
	HEM 600	12	42	74	62	117.6	3420
14 < L £ 14.50	HEA 800	12	42	91	79	134.6	2668
	HEB 700	12	42	82	70	125.6	3892
	HEM 650	12	42	78.8	66.8	122.4	3516
14.50 < L £ 15	HEA 800	12	42	91	79	134.6	2668
	HEB 700	12	42	82	70	125.6	3892
	HEM 650	12	42	78.8	66.8	122.4	3516
15 < L £ 15.50	HEA 900	12	42	101	89	144.6	3024
	HEB 800	12	42	92	80	135.6	3144
	HEM 700	12	42	83.6	71.6	127.2	3612
15.50 < L £ 16	HEA 900	12	42	101	89	144.6	3024
	HEB 800	12	42	92	80	135.6	3144
	HEM 700	12	42	83.6	71.6	127.2	3612
16 < L £ 16.50	HEA 900	12	42	101	89	144.6	2688
	HEB 800	12	42	92	80	135.6	2520
	HEM 800	12	42	93.4	81.4	137	3804
16.50 < L £ 17	HEA 1000	12	42	111	99	154.6	3264
	HEB 900	12	42	102	90	145.6	3492
	HEM 800	12	42	93.4	81.4	137	3804



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

28-49

17 < L £ 17.50	HEA 1000	12	42	111	99	154.6	3264
	HEB 900	12	42	102	90	145.6	3492
	HEM 800	12	42	93.4	81.4	137	3804
Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
17.50 < L £ 18	HEA 1000	12	42	111	99	154.6	3264
	HEB 900	12	42	102	90	145.6	3492
	HEM 800	12	42	93.4	81.4	137	3804
18 < L £ 18.50	HEA 1100	12	42	121	109	164.6	3540
	HEB 1000	12	42	112	100	155.6	3768
	HEM 900	12	42	103	91	146.6	3996
18.50 < L £ 19	HEA 1100	12	42	121	109	164.6	3540
	HEB 1000	12	42	112	100	155.6	3768
	HEM 900	12	42	103	91	146.6	3996
19 < L £ 19.50	HEB 1000	12	42	112	100	155.6	3768
	HEM 900	12	42	103	91	146.6	3996
19.50 < L £ 20	HEB 1100	12	42	122	110	165.6	3996
	HEM 1000	12	42	113	101	156.6	4188
20 < L £ 20.50	HEB 1100	12	42	122	110	165.6	3996
	HEM 1000	12	42	113	101	156.6	4188
20.50 < L £ 21.50	HEM 1100	12	42	123	111	166.6	4428

TAB. 4: IMPALCATI SENZA BALLAST, PONTI DI CATEGORIA B

Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
4.50 < L £ 5	HEA 300	12	42	41	29	84.6	1056
	HEB 260	12	42	38	26	81.6	1116
	HEM 220	12	42	36	24	79.6	1404
5 < L £ 5.50	HEA 320	12	42	43	31	86.6	1176
	HEB 280	12	42	40	28	83.6	1236
	HEM 240	12	42	39	27	82.6	1884
5.50 < L £ 6	HEA 320	12	42	43	31	86.6	1176
	HEB 300	12	42	42	30	85.6	1404
	HEM 240	12	42	39	27	82.6	1884
6 < L £ 6.50	HEA 320	12	42	43	31	86.6	1176
	HEB 300	12	42	42	30	85.6	1404
	HEM 240	12	42	39	27	82.6	1884
6.50 < L £ 7	HEA 340	12	42	45	33	88.6	1260
	HEB 320	12	42	44	32	87.6	1524
	HEM 260	12	42	41	29	84.6	2064
7 < L £ 7.50	HEA 360	12	42	47	35	90.6	1344
	HEB 340	12	42	46	34	89.6	1608
	HEM 280	12	42	43	31	89.6	2856
7.50 < L £ 8	HEA 400	12	42	51	39	94.6	1500
	HEB 360	12	42	48	36	91.6	1704
	HEM 300	12	42	46	34	89.6	2856
8 < L £ 8.50	HEA 400	12	42	51	39	94.6	1500
	HEB 400	12	42	52	40	95.6	1860



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

30-49

Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
	HEM 300	12	42	46	34	89.6	2856



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

31-49

Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.- s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
8.50 < L £ 9	HEA 450	12	42	56	44	99.6	1680
	HEB 400	12	42	52	40	95.6	1860
	HEM 320	12	42	47.9	35.9	91.5	2940
9 < L £ 9.50	HEA 450	12	42	56	44	99.6	1680
	HEB 450	12	42	57	45	100.6	2052
	HEM 340	12	42	49.7	37.7	93.3	2976
9.50 < L £ 10	HEA 450	12	42	56	44	99.6	1680
	HEB 450	12	42	57	45	100.6	2052
	HEM 360	12	42	51.5	39.5	95.1	3000
10 < L £ 10.50	HEA 500	12	42	61	49	104.6	1860
	HEB 450	12	42	57	45	100.6	2052
	HEM 400	12	42	55.2	43.2	98.8	3072
10.50 < L £ 11	HEA 500	12	42	61	49	104.6	1860
	HEB 500	12	42	62	50	105.6	2244
	HEM 400	12	42	55.2	43.2	98.8	3072
11 < L £ 11.50	HEA 550	12	42	66	54	109.6	1992
	HEB 500	12	42	62	50	105.6	2244
	HEM 450	12	42	59.8	47.8	103.4	3156
11.50 < L £ 12	HEA 550	12	42	66	54	109.6	1992
	HEB 550	12	42	67	55	110.6	2388
	HEM 450	12	42	59.8	47.8	103.4	3156
12 < L £ 12.50	HEA 600	12	42	71	59	114.6	2136
	HEB 550	12	42	67	55	110.6	2388
	HEM 500	12	42	64.4	52.4	108.8	3240



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

32-49

Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.- s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
12.50 < L £ 13	HEA 600	12	42	71	59	114.6	2136
	HEB 550	12	42	67	55	110.6	2388
	HEM 500	12	42	64.4	52.4	108.8	3240
13 < L £ 13.50	HEA 650	12	42	76	64	154.3	1710
	HEB 600	12	42	72	60	115.6	2544
	HEM 550	12	42	69.2	57.2	112.8	3336
13.50 < L £ 14	HEA 700	12	42	81	69	124.6	2448
	HEB 650	12	42	77	65	120.6	2700
	HEM 600	12	42	74	62	117.6	3420
14 < L £ 14.50	HEA 700	12	42	81	69	124.6	2448
	HEB 650	12	42	77	65	120.6	2700
	HEM 600	12	42	74	62	117.6	3420
14.50 < L £ 15	HEA 800	12	42	91	79	134.6	2668
	HEB 650	12	42	77	65	120.6	2700
	HEM 600	12	42	74	62	117.6	3420
15 < L £ 15.50	HEA 800	12	42	91	79	134.6	2668
	HEB 700	12	42	82	70	125.6	3892
	HEM 650	12	42	78.8	66.8	122.4	3516
15.50 < L £ 16	HEA 800	12	42	91	79	134.6	2668
	HEB 700	12	42	82	70	125.6	3892
	HEM 650	12	42	78.8	66.8	122.4	3516



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

33-49

Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
16 < L £ 16.50	HEA 900	12	42	101	89	144.6	3024
	HEB 800	12	42	92	80	135.6	3144
	HEM 700	12	42	83.6	71.6	127.2	3612
16.50 < L £ 17	HEA 900	12	42	101	89	144.6	3024
	HEB 800	12	42	92	80	135.6	3144
	HEM 700	12	42	83.6	71.6	127.2	3612
17 < L £ 17.50	HEA 900	12	42	101	89	144.6	3024
	HEB 800	12	42	92	80	135.6	3144
	HEM 700	12	42	83.6	71.6	127.2	3612
17.50 < L £ 18	HEA 1000	12	42	111	99	154.6	3264
	HEB 900	12	42	102	90	145.6	3492
	HEM 800	12	42	93.4	81.4	137	3804
18 < L £ 18.50	HEA 1000	12	42	111	99	154.6	3264
	HEB 900	12	42	102	90	145.6	3492
	HEM 800	12	42	93.4	81.4	137	3804
18.50 < L £ 19	HEA 1000	12	42	111	99	154.6	3264
	HEB 900	12	42	102	90	145.6	3492
	HEM 800	12	42	93.4	81.4	137	3804
19 < L £ 19.50	HEA 1100	12	42	121	109	164.6	3540
	HEB 1000	12	42	112	100	155.6	3768



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

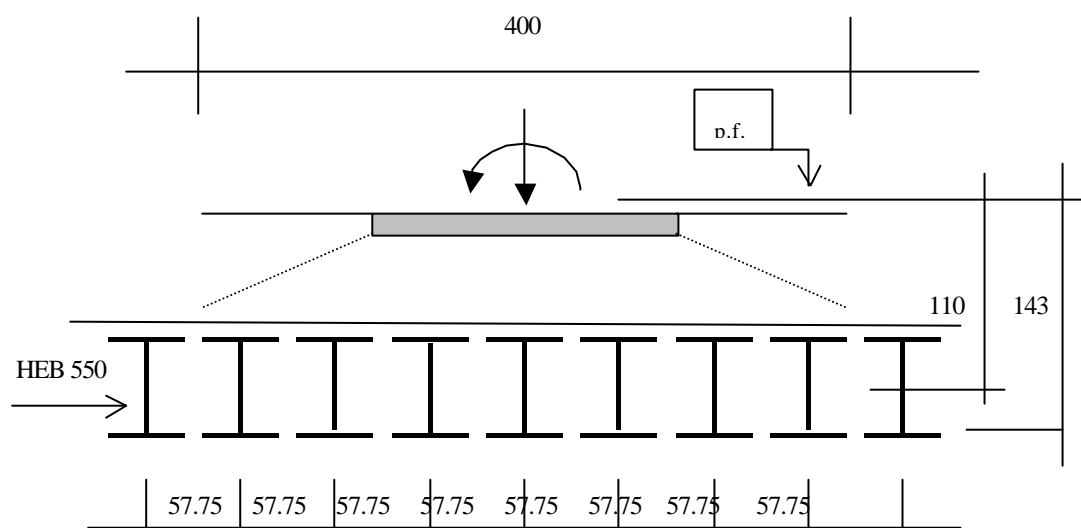
Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

34-49

	HEM 900	12	42	103	91	146.6	3996
Portata teorica	Profilo	n. di travi	interasse (cm)	Hmax (cm)	h. travi (cm)	d. p.f.-s.trave (cm)	massa travi (kg/ml)
19.50 < L £ 20	HEA 1100	12	42	121	109	164.6	3540
	HEB 1000	12	42	112	100	155.6	3768
	HEM 900	12	42	103	91	146.6	3996
20 < L £ 20.50	HEB 1000	12	42	112	100	155.6	3768
	HEM 900	12	42	103	91	146.6	3996
20.50 < L £ 21	HEB 1100	12	42	122	110	165.6	3996
	HEM 1000	12	42	113	101	156.6	4188
21 < L £ 21.50	HEB 1100	12	42	122	110	165.6	3996
	HEM 1000	12	42	113	101	156.6	4188
21.50 < L £ 22.50	HEM 1100	12	42	123	111	166.6	4428

**APPENDICE****1. ESEMPIO DI CALCOLO**

Allo scopo di chiarire i criteri adottati nel dimensionare tali impalcati, si riporta nel seguito il calcolo verifica di un ponte di cat. A, a semplice binario, costituito da un'unica luce di 10 metri che presenta il binario in curva di raggio $R=1400m.$, sopraelevazione di 10 cm. e velocità di progetto di 140 km/h.



S'ipotizza di impiegare 9 profili HEB 550 ad interasse di 57.75 cm. Il numero di travi comprese nella fascia di 4 metri, considerata reagente nelle verifiche di resistenza, è 7. Lo spessore dell'impalcato è di 63cm. Con riferimento alle usuali simbologie, le caratteristiche geometriche del profilo scelto sono le seguenti:

$$h = 55 \text{ cm} \quad A = 254 \text{ cm}^2$$

$$J = 136700 \text{ cm}^4$$

$$W = 4970 \text{ cm}^3 \quad S = 2800 \text{ cm}^3$$

$$b = 1.5 \text{ cm} \quad t = 2.9 \text{ cm}$$

$$s = 30 \text{ cm} \quad p = 199 \text{ kg/m}$$



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

36-49

ANALISI DEI CARICHI

Carichi permanenti

Peso delle travi in acciaio $9 * 199 = 1791 \text{ kg/m}$

Peso cls in opera $= 9993$

Peso ballast, armamento e

Conglomerato bituminoso $3.8 * 0.8 * 1800 = 5472$

Peso barriere $800 * 2 = 1600$

Peso canalette $400 * 2 = 800$

Peso totale $= p_1 = 19656 \text{ kg/m}$

Carichi accidentali

treno LM 71:

Carico equivalente flettente $= p_2 = 16685 \text{ kg/m}$

Carico equivalente tagliante $= p_2 = 18625 \text{ kg/m}$

I valori dei sovraccarichi sono già incrementati del coefficiente $a = 1.1$

treno SW2:

Carico equivalente flettente $= p_2 = 15300 \text{ kg/m}$

Carico equivalente tagliante $= p_2 = 15300 \text{ kg/m}$

Accidentale su marciapiedi 1000 kg/m

Non concomitante con il transito dei treni



Vento = $250 * (4+0.63+0.8) = 1357 \text{ kg/m}$

Si considera agente sulla superficie del treno e su quella del manufatto. Il centro di spinta si trova a circa 3.10 metri dal baricentro delle travi.

Forza centrifuga ($F_c = p_2 V^2 / 127R$)

Si considera agente a 1.8 m dal piano ferro cioè a metri 2.90 circa dal baricentro delle travi. A tale azione non si applica il coefficiente $\alpha = 1.1$

treno LM71:

Per effetti flettenti: $16685 \cdot 140^2 / (127 * 1400 * 1.1) = 1672 \text{ kg/m}$

Per effetti taglienti: $18625 * 140^2 / (127 * 1400 * 1.1) = 1866$

treno SW2:

Per effetti flettenti: $15300 * 100^2 / (127 * 1400) = 860 \text{ kg/m}$

Per effetti taglienti: $15300 * 100^2 / (127 * 1400) = 860$

Azione di frenatura

Si considera agente a livello del piano ferro e quindi a metri 1.10 dal baricentro delle travi

treno LM71 = $2000 * 10 = 20000 \text{ kg}$

treno SW2 = $3500 * 10 = 35000 \text{ kg}$

Azione di avviamento

si considera agente a livello del piano ferro e quindi a metri 1.10 dal baricentro delle travi

treno LM71 = $3300 * 10 = 33000 \text{ kg}$

treno SW2 = $3300 * 10 = 33000 \text{ kg}$

coefficiente di incremento dinamico

$\varnothing_3 = 2.16 / (L^{1/2} - 0.2) + 0.73 = 0.46$

Azione laterale



$F_L = 10000 \text{ kg}$.

si considera agente a livello del piano ferro e pertanto a 1.10 m dal baricentro delle travi

Le azioni verticali prodotte da permanenti e accidentali e quelle prodotte dalla frenatura/avviamento sono ugualmente ripartite sulle diverse travi contenute all'interno della fascia resistente di 4 metri. Le azioni orizzontali trasversali, invece, riportate al baricentro delle travi, producono delle coppie torcenti lungo l'asse dell'impalcato che hanno come effetto quello di caricare maggiormente le travi più esterne della fascia considerata. Analogo effetto hanno l'eccentricità di carico del treno LM71 e l'effetto della sopraelevazione.

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI SU 4 METRI

Momento flettente in mezzeria:

Permanenti $M_1 = 1/8 * 19656 * 10^2 / 5 * 4 = 196555 \text{ kg*m}$

Accidentali

Treno LM71 $M_2 = 1/8 * 16685 * 10^2 = 208563 \text{ kg*m}$

Treno SW2 $M_2 = 1/8 * 15300 * 10^2 = 191250 \text{ kg*m}$

Incremento dinamico

Treno LM 71 $M_3 = 0.49 * M_2 = 95765 \text{ kg*m}$

Treno SW2 $M_3 = 0.49 * M_2 = 87816 \text{ kg*m}$

Frenatura/Avviamento

Frenatura/avviamento		ISTRUZIONE	Piano ferro/bar
DIVISIONE INFRASTRUTTURA			
SPECIFICA DI ISTRUZIONE TECNICA	L = 10m	Codifica: DI TC/AR ST PC h / 2 A	39-49
→	↑	↓	
Treno LM71		$M_4 = 33000 * 0.275/2 = 4537 \text{ kg*m}$	
Treno SW2		$M_4 = 35000 * 0.275/2 = 4812 \text{ kg*m}$	
<u>Taglio agli appoggi</u>			
Permanente		$T_1 = 1/2 * 19656 * 10/5 * 4 = 78622 \text{ kg}$	
Accidentali			
Treno LM71		$T_2 = 1/2 * 18625 * 10 = 93125 \text{ kg}$	
Treno SW2		$T_2 = 1/2 * 15300 * 10 = 76500 \text{ kg}$	
Incremento dinamico			
Treno LM71		$T_3 = 0.49 * T_2 = 42760 \text{ kg}$	
Treno SW2		$T_3 = 0.49 * T_2 = 35126 \text{ kg}$	
Frenatura/Avviamento			
Treno LM71		$T_4 = 33000 * (1.10+0.275) / 10 = 4323 \text{ kg}$	
Treno SW2		$T_4 = 35000 * (1.10+0.275) / 10 = 4592 \text{ kg}$	
<u>Coppie torcenti a metro di impalcato</u>			
Centrifuga			
LM71 Effetti flettenti		$mt_5 = 1672 * 2.90 = 4848 \text{ kg*m}$	

**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

40-49

Effetti taglianti $mt_5 = 1866 * 2.90 = 5382 \text{ kg*m}$

SW2 Effetti flettenti $mt_5 = 860 * 2.90 = 2494 \text{ kg*m}$

Effetti taglianti $mt_5 = 860 * 2.90 = 2494 \text{ kg*m}$

Eccentricità di carico LM71

Si assume pari a 8 cm come da normativa

Effetti flettenti $mt_6 = 16685 * 0.08 = 1334 \text{ kg*m}$

Effetti taglianti $mt_6 = 18625 * 0.08 = 1490$

Effetto della sopraelevazione

*La sopraelevazione s di 10 cm produce un'eccentricità di carico "e" che vale $180 * s / 143.5$ cioè di 12.1 cm. Tale effetto in parte bilancia l'azione della forza centrifuga.*

LM71 Effetti flettenti $mt_7 = 16685 * 0.12 = 2029 \text{ kg*m}$

Effetti taglianti $mt_7 = 18625 * 0.12 = 2265$

SW2 Effetti flettenti $mt_7 = 15300 * 0.12 = 1861$

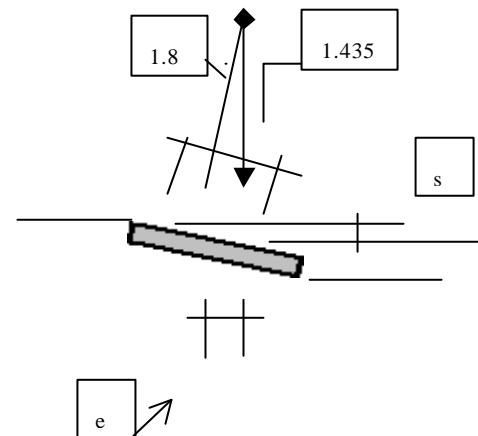
Effetti taglianti $mt_7 = 15300 * 0.12 = 1861$

Vento

$mt_8 = 1350 * 3.1 = 4185 \text{ kg*m}$

Azione laterale

$mt_9 = 10000 * 1.10 = 11050 \text{ kg*m}$





**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

41-49

SOLLECITAZIONI SULLA TRAVE DI BORDO FASCIA

Momento flettente in mezzera:

Permanenti $M_1 = 196555 / 7 = 28602 \text{ kg*m}$

Accidentali

Treno LM71 $M_2 = 208563 / 7 = 29720 \text{ kg*m}$

Treno SW2 $M_2 = 191250 / 7 = 27253$

Incremento dinamico

Treno LM 71 $M_3 = 0.49 * M_2 = 13647 \text{ kg*m}$

Treno SW2 $M_3 = 0.49 * M_2 = 12514$

Frenatura/Avviamento

Treno LM71 $M_4 = 616 \text{ kg*m}$

Treno SW2 $M_4 = 653$

*L'incremento di carico verticale prodotto sulle trave di bordo dalle coppie torcenti si valuta, in prima approssimazione, considerando la flessione su una striscia unitaria trasversale di impalcato avente sezione $b*h$ pari a $100*400\text{cm}$. ed il cui momento d'inerzia J vale $100*400^3/12=5333333 \text{ cm}^3$.*

$$\Delta p = mt / J * d * i = 0.184 * mt$$

*essendo $i = 57.75 \text{ cm}$ e $d = 3*i$*

Centrifuga

LM71 $M_5 = 1/8 * (4845 * 0.184) * 10^2 = 11143 \text{ kg*m}$

SW2 $M_5 = 1/8 * (2494 * 0.184) * 10^2 = 5736$



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

42-49

Eccentricità di carico LM71

$$M_6 = 1/8 * (1334 * 0.184) * 10^2 = 3068 \text{ kg*m}$$

Effetto sopraelevazione

LM71 $M_7 = 1/8 * (2029 * 0.184) * 10^2 = 4666 \text{ kg*m}$

SW2 $M_7 = 1/8 * (1861 * 0.184) * 10^2 = 4280$

Vento

$$M_8 = 1/8 * (4185 * 0.184) * 10^2 = 9625 \text{ kg*m}$$

Azione laterale

$$M_9 = 1/4 * (11050 * 0.184) * 10 = 5083 \text{ kg*m}$$

Taglio all'appoggio

Permanenti $T_1 = 79422 / 7 = 11346 \text{ kg}$

Accidentali

Treno LM71 $T_2 = 93124 / 7 = 13270 \text{ kg}$

Treno SW2 $T_2 = 76500 / 7 = 10928$

Incremento dinamico

Treno LM 71 $T_3 = 6093 \text{ kg}$

Treno SW2 $T_3 = 5006$

Frenatura/Avviamento

Treno LM71 $T_4 = 4323 / 7 = 618 \text{ kg}$

Treno SW2 $T_4 = 4592 / 7 = 656$

Centrifuga



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

43-49

LM71 $T_5 = 1/2 * (5382 * 0.184) * 10 = 4951 \text{ kg}$

SW2 $T_5 = 1/2 * (2494 * 0.184) * 10 = 2294$

Eccentricità di carico LM71

$$T_6 = 1/2 * (1334 * 0.184) * 10 = 1227 \text{ kg}$$

Effetto sopraelevazione

LM71 $T_7 = 1/2 * (2265 * 0.184) * 10 = 2083 \text{ kg}$

SW2 $T_7 = 1/2 * (1861 * 0.184) * 10 = 1712$

Vento

$$T_8 = 1/2 * (4185 * 0.184) * 10 = 3850 \text{ kg}$$

Azione laterale

$$T_9 = (11050 * 0.184) = 2033 \text{ kg}$$

Sforzo normale

Frenatura/avviamento

LM71 $N = 33000 / 7 = 4714 \text{ kg}$

SW2 $N = 35000 / 7 = 4988$

**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A****44-49****RIEPILOGO SOLLECITAZIONI****Modello di carico: Treno LM 71**

Azione	Momento flettente in mezzeria	Taglio agli appoggi	Sforzo normale
Permanenti	28602	11346	0
Accidentali dinamizzati	44282	19772	0
Centrifuga	11143	4951	0
Azione laterale	5083	2033	0
Frenatura/avviamento	616	618	4714
Eccentricità di carico	3068	1227	0
Effetto sopraelevazione	4666	2083	0
Vento	9625	3850	0

Modello di carico: Treno SW

Azione	Momento flettente in mezzeria	Taglio agli appoggi	Sforzo normale
Permanenti	28602	11346	0
Accidentali dinamizzati	40606	16282	0
Centrifuga	5736	2294	0
Azione laterale	5083	2033	0
Frenatura/avviamento	653	656	4988
Eccentricità di carico	0	0	0
Effetto sopraelevazione	4280	1712	0
Vento	9625	3850	0



VERIFICHE DI RESISTENZA

Le verifiche sono condotte con il metodo della tensioni ammissibili, facendo riferimento alla condizione di carico TAI di tabella 1.7.3.2 della Istruzione per il calcolo dei ponti ferroviari.

La condizione TAI è $G_k + Q_k + 0.6W_k$ dove:

Q_k è il valore caratteristico delle azioni legate al transito dei treni e per calcolarlo occorre fare riferimento ad uno dei gruppi di azioni della tabella 1.7.2.3. Si assume per le verifiche il gruppo I dove i coefficienti di simultaneità delle azioni valgono:

I per i carichi verticali

0.5 per frenatura e avviamento

I per centrifuga

I per azione laterale

W_k è l'azione del vento

G_k sono i carichi permanenti

sollecitazioni risultanti:

$$M_{tot} = M_1 + (M_2 + M_3 + 0.5 * M_4 + M_5 + M_6 - M_7 + M_9) + 0.6 * M_8$$

$$T_{tot} = T_1 + (T_2 + T_3 + 0.5 * T_4 + T_5 + T_6 - T_7 + T_9) + 0.6 * T_8$$

Le verifiche sono effettuate per il treno LM71 che nel caso in esame produce le maggiori sollecitazioni e precisamente:

$$M = 94464 \text{ kg} \cdot \text{m} \quad T = 40213 \text{ kg} \quad N = 0.6 * 4714 \text{ kg}$$

$$\text{da cui } \sigma = 9446400 / 4970 + 2828 / 254 = 1911 < 1900 * 1.125 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 4213 * 2800 / 1.5 * 136700 = 549 \text{ kg/cm}^2 < 1096 \text{ kg/cm}^2$$

verifica soddisfatta.

calcolo della prima frequenza propria dell'impalcato.



Questa verifica è eseguita per controllare l'affidabilità del coefficiente di incremento dinamico ΔE_s assunto nei calcoli. Essa consiste nell'accertare che la frequenza propria n_0 sia contenuta all'interno del fuso indicato in fig.1.4.2.3 dell'Istruzione per il calcolo dei ponti.

limite inferiore del fuso = $80/L = 8\text{Hz}$.

$n_0 = 17.75/(d_0)^{0.5}$ dove d_0 è la freccia sotto i carichi permanenti pari a 19656 kg/m.

Considerando resistente l'intero impalcato, compresi gli sbalzi laterali, con il calcestruzzo omogeneizzato con $n=6$ si ottiene $J = 2742033 \text{ cm}^4$.

$\delta_0 = 5/384 * p * l^4 / EJ = 4.52\text{mm}$ quindi $n_0 = 8.34 > 8$.

VERIFICHE DI DEFORMABILITA'

Le verifiche di deformabilità sono condotte agli stati limite di servizio con la combinazione rara delle azioni che vale: $F_d = \sum_j G_{kj} + Q_{kl} + \sum_{j=2} S_j * Y_{0j} Q_{ki}$.

Assumendo come azione di base Q_{k1} l'azione da traffico ferroviario, le azioni dovute al vento e alla termica, vanno moltiplicate per $Y_0=0.6$ (vedi tabella 1.7.4.3.2). Per il calcolo di Q_{k1} si fa riferimento ancora al gruppo di carico 1.

Le verifiche di deformabilità si effettuano considerando reagente una striscia di impalcato di 5 metri portando in conto anche il calcestruzzo (con $n=6$). Il momento d'inerzia J vale in tal caso 2485380 cm^4 .

Freccia sotto i carichi accidentali dinamizzati prodotti dal treno LM71.

$p=1.46*16685 \text{ kg/m}$

$\delta = 5/384 * p * l^4 / EJ = 6.07 \text{ mm}$

il valore limite nel caso di velocità non superiore a 160 km/h vale 12.5 mm per ponti ad una campata.

Rotazione agli appoggi.

Effetto del treno LM71 dinamizzato:

$\theta = 16/5 * \delta/L = 0.00194$



SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA

Codifica: DI TC/AR ST PO 003 A

47-49

Effetto del delta termico di 10 gradi tra estradosso e intradosso:

$$\theta = L * \alpha * \Delta T(10^0) / H = 0.0008$$

$$\theta \text{ totale} = 0.00194 + 0.0008 * 0.6 = 0.00242$$

valore limite per ponti a semplice campata 0.0065.

Sghembo

La verifica si effettua ipotizzando la presenza di un profilo metallico in corrispondenza di ciascuna rotaia e calcolando la differenza di abbassamento tra i due profili in corrispondenza della sezione posta a tre metri dall'appoggio considerando una distribuzione trasversale degli abbassamenti di tipo lineare.

Si considerano i seguenti effetti:

forza centrifuga:

$$mt_5 = 4848$$

eccentricità del carico del treno LM71:

$$mt_6 = 1.46 * 1334 = 1947$$

vento:

$$mt_8 = 0.6 * 4185 = 2511$$

sopraelevazione:

$$mt_7 = 2029$$

azione laterale:

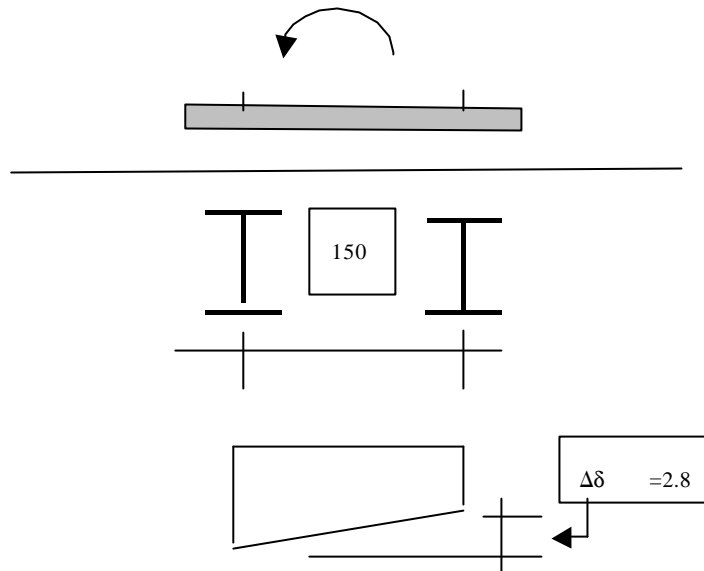
$$mt_9 = 11050/10 = 1105$$

$$\text{Totale} = 8382 \text{ kgm/m}$$

*L'incremento e decremento di carico prodotti sulle due trave considerate da tali effetti si valuta considerando la flessione su una striscia unitaria trasversale di impalcato avente sezione $b * h$ pari a 100*400 cm e momento d'inerzia $J = 5.33 m^4$.*

$$\Delta p = 8382 / 5.33 * 0.75 * 0.57 = 678 \text{ kg/m.}$$

$$J = 2485380/9 = \text{di una trave e relativo calcestruzzo}$$



La freccia verticale a 3.0 metri dall'appoggio vale 1.4mm pertanto le due travi subiscono una differenza di deformazione pari a $2 \cdot 1.4 = 2.8$ mm che rappresenta il valore di sghembo cercato. Il valore limite di tale fenomeno alla velocità di 140 km/h è fissato in 3.0mm.



**SPECIFICA DI ISTRUZIONE
TECNICA**

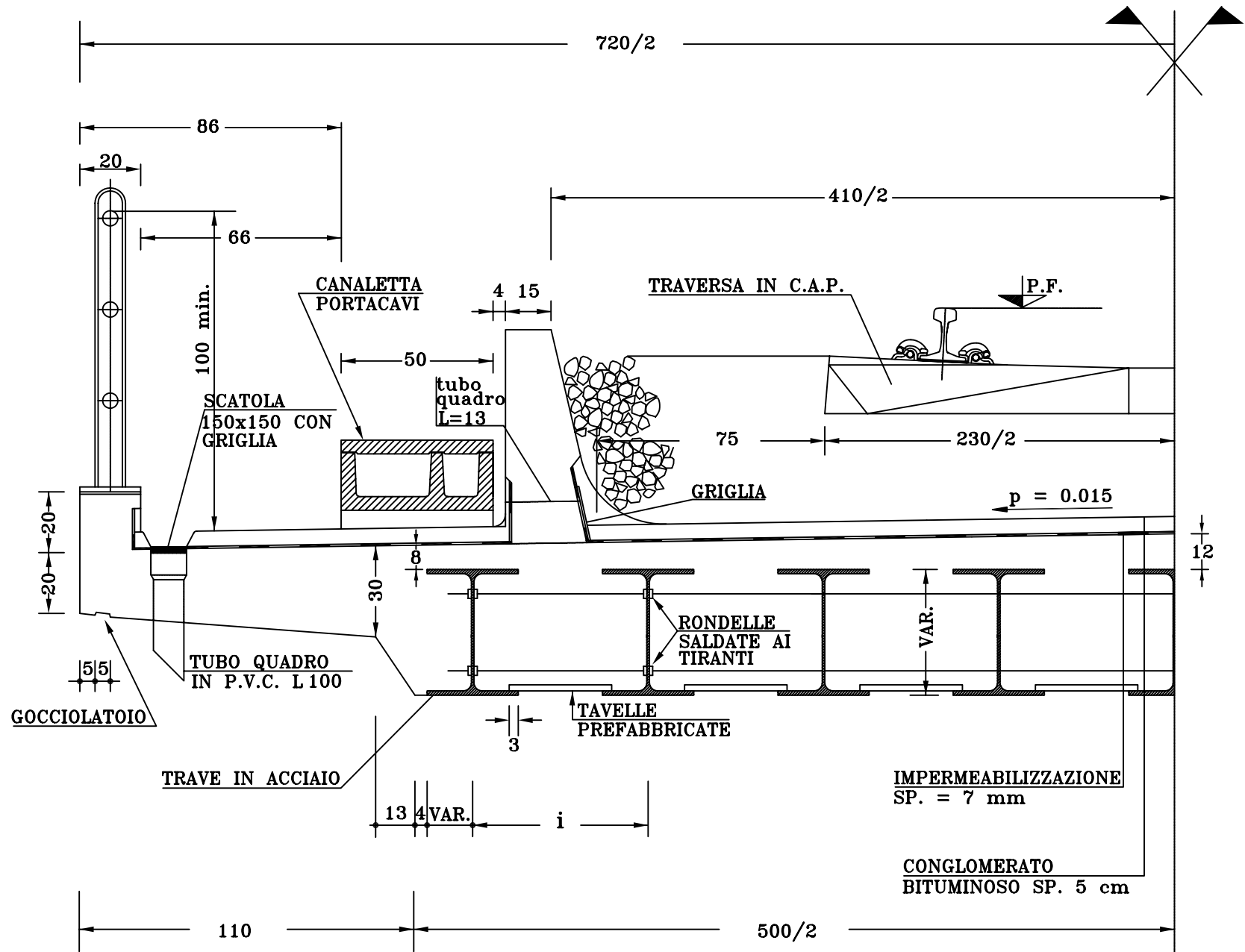
Codifica: **DI TC/AR ST PO 003 A**

49-49

2. PARTICOLARI COSTRUTTIVI

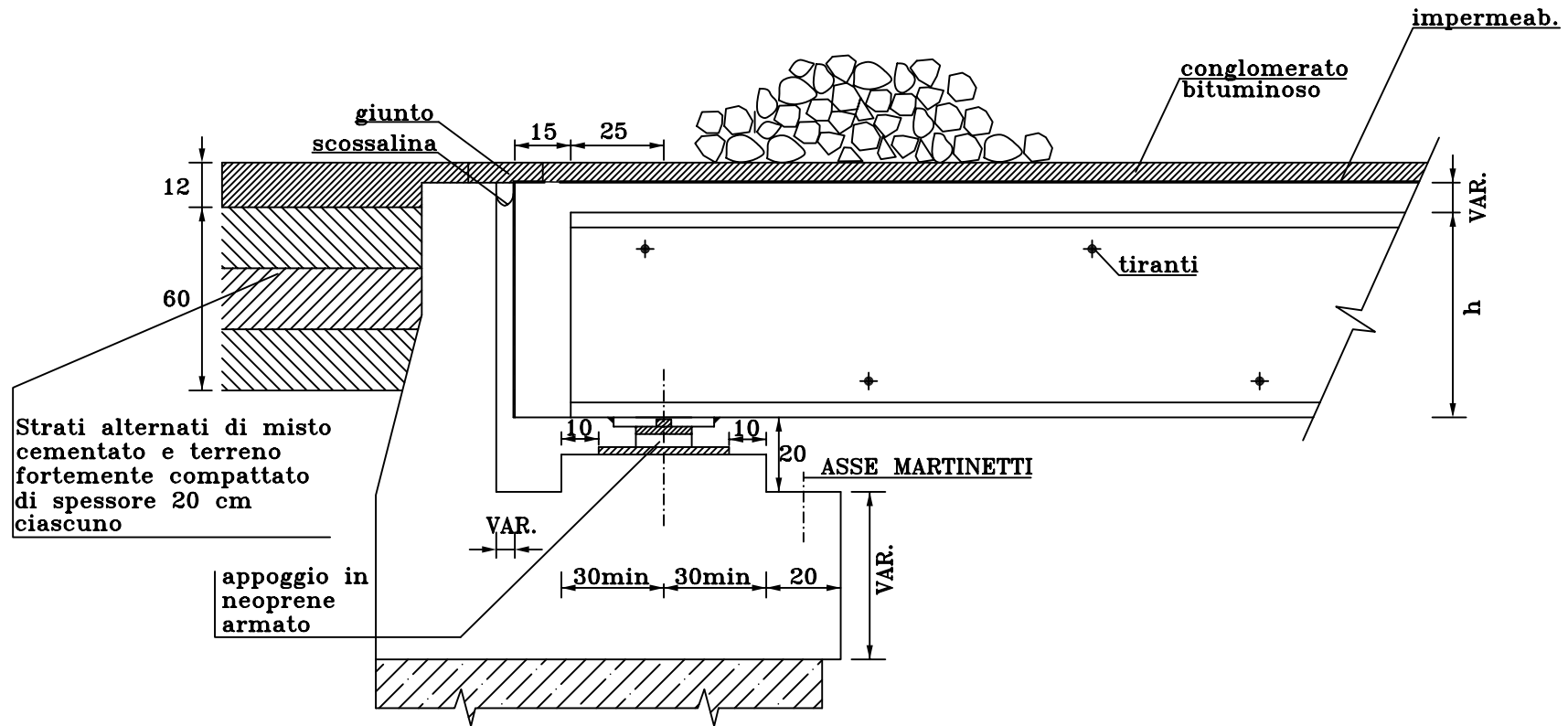
- Sezione impalcato a semplice binario
- Sezione longitudinale (appoggio su neoprene armato)
- Particolare appoggio su cuscino di neoprene armato
- Sezione longitudinale (appoggio su rotaia)
- Dettaglio su pila (appoggio su rotaia)
- Particolare appoggio fisso su rotaia
- Particolare appoggio mobile su rotaia
- Armatura – particolari
- Particolari armatura e passo dei tiranti
- Particolare muretto para-ballast
- Particolare tubo smaltimento acque
- Particolare parapetto
- Sezione impalcato a semplice binario nella soluzione senza ballast
- Impalcato senza ballast – particolare “A”

SEZIONE IMPALCATO A SEMPLICE BINARIO



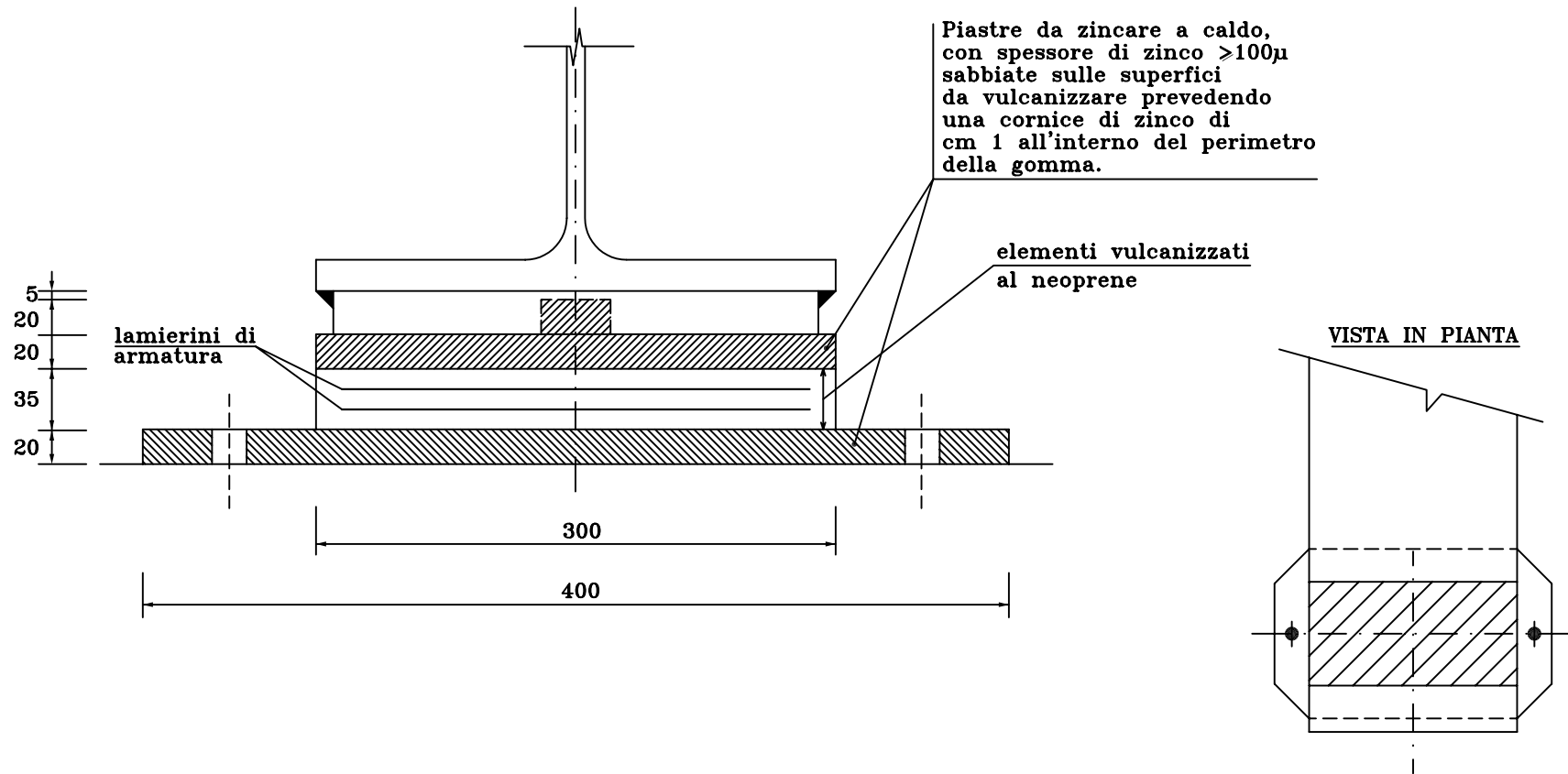
SEZIONE LONGITUDINALE

L ≤ 10 m (appoggio su neoprene armato)



PARTICOLARE APPOGGIO SU CUSCINO DI NEOPRENE ARMATO

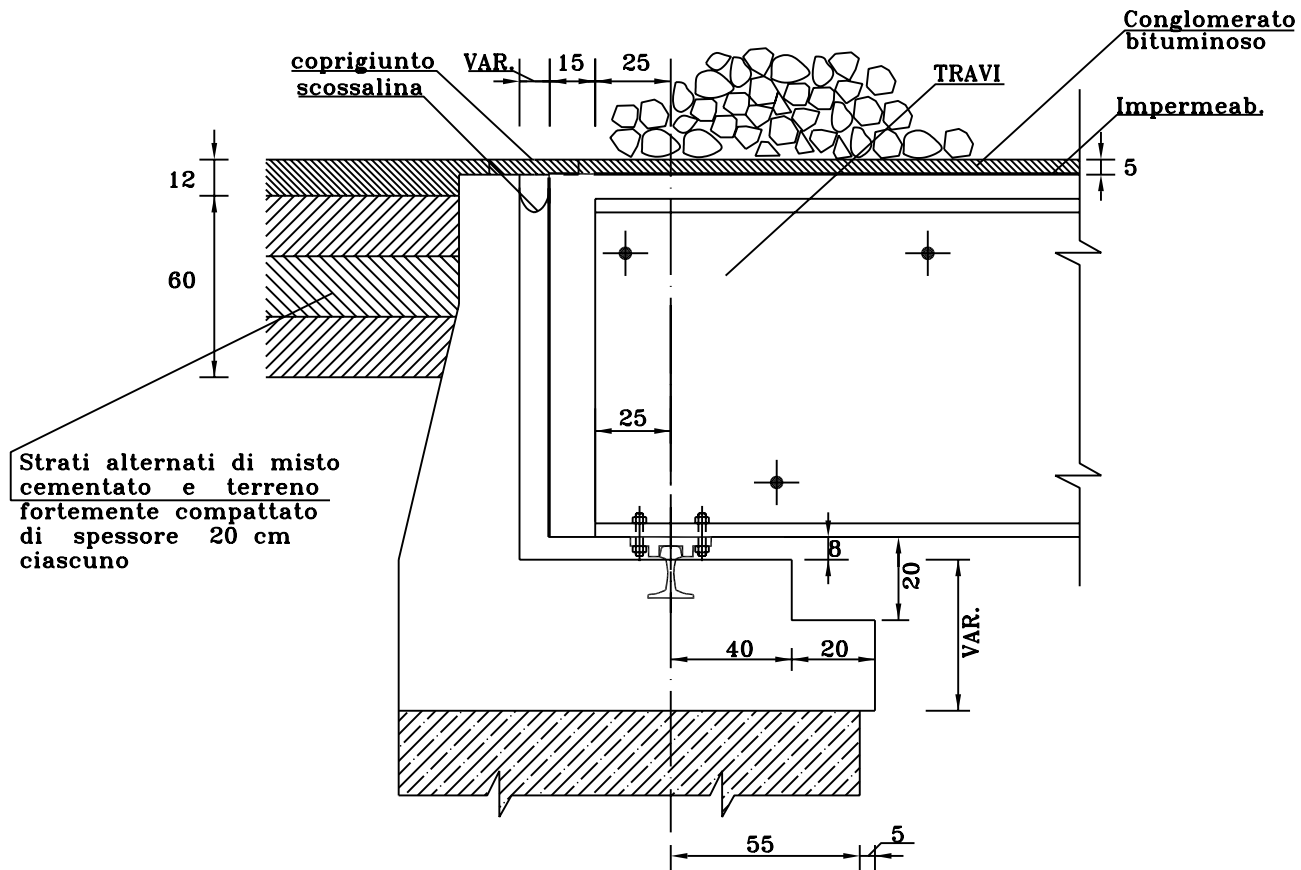
$L \leq 10 \text{ m}$



(N.B. LE DIMENSIONI DELL'APPOGGIO SONO INDICATIVE)

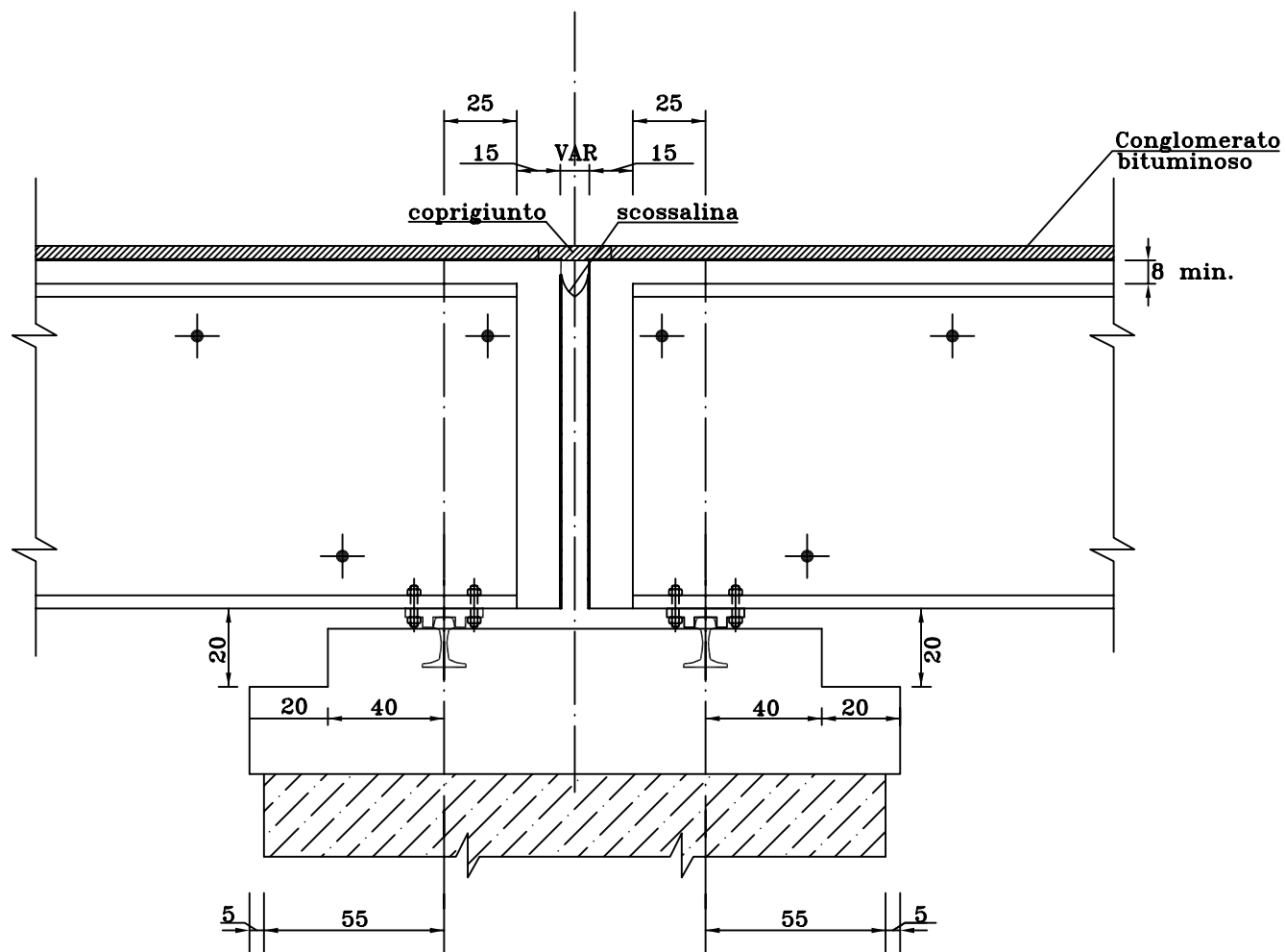
SEZIONE LONGITUDINALE

$L \leq 10$ m (appoggio su rotaia)



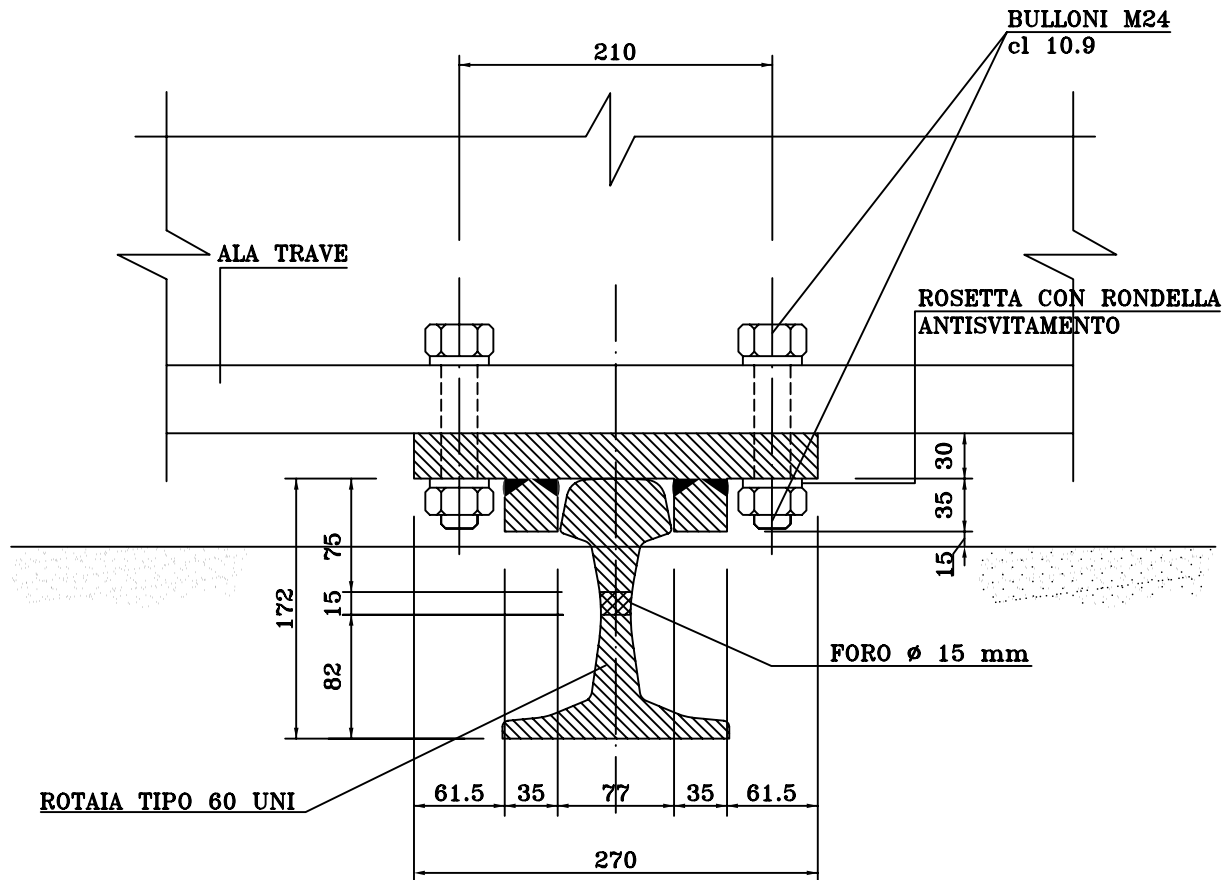
DETTAGLIO SU PILA

L ≤ 10 m (appoggio su rotaia)



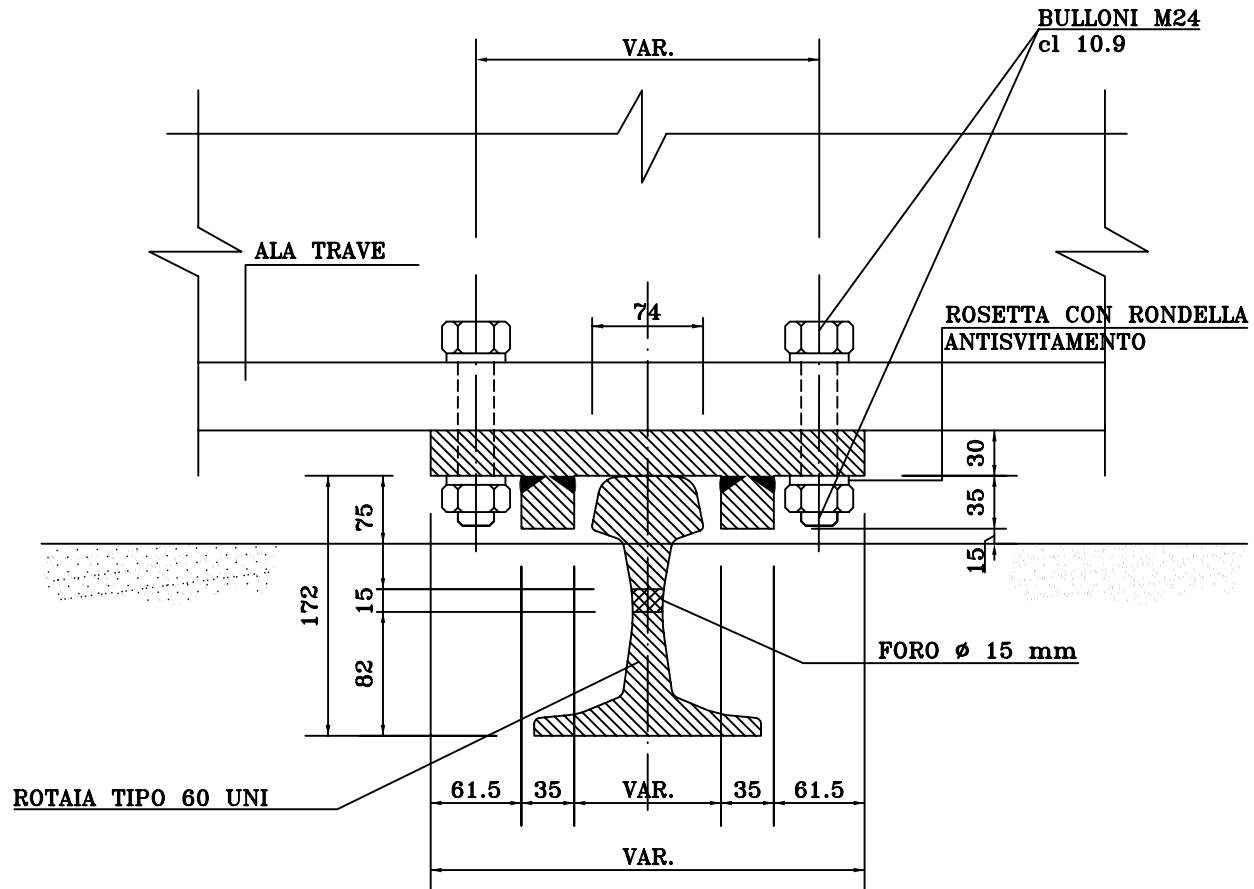
PARTICOLARE APPOGGIO FISSO SU ROTAIA

$L < 10 \text{ m}$

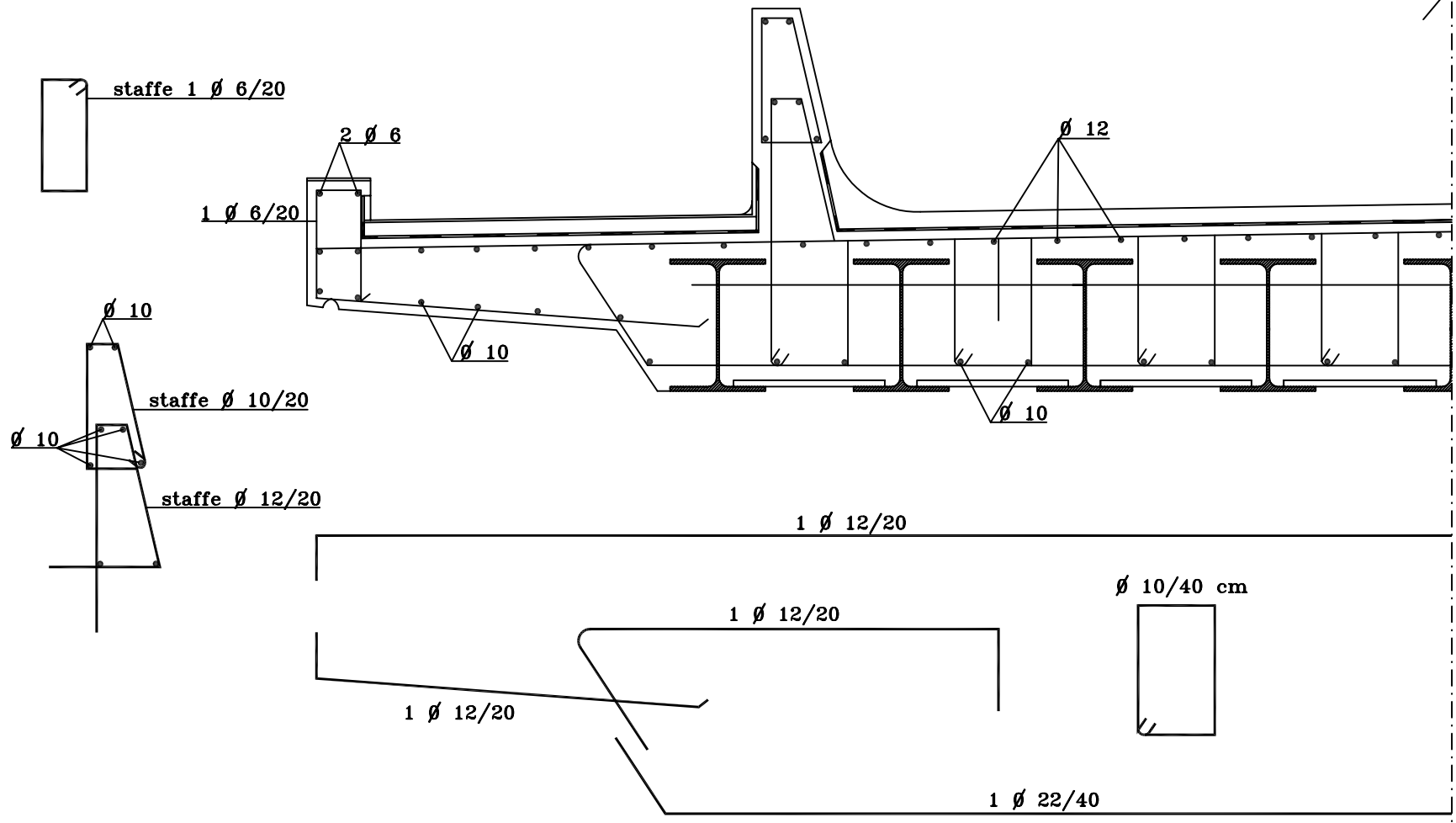
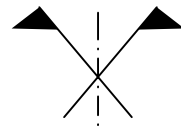


PARTICOLARE APPOGGIO MOBILE SU ROTAIA

$L \leq 10$ m



ARMATURA
PARTICOLARI



PARTICOLARI ARMATURA E PASSO DEI TIRANTI

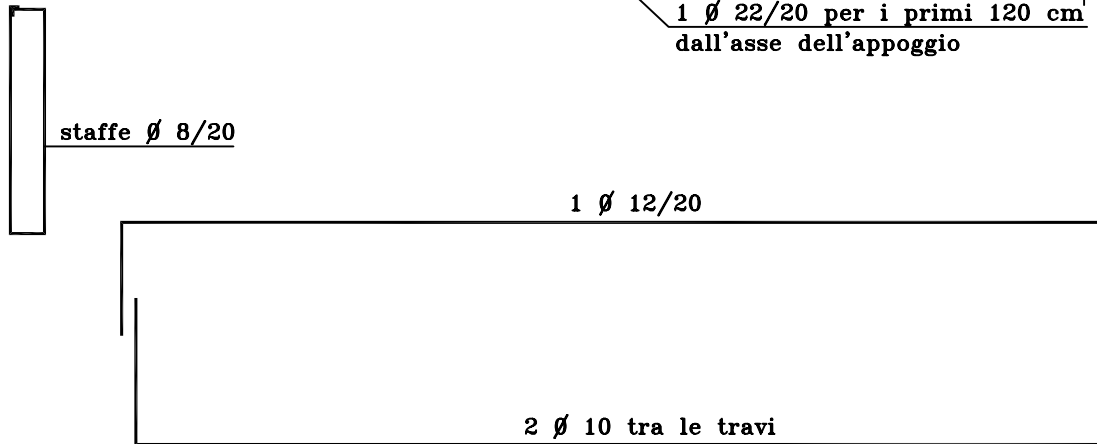
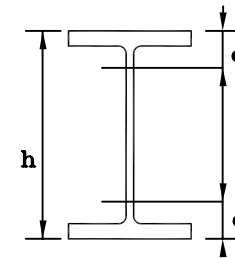
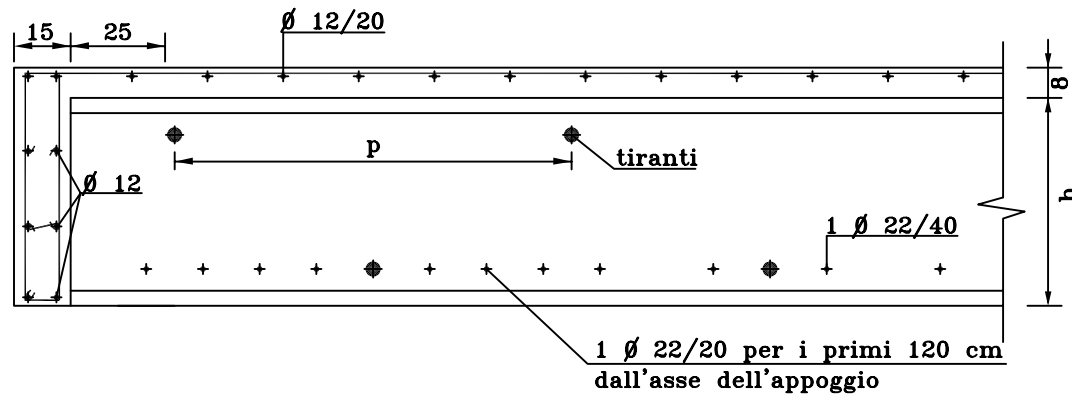
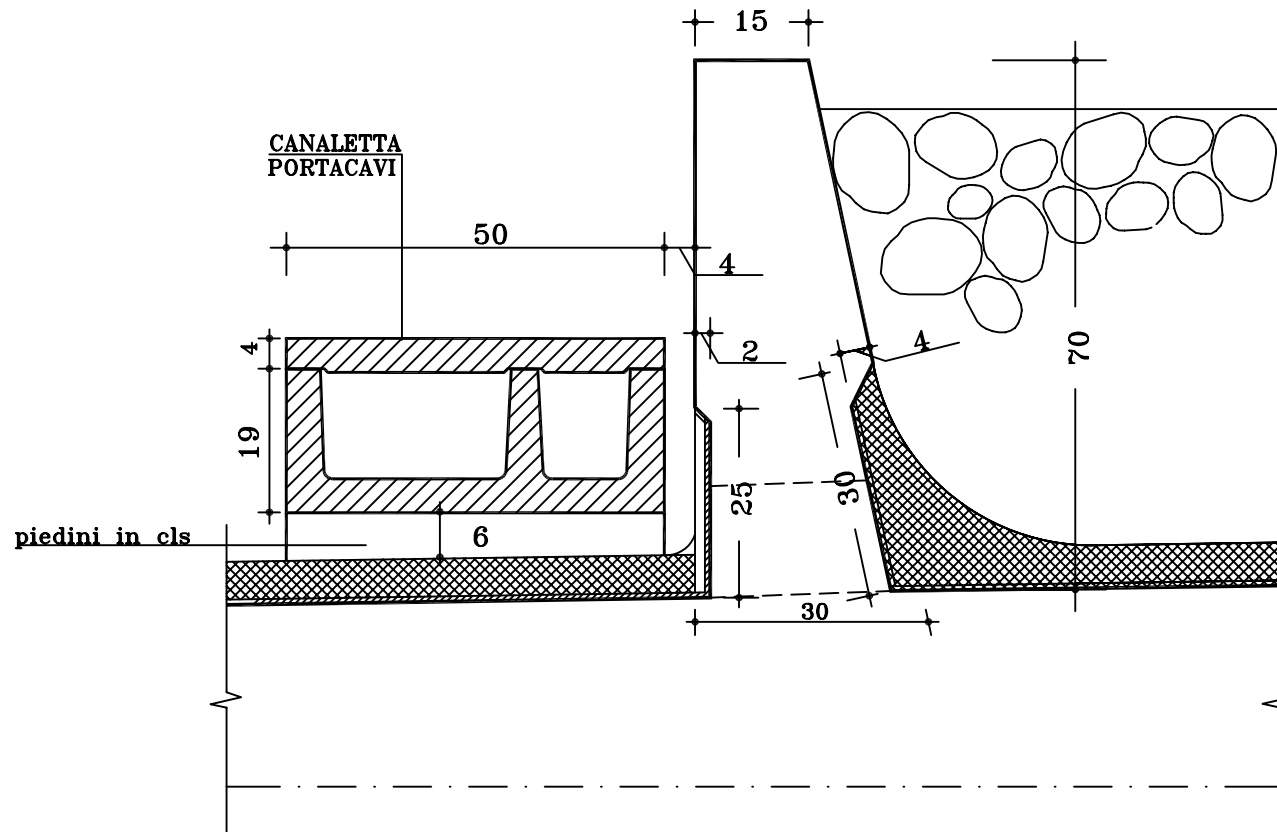


TABELLA TIRANTI

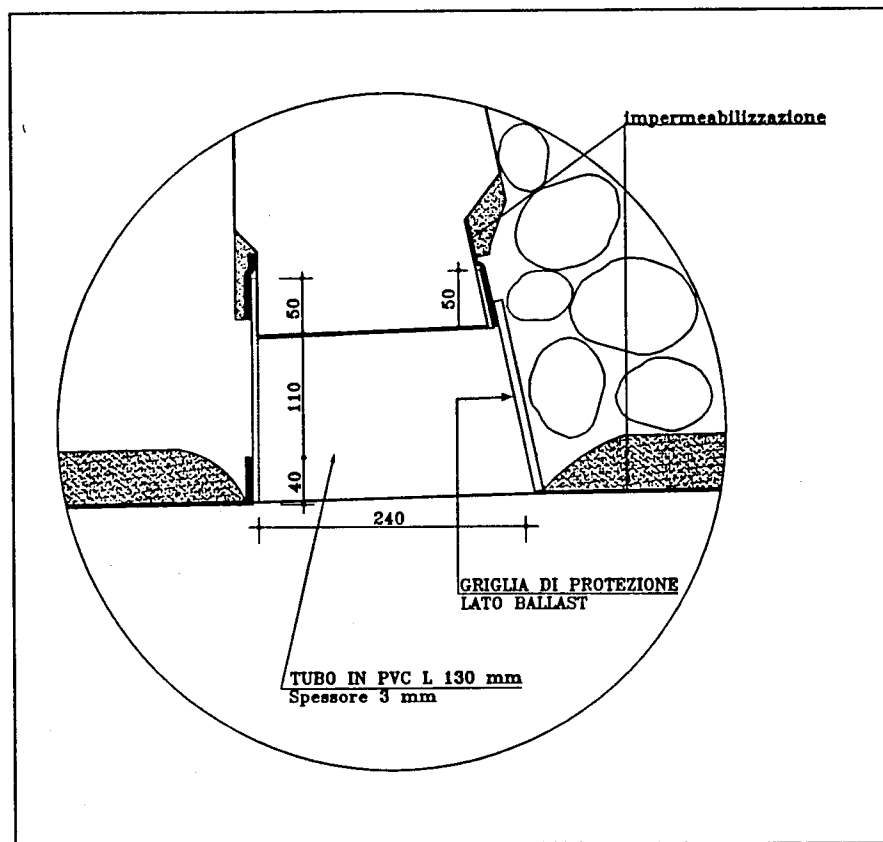
h	c	d	p	ϕ
≤ 300	$h/3$	/	40	22
≤ 400	8	8	80	24
≤ 600	10	10	120	26
> 600	12	12	120	30

PARTICOLARE MURETTO PARA-BALLAST



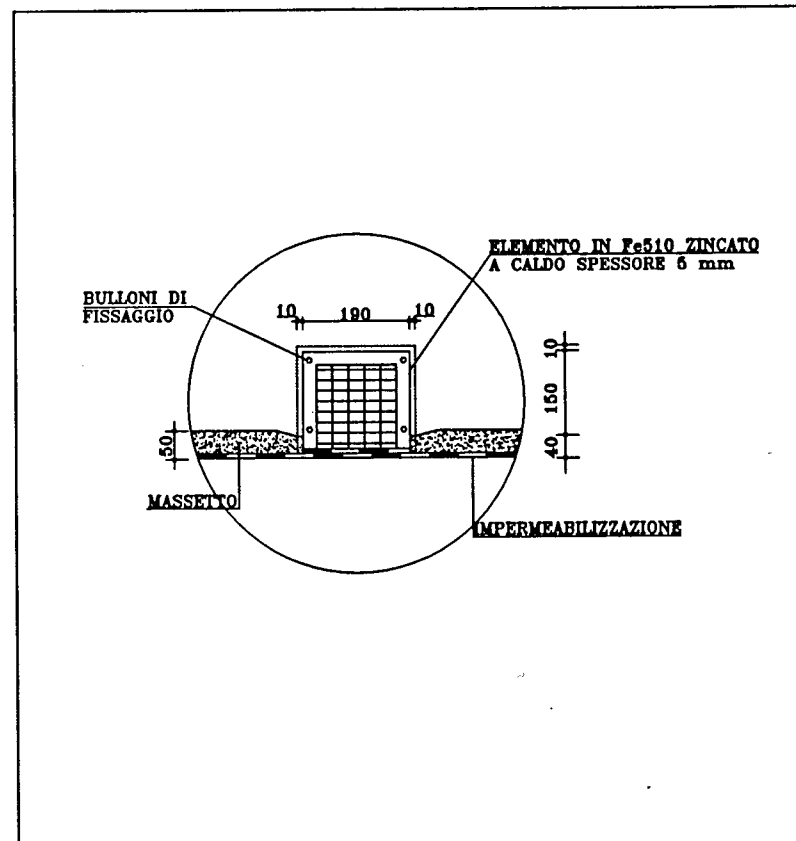
SEZIONE IN CORRISPONDENZA
TUBO SMALTIMENTO ACQUE

SCALA 1:5



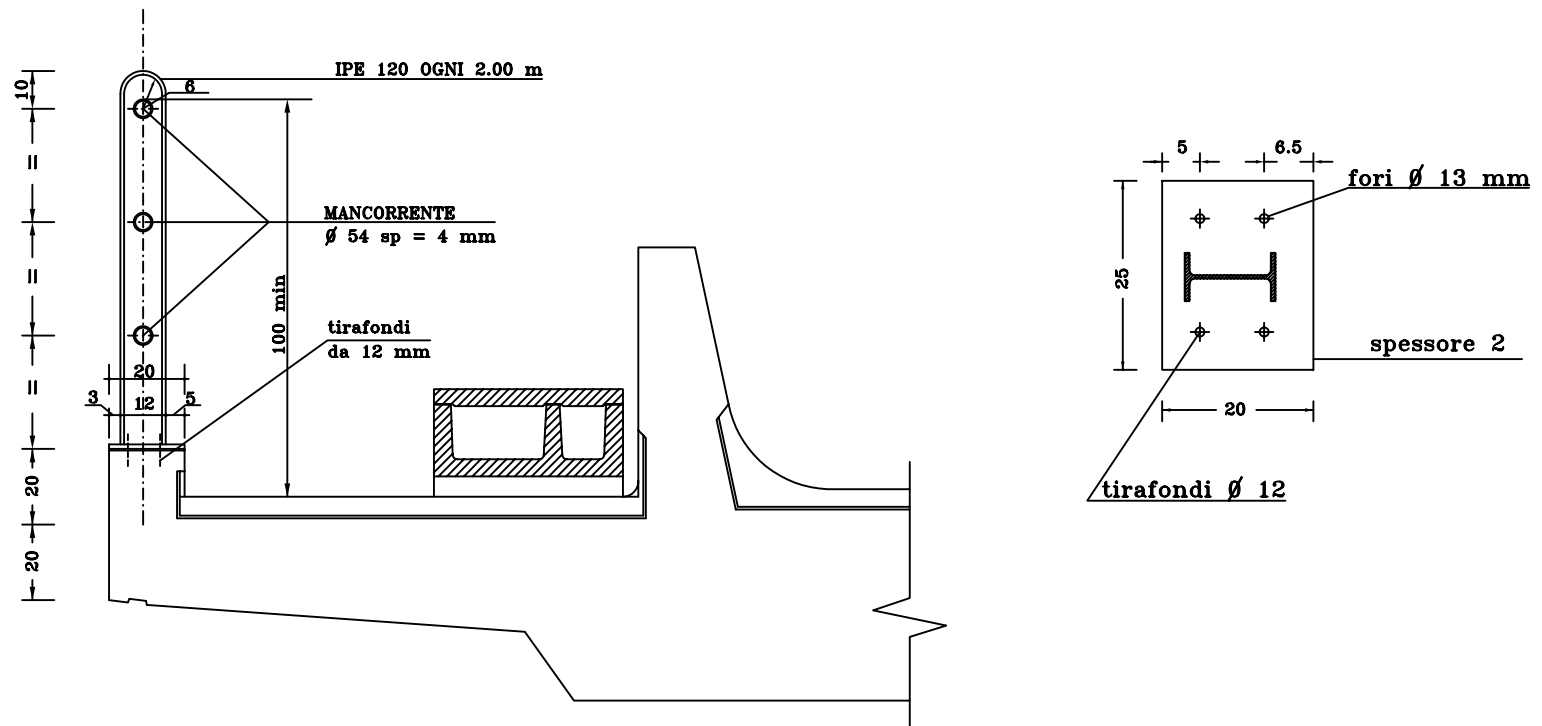
PARTICOLARE GRIGLIA DI
PROTEZIONE LATO BALLAST

SCALA 1:10

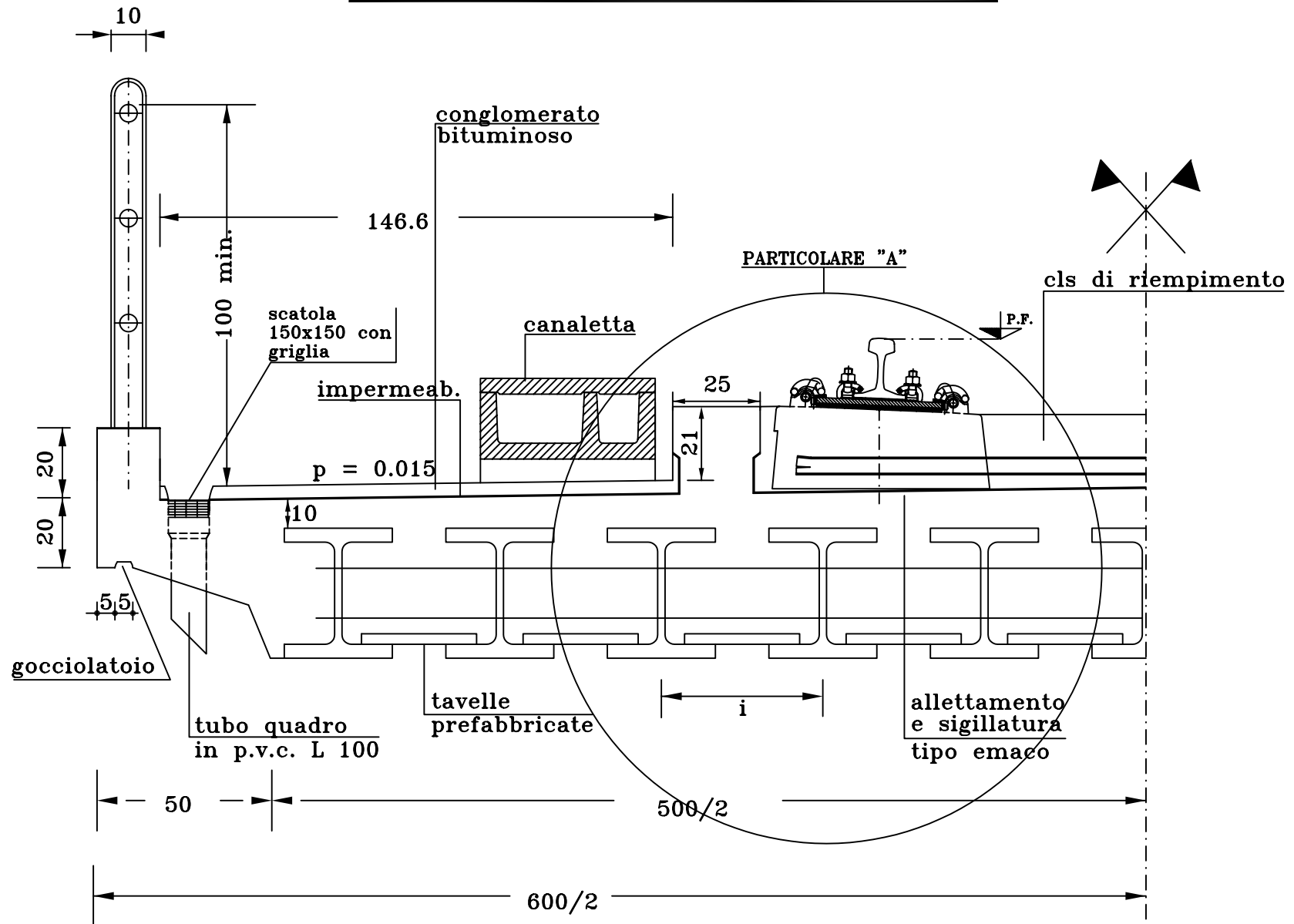


PARTICOLARE PARAPETTO

(i profili indicati possono essere sostituiti da altri equivalenti)

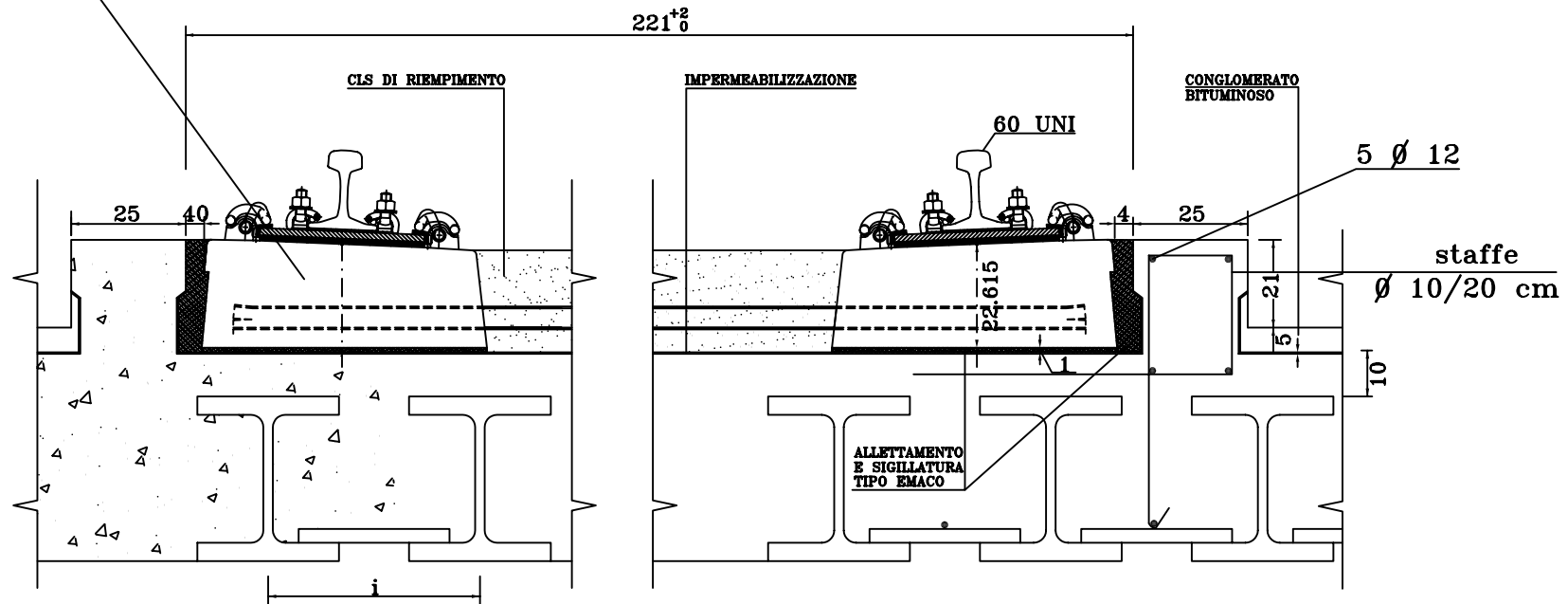


SEZIONE IMPALCATO A SEMPLICE BINARIO NELLA SOLUZIONE SENZA BALLAST



PARTICOLARE "A"

Disegno F.S.9077 particolare
traversa a due blocchi in c.a.
con doppio attacco elastico
marca 2B.60



- Per gli altri particolari d'armatura vedere la soluzione con il ballast.