

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA**

**U.O. INFRASTRUTTURE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale**

**NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA**

OPERE CIVILI

Opere D'Arte Minori – Sottovia e interferenze idrauliche – Tombini

IN14 – Tombino alla pk 0+379,23 – RAMO B

Relazione di calcolo opera esistente ai sensi del D.M. '96

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I A 5 F 0 1 D 7 8 C L I N 1 4 0 0 0 0 1 A


Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	E.SELLARI	07/2019	N.MANCUSO <i>N. Mancuso</i>	07/2019	F.GERNONE <i>F. Gernone</i>	07/2019	D. TIBERIO 07/2019 <i>D. Tiberio</i>

ITALFERR S.p.A.  
Gruppo Ferrovie dello Stato  
Direzione Infrastrutture Sud  
UO Infrastrutture Sud  
Dott. Ing. Daniele Tiberio  
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10996

File: IA5F01D78CLIN1400001A

n. Elab.:



	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale  <b>NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA</b>					
	<b>Relazione di calcolo opera esistente ai          sensi del D.M. '96</b>	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL IN1400 001	DOCUMENTO 	REV. A

INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA .....</b>	<b>6</b>
<b>3. TOMBINO ESISTENTE .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. VERIFICHE SECONDO LA NORMA ORIGINARIA .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1.2. GEOMETRIA .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1.3. MATERIALI .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.4. ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.5. COMBINAZIONI DI CARICO.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1.6. MODELLAZIONE ADOTTATA.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.7. CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.7.1. INVILUPPO TENSIONI AMMISSIBILI.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.7.2. INVILUPPO FESSURAZIONI.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.8. VERIFICHE .....</b>	<b>28</b>

	<b>Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b>					
	<b>NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA</b>					
<b>Relazione di calcolo opera esistente ai sensi del D.M. '96</b>	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL IN1400 001	DOCUMENTO 	REV. A	FOGLIO 4 DI 34

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione di calcolo sono condotte le verifiche, **ai sensi delle norme vigenti all'epoca della progettazione/costruzione**, relativamente ad un sottopasso esistente lungo la linea ferroviaria "Ferrandina-Matera La Martella", già realizzato con una struttura scatolare in c.a.. Lo scatolare in oggetto è situato alla progressiva 0+379,23 (progressiva storica 0+502,00).

In generale le verifiche dei manufatti esistenti sono svolte secondo i seguenti criteri:

- verifica del manufatto esistente in conformità alle norme vigenti all'epoca della progettazione/costruzione, che è oggetto della presente relazione: se la verifica risulta soddisfatta si procede ad un'analisi di vulnerabilità dell'opera effettuata ai sensi delle NTC 2018 agli SLV (punto b)); se la verifica non risulta soddisfatta si procede alla progettazione di un nuovo scatolare ai sensi delle NTC2018 (punto c));
- verifica del manufatto esistente in conformità al D.M. 17/01/2018 e alla Circolare 21/01/2019 n. 7 agli SLV: se la verifica risulta soddisfatta non si rendono necessari interventi sull'opera; se la verifica non risulta soddisfatta si procede alla progettazione di un nuovo scatolare in c.a. ai sensi delle NTC2018 (punto c));
- dimensionamento del manufatto ex-novo con stesse dimensioni nette interne, in conformità al D.M. 17/01/2018 e alla Circolare 21/01/2019 n. 7, da eseguirsi nei casi in cui le verifiche di cui ai punti a) oppure b) dessero esito negativo.

Si riportano di seguito una sezione longitudinale e una trasversale dello scatolare tipo, volte ad individuare le grandezze impiegate nelle verifiche e nel successivo dimensionamento.

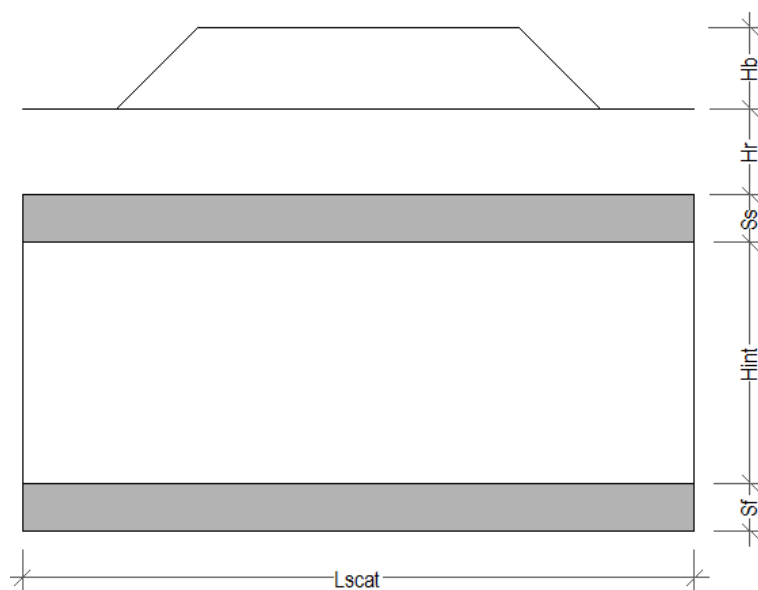


Figura 1. Sezione longitudinale dello scatolare

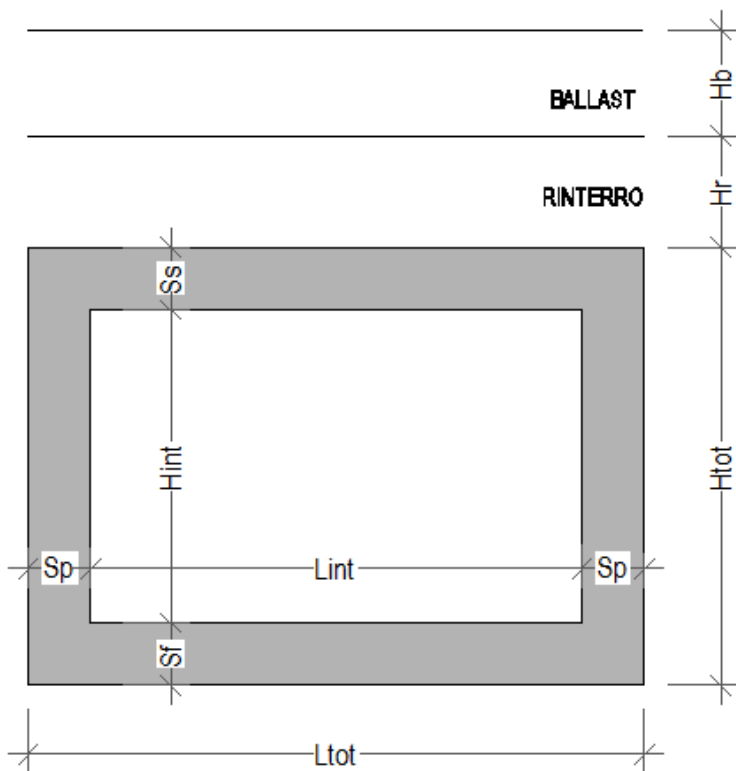


Figura 2. Sezione trasversale dello scatolare

	<b>Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b>					
	<b>NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA</b>					
<b>Relazione di calcolo opera esistente ai sensi del D.M. '96</b>	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL IN1400 001	DOCUMENTO 	REV. A	FOGLIO 6 DI 34

## 2. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

Il tombino esistente sottopassa la linea ferroviaria ad una distanza fra piano ferro ed estradosso soletta pari a 1.30 m, di cui spessore medio ballast più armamento pari a 0.80 m e la rimanente parte il rinterro. Esso ha dimensioni interne 5.00×2.25(h max) m, con piedritti, soletta superiore e soletta inferiore di spessore 60 cm. Nel seguito verrà esaminata una striscia di scatolare avente lunghezza di 1.00 m. Nella figura [Fig. 2] di cui al paragrafo precedente sono riportate schematicamente la geometria dell'opera e la simbologia adottata.

Le caratteristiche geometriche hanno la seguente simbologia:

Spessore medio del ballast + armamento	$H_b$	[m]
Spessore traversina + rotaie (35 cm)	$H_{tb}$	[m]
Larghezza traversina	$L_{tb}$	[m]
Spessore del rinterro	$H_r$	[m]
Larghezza totale del sottopasso	$L_{tot}$	[m]
Larghezza utile del sottopasso	$L_{int}$	[m]
Spessore della soletta	$S_s$	[m]
Spessore piedritti	$S_p$	[m]
Spessore fondazione	$S_f$	[m]
Altezza libera del sottopasso	$H_{int}$	[m]
Altezza totale del sottopasso	$H_{tot}$	[m]
Larghezza striscia di calcolo	$b$	[m]

	<b>Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b>					
	<b>NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA</b>					
<b>Relazione di calcolo opera esistente ai sensi del D.M. '96</b>	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL IN1400 001	DOCUMENTO	REV. A	FOGLIO 7 DI 34

### 3. TOMBINO ESISTENTE

#### 3.1. VERIFICHE SECONDO LA NORMA ORIGINARIA

Nel presente paragrafo si riportano i calcoli statici e sismici relativi allo scatolare esistente, di cui in premessa, eseguiti ripercorrendo quanto previsto dalla normativa vigente al momento della realizzazione. Le azioni sismiche sono state prese in considerazione in quanto il comune su cui ricade lo scatolare era già classificato come sismico all'epoca della realizzazione dello scatolare stesso.

##### 3.1.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Tutte le calcolazioni sono state eseguite nel rispetto delle normative vigenti al tempo della realizzazione dello scatolare. In particolare si è fatto riferimento:

- Legge 5 Novembre 1971, n. 1086 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- Circolare 14 Febbraio 1974 del Ministero dei Lavori Pubblici “Istruzioni per l'applicazione della legge 5 Novembre 1971, n. 1086”;
- Decreto Ministeriale del 12 Febbraio 1982 “Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”;
- Circolare 24 Maggio 1982 n. 22631 del Ministero dei Lavori Pubblici “Istruzioni relative ai carichi, ai sovraccarichi e ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni”;
- Decreto Ministeriale 1 Aprile 1983 “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche”;
- Istruzioni del Consiglio Nazionale delle Ricerche, CNR UNI 10012-67 “Ipotesi di carico sulle costruzioni”;
- Circolare n. 54 LC. 6/27215 in data 15 luglio 1945 del Servizio dei Lavori e Costruzioni delle Ferrovie e relative tabelle dei sovraccarichi;
- Decreto Ministeriale del 19/6/1984 “Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- Decreto Ministeriale del 21/1/1981 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- La circolare FS n. 44/b del 9/10/1982 “Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica”.

##### 3.1.2. GEOMETRIA

Larghezza utile	Lint	5,00 m	luce interna scatolare
Altezza libera	Hint	2,25 m	altezza interna scatolare
Spessore piedritti	Sp	0,60 m	
Spessore soletta	Ss	0,60 m	
Spessore fondazione	Sf	0,60 m	
Altezza ballast	Hb	0,80 m	
Rinterro (superiore)	Hr	0,50 m	
Lunghezza traversa	Ltb	2,30 m	
Altezza traversa	Htb	0,35 m	
Ricoprimento	Hric	1,30 m	Hb+Hr
Larghezza totale	Ltot	6,20 m	Lint+2xSPp
Altezza totale	Htot	3,45 m	Hint+SPs+SPf

### 3.1.3. MATERIALI

Per le opere in c.a. si adotta:

- un calcestruzzo C (20/25) le cui caratteristiche principali sono:

Resistenza cilindrica caratteristica:  $f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$

Resistenza cubica caratteristica:  $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$

- acciaio da cemento armato normale FeB 38K (controllato) ad aderenza migliorata:

tensione ammissibile:  $\sigma = 2200 \text{ Kg/cm}^2$

### 3.1.4. ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

#### Peso proprio della struttura (condizione DEAD)

Il peso proprio delle solette e dei piedritti viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il calcestruzzo  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ .

Peso specifico calcestruzzo armato	$\gamma_{ds}$	25 kN/m <sup>3</sup>	
peso singolo piedritto	Pp	15,00 kN/m	$\gamma_{cls} \times Sp$
peso soletta superiore	Pss	15,00 kN/m	$\gamma_{cls} \times Ss$
peso fondazione	Psf	15,00 kN/m	$\gamma_{cls} \times Sf$

#### Carichi permanenti portati (condizione PERM)



peso specifico ballast	$\gamma_b$	18	$\text{kN/m}^3$	
altezza ballast	$H_b$	0,80	m	
peso ballast	$P_b$	14,40	$\text{kN/m}$	$\gamma_b \times H_b$
peso specifico rinterro	$\gamma_r$	19	$\text{kN/m}^3$	
altezza rinterro	$H_r$	0,50	m	
peso rinterro	$P_r$	9,50	$\text{kN/m}$	$\gamma_r \times H_r$
Permanente totale	$G_{2p}$	23,90	$\text{kN/m}$	$P_b + P_r$
Permanente nodi 1 e 2	$G_{2P}$	7,17	kN	$G_{2p} \times S_p / 2$

I carichi concentrati nei nodi 1 e 2 (i nodi tra la soletta superiore e i piedritti), rappresentano il carico permanente sulla soletta di copertura dovuto al peso della zona sovrastante la metà dello spessore del piedritto (la modellazione dello scatolare è stata fatta in asse piedritto).

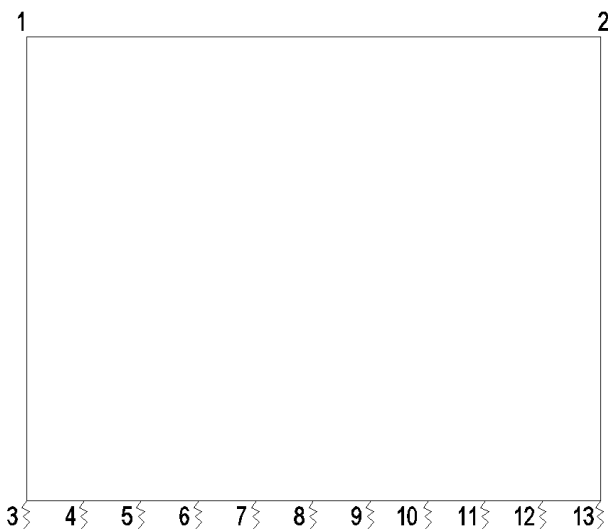


Figura 3. Numerazione dei nodi nel modello strutturale.

### Spinta del terreno (condizioni SPTSX e SPTDX)

Le caratteristiche del rinterro, di seguito riportate, sono state determinate con indagini in sito SPT:

$\phi = 38^\circ$                       angolo di attrito

$\gamma_r = 19 \text{ kN/m}^3$             peso specifico rinterro

$C_u = 0$                         coesione non drenata

angolo di attrito rinterro		38 [°]	0,663 [rad]
coefficiente spinta attiva $k_a$		0,238	$(1 - \sin\phi) / (1 + \sin\phi)$
coefficiente spinta riposo $k_o$		0,384	$(1 - \sin\phi)$
coefficiente spinta passiva $k_p$		4,204	$(1 + \sin\phi) / (1 - \sin\phi)$
Pressione estradosso soletta superiore	P1	31,09 kN/m <sup>2</sup>	$k_o \times (P_b + P_r)$
Pressione asse soletta superiore	P2	32,37 kN/m <sup>2</sup>	$k_o \times (P_b + P_r + \gamma_r \times S_s / 2)$
Pressione asse soletta inferiore	P3	49,53 kN/m <sup>2</sup>	$k_o \times [P_b + P_r + \gamma_r \times (S_s + H_{int} + S_f / 2)]$
Pressione intradosso soletta inferiore	P4	50,81 kN/m <sup>2</sup>	$k_o \times (P_b + P_r + \gamma_r \times H_{tot})$
Forza concentrata asse soletta superiore	F1	5,55 kN/m	$(P1 + P2) / 2 \times S_s / 2$
Forza concentrata asse soletta inferiore	F2	8,78 kN/m	$(P3 + P4) / 2 \times S_f / 2$

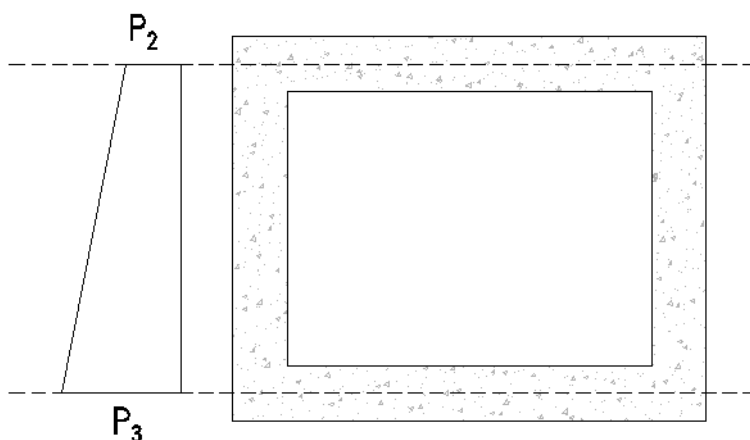


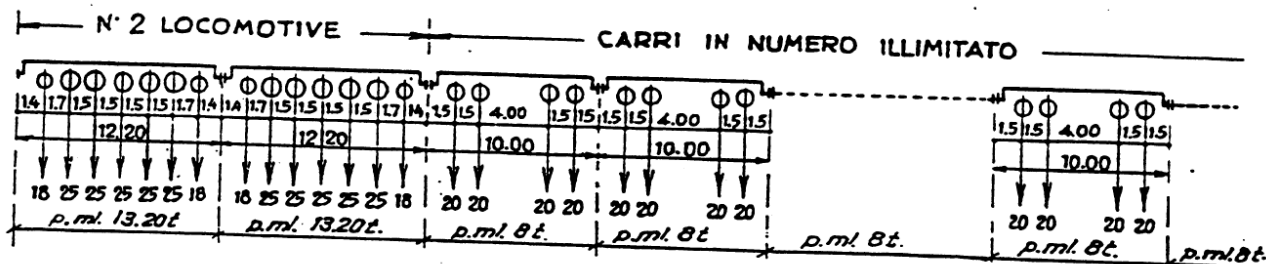
Figura 4. Spinte del terreno

I carichi concentrati nei nodi 1 e 3 (per la SPTSX) oppure 2 e 13 (per la SPTDX) rappresentano la parte di spinta del terreno esercitata su 1/2 spessore della soletta sup. e su 1/2 spessore della soletta inferiore.

### Carichi accidentali, ripartizione carichi verticali (condizione ACCM)

I carichi ferroviari sono stati desunti in conformità alla Circolare n. 54/1945 delle Ferrovie dello Stato.

### TRENO TIPO A



### TRENO TIPO B

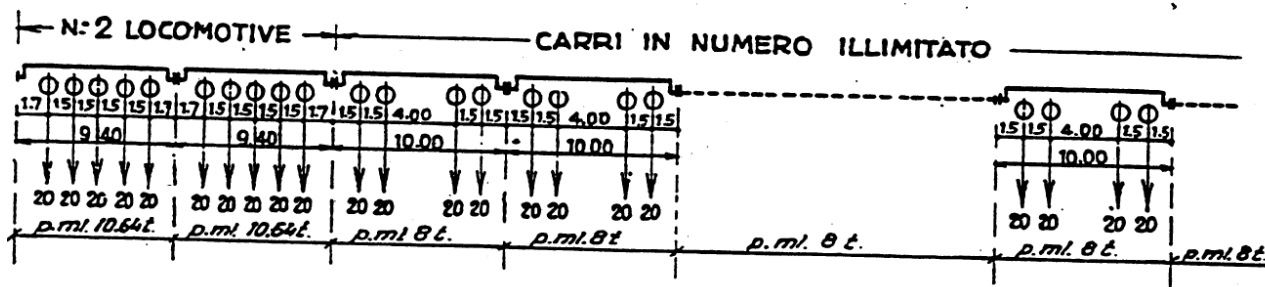


Figura 5. Schemi treni Tipo 1945 A e B

Si riportano di seguito una schematizzazione della diffusione dei carichi ferroviari rispettivamente attraverso ballast, rinterro e soletta.

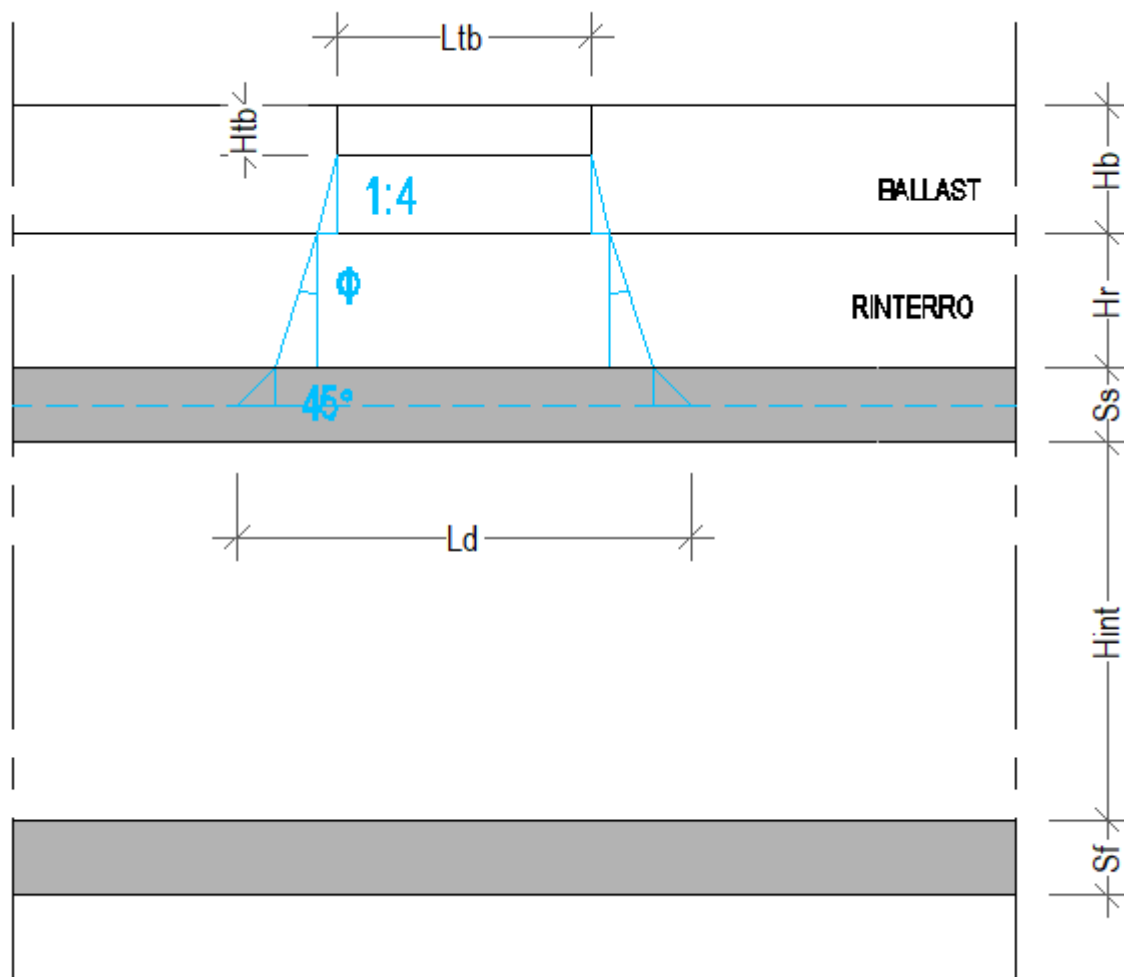


Figura 6. Schema modalità di diffusione dei carichi ferroviari

Larghezza di diffusione nel ballast	Ldb	0,23 m	Diffusione 1:4 nel ballast
Larghezza di diffusione nel rinterro	Ldr	0,78 m	Diffusione secondo angolo attrito
Larghezza di diffusione nel cls	Ldc	0,60 m	Diffusione 45° nel cls
Larghezza trasv. di diffusione del carico	Ld	<b>3,91 m</b>	$Ltb + Ldb + Ldr + Ldc$
Tipo treno carico secondo normativa		<b>Tipo A</b>	* Circolare n.54/1945
Carico distribuito per treno carico	q1	<b>132,00</b> kN/m	* Circolare n.54/1945
Carico distribuito dopo diffusione	Pq1*	<b>33,79</b> kN/m <sup>2</sup>	$q1 / Ld$
Totale carico permanente	S	38,90 kN/m <sup>2</sup>	$Pss + G2p$
Sovraccarico treno di carico	P	33,79 kN/m <sup>2</sup>	$Pq1^*$
Incremento dinamico	i	<b>1,33</b>	$1 + 0.4 / (1 + 0.2 \times L) + 0.6 / (1 + 4 \times P / S)$
Carico distribuito dinamizzato	Pq1	<b>45,08</b> kN/m <sup>2</sup>	$q1 \times i / Ld$

### Spinta sui piedritti prodotta dal sovraccarico (condizioni SPACCSX e SPACCDX)

Carico distribuito per treno di carico	Sq1	12,99	kN/m <sup>2</sup>	$(q1 / Ld) \times K0$
Spinta semispessore soletta superiore	Fq1sup	3,90	kN/m	$Sq1 \times Ss / 2$
spinta semispessore soletta inferiore	Fq1inf	3,90	kN/m	$Sq1 \times Sf / 2$

\* Spinte alle quali applicare fattore moltiplicativo % in fase sismica

### Frenatura e avviamento (condizione AVV)

La forza di frenatura ferroviari è assunta pari ad 1/5 del sovraccarico.

Avviamento e frenatura	qAv	9,02	kN/m	$Pq1 / 5$
------------------------	-----	------	------	-----------

### Azioni termiche (condizione TERM)

Variazione termica uniforme	$\Delta T_{unif}$	+15,00	[°]	Sulla soletta superiore
Variazione termica differenziale	$\Delta T_{diff}$	+5,00	[°]	Sulla soletta superiore
Gradiente		+8,33	[°/m]	$\Delta T_{diff} / Ss$

### Ritiro igrometrico (condizione RITIRO)

Variazione termica uniforme equivalente	$\Delta T_{ritiro}$	-10,89	[°]	Sulla soletta superiore
---	---------------------	--------	-----	-------------------------

### Azioni sismiche

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza un'analisi statica che consiste nel simulare le azioni sismiche con forze statiche proporzionali ai pesi  $W_i$ : il coefficiente di proporzionalità (coefficiente sismico) per azioni sismiche orizzontali si indica con  $k_{hi}$ . La forza orizzontale  $F_i$  alla generica quota, secondo una prefissata direzione, si ottiene dalla relazione:

$$F_i = k_{hi} \cdot W_i$$

dove  $k_{hi} = C \cdot R \cdot \varepsilon \cdot \beta \cdot I$  e  $W_i = G_i + s \cdot Q_i$

Il coefficiente di intensità sismica  $C$  è funzione del grado di sismicità del luogo, nello specifico in questo caso si ha  $S=9$  in quanto lo scatolare ricade nel comune di Ferrandina che è stato dichiarato sismico con D.M. 7 marzo 1981; il coefficiente di risposta  $R$  si assume pari ad 1; il coefficiente di fondazione  $\varepsilon$  si assume pari ad 1; il coefficiente di struttura  $b$  si assume pari ad 1; il coefficiente di protezione sismica  $I$  si assume pari ad 1.

**Parametri sismici**

Grado di sismicità	S	9	
Coefficiente di intensità sismica	C	0,07	$(S-2)/100$
Coefficiente di risposta	R	1,0	
Coefficiente di fondazione	$\varepsilon$	1,0	
Coefficiente di struttura	$\beta$	1,0	
Coefficiente di protezione sismica	I	1,0	
Coefficiente sismico	$K_h$	0,07	$C \times R \times \varepsilon \times \beta \times I$

**Forze di inerzia (condizione SismaH)**

Forza di inerzia treno di carico - (%)	%	20%	
Forza orizzontale sulla soletta di copertura	$F^h$	3,35 kN/m	$(P_{ss}+P_b+P_r+\%P_{q1}) \times k_b$
Forza orizzontale su singolo piedritto	$F''^h$	1,05 kN/m	$P_p \times k_b$

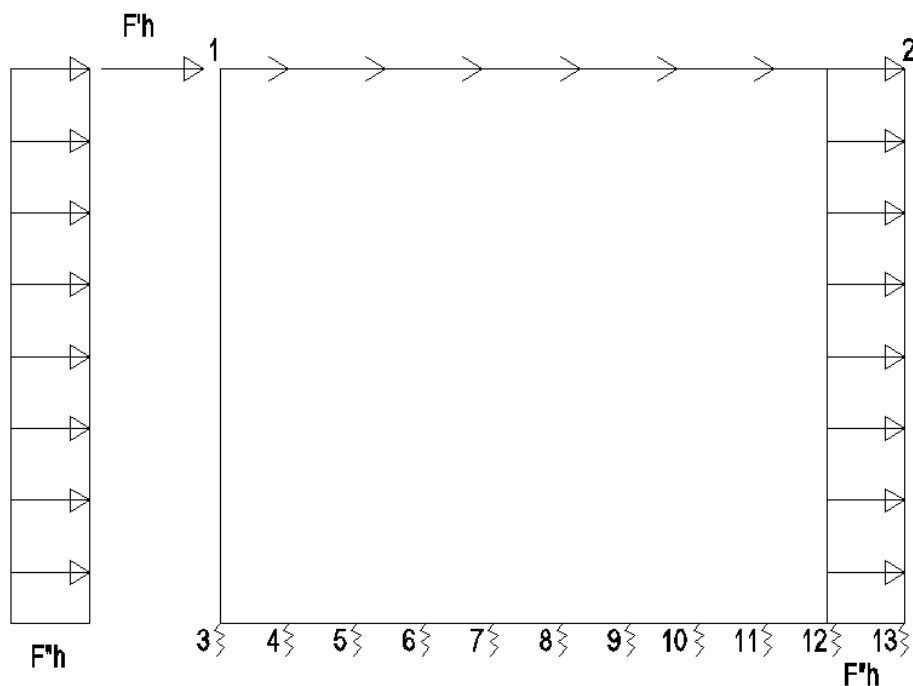


Figura 7. Forze sismiche agenti sulla struttura

### Spinta sismica terreno - (condizioni SPSDX e SPSSX)

Angolo tra superficie terreno e orizzontale	eps	0,0 [°]	
Angolo tra intradosso muro e verticale	beta	0,0 [°]	
Angolo di attrito rinterro	Ø'	38,0 [°]	
Rapp. angoli attrito: δ(muro-rinterro) / Φ'	cfδ	0,0	δ / Ø'
Angolo incremento sismico	θ	4,0 [°]	arctg(C)
Coeff. di spinta sismico (Mononobe Okabe)	ka'	0,274	ka' = ka [eps + θ; β + θ; Φ'; cfδ; C]
Forza di inerzia treno di carico - (%)	%	20%	
Pressione estradosso soletta sup. comb.sismica	P1s	7,29 kN/m <sup>2</sup>	ka × (Pb + Pr + % × Pq1*)
Pressione intradosso soletta inf. comb.sismica	P4s	22,89 kN/m <sup>2</sup>	ka × (Pb + Pr + % × Pq1* + γr × Htot)
Pressione estradosso soletta sup. fase sismica	P1's	8,40 kN/m <sup>2</sup>	ka' × (Pb + Pr + % × Pq1*)
Pressione intradosso soletta inf. fase sismica	P4's	26,37 kN/m <sup>2</sup>	ka' × (Pb + Pr + % × Pq1* + γr × Htot)
Spinta orizzontale combinazione sismica	F	52,06 kN/m	(P1s + P4s) / 2 × Htot
Spinta orizzontale fase sismica	F'	59,99 kN/m	(P1's + P4's) / 2 × Htot
Coefficiente moltiplicativo spinta fase sismica	A	0,998	cos <sup>2</sup> (β + θ) / (cos <sup>2</sup> (β) × cos(θ))
Spinta orizzontale fase sismica	Fs	59,84 kN/m	A × F'
Incremento sismico spinta	ΔF	7,78 kN/m	Fs - F
Incremento distrib. estradosso soletta superiore	ΔP1	4,51 kN/m <sup>2</sup>	ΔF × 2 / Htot
Incremento distrib. asse soletta superiore	ΔP2	4,12 kN/m <sup>2</sup>	ΔP1 / Htot × (Sf + Hint + Ss / 2)
Incremento distrib. asse soletta inferiore	ΔP3	0,39 kN/m <sup>2</sup>	ΔP1 / Htot × (Sf / 2)
Incremento distrib. intradosso soletta inferiore	ΔP4	0,00 kN/m <sup>2</sup>	
Incremento concentrato asse soletta superiore	ΔF1	1,29 kN/m	(ΔP1 + ΔP2) / 2 × Ss / 3
Incremento concentrato asse soletta inferiore	ΔF2	0,06 kN/m	(ΔP4 + ΔP3) / 2 × Sf / 2

### 3.1.5. COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

Peso proprio	DEAD
Carichi permanenti	PERM
Spinta del terreno sulla parete sinistra	SPTSX
Spinta del terreno sulla parete destra	SPTDX
Carico Accidentale TIPO A	ACCM
Spinta del carico acc. (TIPO A)Sulla parete	SPACCSX
Spinta del carico acc. (TIPO A)Sulla parete	SPACCDX
Avviamento e frenatura	AVV
Variazione termica sulla soletta superiore	ENV_TERM
Ritiro	RITIRO
Azione sismica orizzontale	Sisma H
Incremento sismico della spinta sul terreno	SPSDX/SX

La 4 condizioni di carico:

$\Delta T_{\text{uniforme}} = \pm 15^\circ$

$\Delta T_{\text{differenziale}} = \pm 5^\circ$

e le loro 4 combinazioni sono state preventivamente involuppate nella condizione ENV\_TERM, la quale viene impiegata nelle successive combinazioni di carico per massimizzare gli effetti termici.

Si analizzano le combinazioni di carico impiegate:

	TA01	TA02	TA03	TA04	TA05	TA06	TA07	TA08	TASISMA
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTSX	1	1	1	1	+0,6	+0,6	1	1	0
SPTDX	1	1	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	0
ACCM	1	1	1	1	1	1	+0,8	+0,8	0
SPACCSX	1	1	1	1	1	1	+0,8	+0,8	0
SPACCDX	1	1	0	0	0	0	0	0	0
AVV	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2
ENV_TERM	+0,6	-0,6	+0,6	-0,6	+0,6	-0,6	+0,6	-0,6	0,5
RITIRO	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Sisma H	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SPSDX	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SPSSX	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Le combinazioni di carico TA01, TA02, TA03, TA04, TA05 e TA06 sono riferite alle verifiche tensionali alle Tensioni Ammissibili. Le combinazioni dei carico TA07 e TA08 sono riferite alle verifiche di fessurazione. La combinazione TASISMA è riferita alle verifiche in fase sismica.



### 3.1.6. MODELLAZIONE ADOTTATA

Il modello di calcolo attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello di telaio chiuso su letto di molle alla Winkler. Il programma di calcolo utilizzato è un programma ad elementi finiti, il Sap 2000.

Le caratteristiche delle aste modellate con elementi frame sono le seguenti:

Asta 1 = Sezione 100 x 60 cmq (soletta superiore)

Aste 2,3 = Sezione 100 x 60 cmq (piedritti)

Aste 4,5 = Sezione 100 x 60 cmq (soletta inferiore)

L'opera è stata considerata vincolata alla base mediante dei vincoli cedevoli in funzione delle caratteristiche elastiche del terreno di sottofondo.

La soletta inferiore viene divisa in 10 elementi per poter schematizzare, tramite le molle applicate, l'interazione terreno-struttura. Per la rigidità delle molle, nel caso in esame, si assume il valore del Modulo di reazione verticale desunto dalla relazione geotecnica:

$$K_s = 10000 \text{ kN/m}^3$$

#### Rigidità molle nodali SAP

ks		10000 kN/m <sup>3</sup>
nodi centrali (6,7,8,9,10)		
Linfl		0,560 m
Kcentrale	ks x Linfl x 1	5600 kN/m
nodi intermedi (4,5,11,12)		
Linfl		0,560 m
Kintermedio	1,5 x ks x Linfl x 1	8400 kN/m
nodi estremità (3,13)		
Linfl		0,580 m
Kestremità	2,0 x ks x Linfl x 1	11600 kN/m

#### Nodi

N.nodi	13
N.nodi sup	2
N.nodi inf	11
N.spazi inf	10
Linterasse	5,60 m
Hinterasse	2,85 m

Nodo	X	Z
1	0,000	2,850
2	5,600	2,850
3	0,000	0,000
4	0,560	0,000
5	1,120	0,000
6	1,680	0,000
7	2,240	0,000
8	2,800	0,000
9	3,360	0,000
10	3,920	0,000
11	4,480	0,000
12	5,040	0,000
13	5,600	0,000

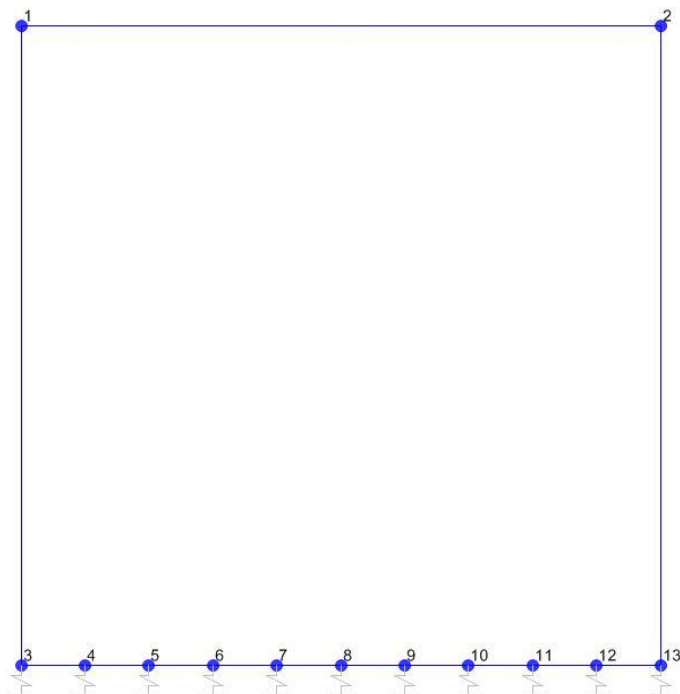


Figura 8. Numerazione nodi modello SAP

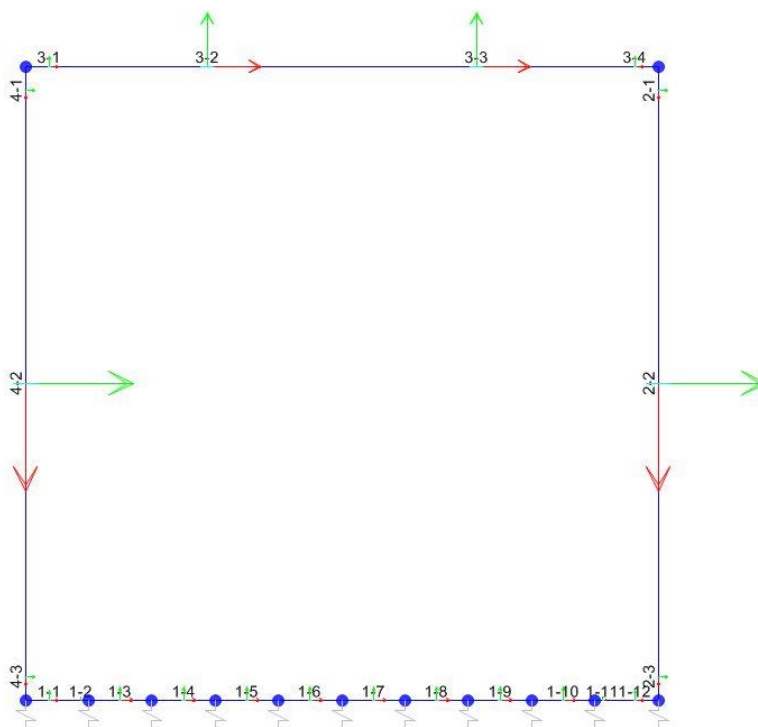


Figura 9: Individuazione elementi modello SAP

### 3.1.7. CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI

#### 3.1.7.1. *Involuppo Tensioni Ammissibili*

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	M3
1	0,3	ENV_TA	Combination	Max	0,0	201,2	175,5
1	0,56	ENV_TA	Combination	Max	0,0	205,1	122,7
1	0,56	ENV_TA	Combination	Max	0,0	153,0	122,7
1	0,84	ENV_TA	Combination	Max	0,0	157,2	79,3
1	1,12	ENV_TA	Combination	Max	0,0	161,4	34,7
1	1,12	ENV_TA	Combination	Max	0,0	106,7	34,7
1	1,4	ENV_TA	Combination	Max	0,0	110,9	9,3
1	1,68	ENV_TA	Combination	Max	0,0	115,1	-0,3
1	1,68	ENV_TA	Combination	Max	0,0	77,0	-0,3
1	1,96	ENV_TA	Combination	Max	0,0	81,2	-7,6
1	2,24	ENV_TA	Combination	Max	0,0	85,4	-15,0
1	2,24	ENV_TA	Combination	Max	0,0	45,6	-15,0
1	2,52	ENV_TA	Combination	Max	0,0	49,8	-20,0
1	2,8	ENV_TA	Combination	Max	0,0	54,0	-24,9
1	2,8	ENV_TA	Combination	Max	0,0	12,7	-24,9
1	3,08	ENV_TA	Combination	Max	0,0	16,9	-27,2
1	3,36	ENV_TA	Combination	Max	0,0	21,1	-29,5
1	3,36	ENV_TA	Combination	Max	0,0	-1,2	-29,5
1	3,64	ENV_TA	Combination	Max	0,0	-1,2	-28,9
1	3,92	ENV_TA	Combination	Max	0,0	-1,2	-28,4
1	3,92	ENV_TA	Combination	Max	0,0	-12,2	-28,4
1	4,2	ENV_TA	Combination	Max	0,0	-12,2	-24,6
1	4,48	ENV_TA	Combination	Max	0,0	-12,2	-20,8
1	4,48	ENV_TA	Combination	Max	0,0	-30,6	-20,8
1	4,76	ENV_TA	Combination	Max	0,0	-30,6	-4,8
1	5,04	ENV_TA	Combination	Max	0,0	-30,6	31,4
1	5,04	ENV_TA	Combination	Max	0,0	-51,2	31,4
1	5,3	ENV_TA	Combination	Max	0,0	-51,2	83,1
1	0,3	ENV_TA	Combination	Min	0,0	52,9	26,8
1	0,56	ENV_TA	Combination	Min	0,0	52,9	13,0
1	0,56	ENV_TA	Combination	Min	0,0	43,3	13,0
1	0,84	ENV_TA	Combination	Min	0,0	43,3	0,9
1	1,12	ENV_TA	Combination	Min	0,0	43,3	-20,8
1	1,12	ENV_TA	Combination	Min	0,0	32,9	-20,8
1	1,4	ENV_TA	Combination	Min	0,0	32,9	-47,6
1	1,68	ENV_TA	Combination	Min	0,0	32,9	-75,5
1	1,68	ENV_TA	Combination	Min	0,0	25,5	-75,5
1	1,96	ENV_TA	Combination	Min	0,0	25,5	-93,6
1	2,24	ENV_TA	Combination	Min	0,0	25,5	-112,8

1	2,24	ENV_TA	Combination	Min	0,0	17,4	-112,8
1	2,52	ENV_TA	Combination	Min	0,0	17,4	-123,3
1	2,8	ENV_TA	Combination	Min	0,0	17,4	-136,3
1	2,8	ENV_TA	Combination	Min	0,0	-2,1	-136,3
1	3,08	ENV_TA	Combination	Min	0,0	2,1	-139,3
1	3,36	ENV_TA	Combination	Min	0,0	6,3	-144,7
1	3,36	ENV_TA	Combination	Min	0,0	-36,9	-144,7
1	3,64	ENV_TA	Combination	Min	0,0	-32,7	-139,0
1	3,92	ENV_TA	Combination	Min	0,0	-28,5	-134,6
1	3,92	ENV_TA	Combination	Min	0,0	-73,4	-134,6
1	4,2	ENV_TA	Combination	Min	0,0	-69,2	-118,4
1	4,48	ENV_TA	Combination	Min	0,0	-65,0	-103,3
1	4,48	ENV_TA	Combination	Min	0,0	-135,5	-103,3
1	4,76	ENV_TA	Combination	Min	0,0	-131,3	-68,7
1	5,04	ENV_TA	Combination	Min	0,0	-127,1	-35,3
1	5,04	ENV_TA	Combination	Min	0,0	-200,8	-35,3
1	5,3	ENV_TA	Combination	Min	0,0	-196,9	-20,4
2	0,3	ENV_TA	Combination	Max	-83,1	-3,7	-39,4
2	1,425	ENV_TA	Combination	Max	-83,1	-4,9	-34,0
2	2,55	ENV_TA	Combination	Max	-83,1	38,5	-6,5
2	0,3	ENV_TA	Combination	Min	-267,6	-78,6	-218,2
2	1,425	ENV_TA	Combination	Min	-284,4	-60,3	-144,3
2	2,55	ENV_TA	Combination	Min	-301,3	-42,9	-127,9
3	0,3	ENV_TA	Combination	Max	25,2	-50,8	26,3
3	0,8	ENV_TA	Combination	Max	22,6	-38,8	93,5
3	1,3	ENV_TA	Combination	Max	20,1	-26,9	156,6
3	1,8	ENV_TA	Combination	Max	17,5	-14,9	198,7
3	2,3	ENV_TA	Combination	Max	14,9	-3,0	219,8
3	2,8	ENV_TA	Combination	Max	12,3	20,8	220,9
3	3,3	ENV_TA	Combination	Max	9,8	62,8	201,2
3	3,8	ENV_TA	Combination	Max	7,2	104,7	162,1
3	4,3	ENV_TA	Combination	Max	4,6	146,7	102,9
3	4,8	ENV_TA	Combination	Max	2,0	188,7	22,7
3	5,3	ENV_TA	Combination	Max	-0,6	230,7	-18,7
3	0,3	ENV_TA	Combination	Min	-45,4	-196,5	-84,1
3	0,8	ENV_TA	Combination	Min	-49,9	-154,5	-12,0
3	1,3	ENV_TA	Combination	Min	-54,4	-112,5	4,4
3	1,8	ENV_TA	Combination	Min	-58,9	-70,5	14,8
3	2,3	ENV_TA	Combination	Min	-63,4	-28,5	19,3
3	2,8	ENV_TA	Combination	Min	-67,9	9,0	17,8



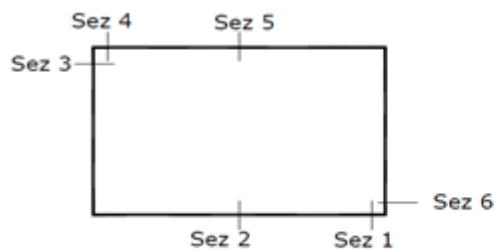
Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di  
Matera con la rete ferroviaria nazionale

**NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA**

**Relazione di calcolo opera esistente ai  
sensi del D.M. '96**

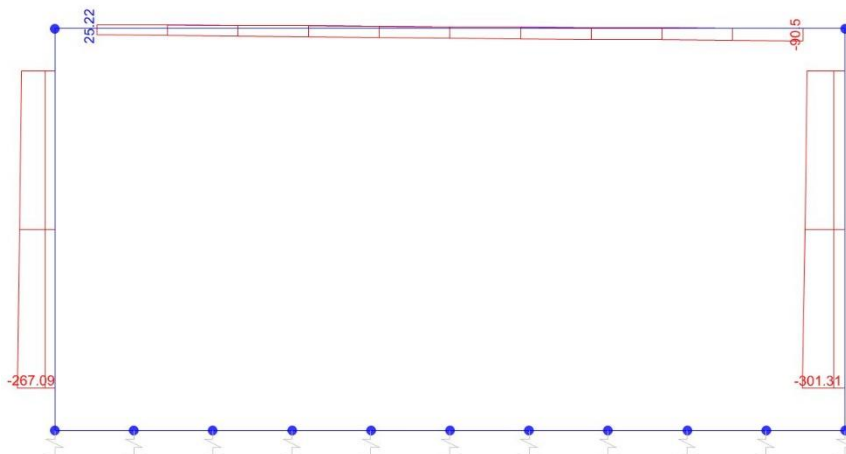
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 CL	IN1400 001	A	21 DI 34

3	3,3 ENV_TA	Combination	Min	-72,5	20,9	10,3
3	3,8 ENV_TA	Combination	Min	-77,0	32,9	-3,2
3	4,3 ENV_TA	Combination	Min	-81,5	44,8	-22,6
3	4,8 ENV_TA	Combination	Min	-86,0	56,8	-62,4
3	5,3 ENV_TA	Combination	Min	-90,5	68,7	-167,3
4	0,3 ENV_TA	Combination	Max	-65,1	28,1	137,3
4	1,425 ENV_TA	Combination	Max	-65,1	2,8	132,1
4	2,55 ENV_TA	Combination	Max	-65,1	1,6	201,5
4	0,3 ENV_TA	Combination	Min	-233,4	-30,6	-1,5
4	1,425 ENV_TA	Combination	Min	-250,2	-62,1	30,6
4	2,55 ENV_TA	Combination	Min	-267,1	-105,9	43,1

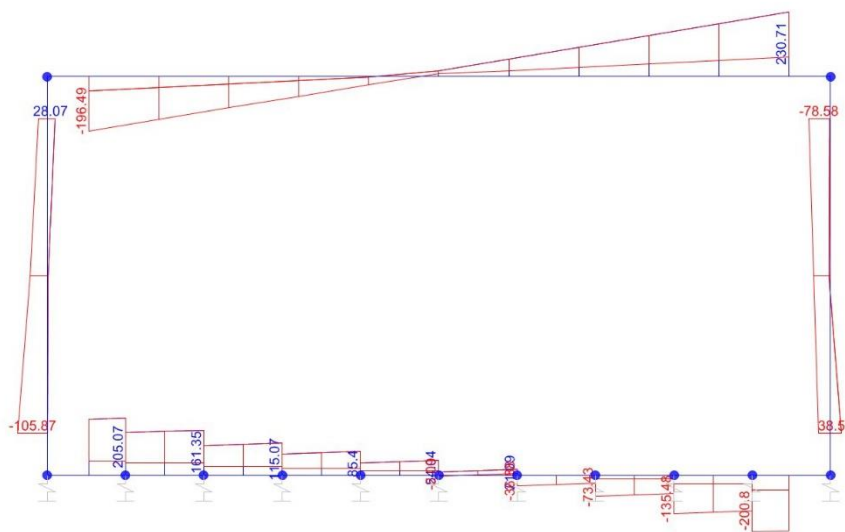


SEZIONE	P	V2	M3
01	0,0	205,1	175,5
02	0,0	0,0	144,7
03	-83,1	78,6	218,2
04	0,0	230,7	167,3
05	0,0	0,0	220,9
06	-65,1	105,9	201,5

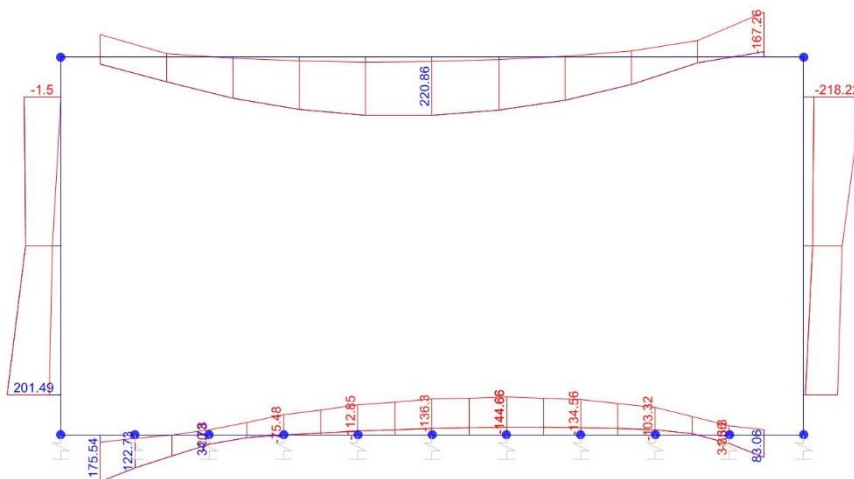
Diagrammi di involuppo delle sollecitazioni: ENVELOPE TA



Sforzo normale



Taglio



*Momento Flettente*

I valori V e M dei diagrammi corrispondono a quelli riportati nella tabella, mentre il valore dello sforzo normale P nei diagrammi (valore massimo) differisce da quello di verifica della tabella, pari a quello di compressione minimo.

3.1.7.2. *Inviluppo Fessurazioni*

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	M3
1	0,3	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	181,9	154,7
1	0,56	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	185,8	106,9
1	0,56	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	136,2	106,9
1	0,84	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	140,4	68,1
1	1,12	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	144,6	28,2
1	1,12	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	93,0	28,2
1	1,4	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	97,2	1,6
1	1,68	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	101,4	-26,2
1	1,68	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	65,8	-26,2
1	1,96	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	70,0	-45,2
1	2,24	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	74,2	-65,4
1	2,24	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	37,2	-65,4
1	2,52	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	41,4	-76,4
1	2,8	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	45,6	-88,6
1	2,8	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	7,4	-88,6
1	3,08	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	11,6	-91,1
1	3,36	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	15,8	-94,8
1	3,36	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	-24,0	-94,8
1	3,64	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	-19,8	-88,4
1	3,92	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	-15,6	-83,2
1	3,92	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	-57,7	-83,2
1	4,2	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	-53,5	-67,2
1	4,48	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	-49,3	-52,4
1	4,48	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	-116,6	-52,4
1	4,76	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	-112,4	-19,8
1	5,04	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	-108,2	11,6
1	5,04	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	-180,0	11,6
1	5,3	ENV_FESS	Combination	Max	0,0	-176,1	58,3
1	0,3	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	180,4	117,2
1	0,56	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	184,3	69,8
1	0,56	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	134,4	69,8
1	0,84	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	138,6	31,6
1	1,12	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	142,8	-7,8
1	1,12	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	91,5	-7,8
1	1,4	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	95,7	-34,0
1	1,68	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	99,9	-61,4
1	1,68	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	64,8	-61,4
1	1,96	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	69,0	-80,2
1	2,24	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	73,2	-100,1



1	2,24	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	36,8	-100,1
1	2,52	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	41,0	-111,0
1	2,8	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	45,2	-123,0
1	2,8	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	7,0	-123,0
1	3,08	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	11,2	-125,7
1	3,36	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	15,4	-129,5
1	3,36	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	-25,0	-129,5
1	3,64	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	-20,8	-123,4
1	3,92	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	-16,6	-118,4
1	3,92	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	-59,2	-118,4
1	4,2	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	-55,0	-102,8
1	4,48	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	-50,8	-88,4
1	4,48	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	-118,4	-88,4
1	4,76	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	-114,2	-56,4
1	5,04	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	-110,0	-25,5
1	5,04	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	-181,5	-25,5
1	5,3	ENV_FESS	Combination	Min	0,0	-177,6	20,8
2	0,3	ENV_FESS	Combination	Max	-238,9	-23,4	-132,0
2	1,425	ENV_FESS	Combination	Max	-255,8	-11,5	-111,2
2	2,55	ENV_FESS	Combination	Max	-272,7	6,0	-82,0
2	0,3	ENV_FESS	Combination	Min	-238,9	-62,3	-193,1
2	1,425	ENV_FESS	Combination	Min	-255,8	-50,3	-129,9
2	2,55	ENV_FESS	Combination	Min	-272,7	-32,8	-108,2
3	0,3	ENV_FESS	Combination	Max	20,3	-170,0	12,4
3	0,8	ENV_FESS	Combination	Max	15,8	-132,5	88,0
3	1,3	ENV_FESS	Combination	Max	11,3	-95,1	144,9
3	1,8	ENV_FESS	Combination	Max	6,8	-57,6	183,1
3	2,3	ENV_FESS	Combination	Max	2,3	-20,1	202,5
3	2,8	ENV_FESS	Combination	Max	-2,2	17,4	203,2
3	3,3	ENV_FESS	Combination	Max	-6,8	54,9	185,1
3	3,8	ENV_FESS	Combination	Max	-11,3	92,3	148,3
3	4,3	ENV_FESS	Combination	Max	-15,8	129,8	92,8
3	4,8	ENV_FESS	Combination	Max	-20,3	167,3	18,5
3	5,3	ENV_FESS	Combination	Max	-24,8	204,8	-74,5
3	0,3	ENV_FESS	Combination	Min	-18,5	-170,0	-60,4
3	0,8	ENV_FESS	Combination	Min	-23,0	-132,5	15,2
3	1,3	ENV_FESS	Combination	Min	-27,6	-95,1	72,1
3	1,8	ENV_FESS	Combination	Min	-32,1	-57,6	110,3
3	2,3	ENV_FESS	Combination	Min	-36,6	-20,1	129,7
3	2,8	ENV_FESS	Combination	Min	-41,1	17,4	130,4



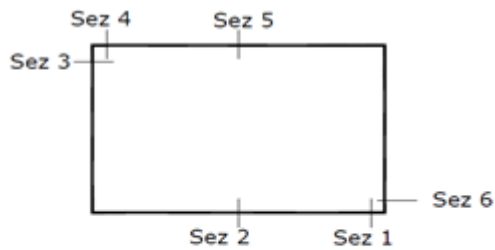
Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di  
Matera con la rete ferroviaria nazionale

**NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA**

**Relazione di calcolo opera esistente ai  
sensi del D.M. '96**

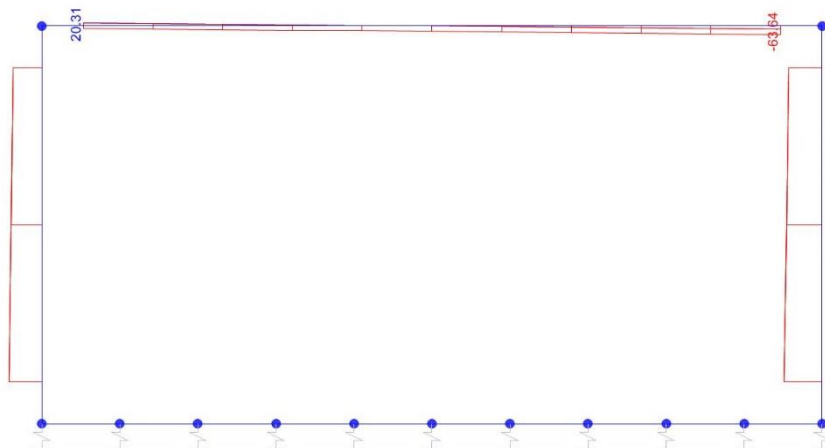
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 CL	IN1400 001	A	26 DI 34

3	3,3	ENV_FESS	Combination	Min	-45,6	54,9	112,3
3	3,8	ENV_FESS	Combination	Min	-50,1	92,3	75,5
3	4,3	ENV_FESS	Combination	Min	-54,6	129,8	20,0
3	4,8	ENV_FESS	Combination	Min	-59,1	167,3	-54,3
3	5,3	ENV_FESS	Combination	Min	-63,6	204,8	-147,3
4	0,3	ENV_FESS	Combination	Max	-204,2	5,5	112,4
4	1,425	ENV_FESS	Combination	Max	-221,0	-18,1	119,6
4	2,55	ENV_FESS	Combination	Max	-237,9	-47,3	181,4
4	0,3	ENV_FESS	Combination	Min	-204,2	-33,3	51,2
4	1,425	ENV_FESS	Combination	Min	-221,0	-57,0	100,8
4	2,55	ENV_FESS	Combination	Min	-237,9	-86,1	155,2

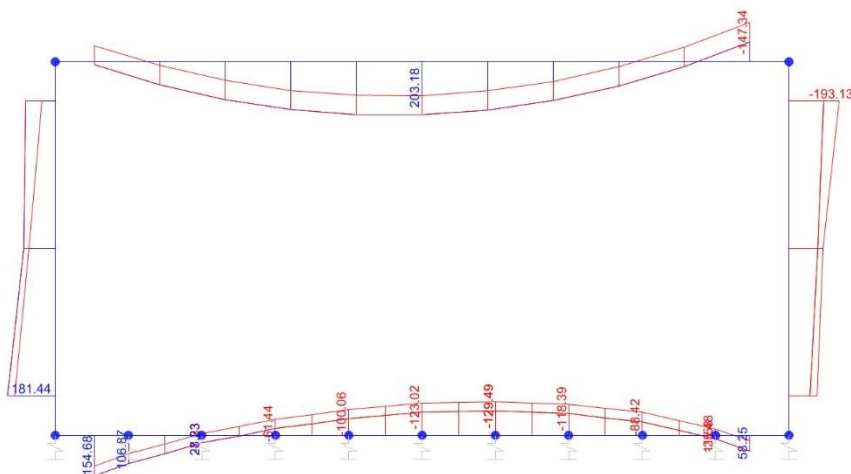


SEZIONE	P	V2	M3
01	0,0		154,7
02	0,0		129,5
03	-238,9		193,1
04	0,0		147,3
05	0,0		203,2
06	-204,2		181,4

*Diagrammi di involuppo delle sollecitazioni: ENVELOPE FESS*



*Sforzo normale*



*Momento Flettente*

Il valore M dei diagrammi corrisponde a quello riportato nella tabella, mentre il valore dello sforzo normale P nei diagrammi (valore massimo) differisce da quello di verifica della tabella, pari a quello di compressione minimo.

3.1.8. VERIFICHE

Funzioni TA(N-M-V) + FE SS per Sezione Rettangolare					
<b>Oggetto:</b>					
TOMBINO IN14 - Esistente Norma originaria					
Sezione n°. 01					
<b>Dati di Input:</b>					
B	Base sezione rettangolare	1000	mm	<b>Geometria della Sezione:</b>	
H	Altezza sezione rettangolare	600	mm	H	
c'	Copri ferro armatura sup. compressa	50	mm	As'	c'
c	Copri ferro armatura inf. Tesa	50	mm	B	
d	Altezza utile = H-c	550	mm		
Rck	Resistenza caratt. Cubica calcestruzzo	25	MPa	As c	
sa-adm	Tensione ammissibile acciaio	220	MPa		
sc-adm	Tensione ammissibile cls compressione	8,50	MPa		
tau-co	Tensione limite no armatura taglio	0,53	MPa		
N	Sforzo normale [(+)Trazione]	0,0	kN		
M	Momento flettente [(+)]	175,5	kNm		
V	Taglio [(+)]	205,1	kN		
Fi1	1° diametro armatura tesa	16			
Fi2	2° diametro armatura tesa	20			
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	4			
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	4			
As'	Armatura superiore compressa	2512	mmq		
As	Armatura inferiore tesa	2061	mmq		
Fi Staffe	Diametro staffe	0	mm		
s Staffe	Passo staffe	200	mm		
bracci	Numero Bracci staffe	0			
cotθ	(proiez. orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	1,0	[range: 1,0-2,5]		
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°			
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	0	mmq/m	0,00	cmq/m
M-fess	Momento per fessurazione [(+)]	154,7	kNm		
N-fess	Sforzo normale per fessurazione [(+)Traz.]	0,0	kN		
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0,20	mm		
<b>Dati di Output:</b>					
<b>TA - Tensioni e ampiezza fessure</b>					
Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-36	Mpa	Coeff.Sfrutt.	16%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	169	Mpa	Coeff.Sfrutt.	77%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-4	Mpa	Coeff.Sfrutt.	44%
tau-c	Tensione tangenziale calcestruzzo	0,41	Mpa	Coeff.Sfrutt.	78%
Mcr	Momento di prima fessurazione	172	kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0,15	mm	Coeff.Sfrutt.	73%

Funzioni TA( N-M-V) + FE SS per Sezione Rettangolare					
<b>Oggetto:</b>					
TOMBINO IN14 - Esistente Norma originaria					
Sezione n°. 02					
<b>Dati di Input</b>					
B	Base sezione rettangolare	1000	mm	<b>Geometria della Sezione:</b>	
H	Altezza sezione rettangolare	600	mm	H	
c'	Copriferro armatura sup. compressa	50	mm	A's	c'
c	Copriferro armatura inf. Tesa	50	mm		
d	Altezza utile = H-c	550	mm		B
Rck	Resistenza caratt. Cubica calcestruzzo	25	MPa		
sa-adm	Tensione ammissibile acciaio	220	MPa	A_s	c
sc-adm	Tensione ammissibile cls compressione	8,50	MPa		
tau-co	Tensione limite no armatura taglio	0,53	MPa		
N	Sforzo normale [(+)Trazione]	0,0	kN		
M	Momento flettente [(+)]	144,7	kNm		
V	Taglio [(+)]	0,0	kN		
fi1	1° diametro armatura tesa	20			
fi2	2° diametro armatura tesa				
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	8			
n2	N°. Barre 2° armatura tesa				
A's	Armatura superiore compressa	804	mmq		
A_s	Armatura inferiore tesa	2513	mmq		
fi Staffe	Diametro staffe	0	mm		
s Staffe	Passo staffe	200	mm		
bracci	Numero Bracci staffe	0			
cotθ	(proiez. orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	1,0	[range: 1,0-2,5]		
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°			
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	0	mmq/m	0,00	cmq/m
M-fess	Momento per fessurazione [(+)]	129,5	kNm		
N-fess	Sforzo normale per fessurazione [(+)Traz.]	0,0	kN		
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0,20	mm		
<b>Dati di Output</b>					
<b>TA - Tensioni e ampiezza fessure</b>					
Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-34	Mpa	Coeff.Sfrutt.	15%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	116	Mpa	Coeff.Sfrutt.	53%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-3	Mpa	Coeff.Sfrutt.	38%
tau-c	Tensione tangenziale calcestruzzo	0,00	Mpa	Coeff.Sfrutt.	0%
Mcr	Momento di prima fessurazione	171	kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0,10	mm	Coeff.Sfrutt.	50%

Funzioni TA( N-M-V) + FE SS per Sezione Rettangolare					
<b>Oggetto:</b>					
TOMBINO IN14 - Esistente Norma originaria					
Sezione n°. 03					
<b>Dati di Input</b>					
B	Base sezione rettangolare	1000	mm	<b>Geometria della Sezione:</b>	
H	Altezza sezione rettangolare	600	mm	H	
c'	Copriferro armatura sup. compressa	50	mm	A's	c'
c	Copriferro armatura inf. Tesa	50	mm		
d	Altezza utile = H-c	550	mm		B
Rck	Resistenza caratt. Cubica calcestruzzo	25	MPa		
sa-adm	Tensione ammissibile acciaio	220	MPa	A_s	c
sc-adm	Tensione ammissibile cls compressione	8,50	MPa		
tau-co	Tensione limite no armatura taglio	0,53	MPa		
N	Sforzo normale [(+)Trazione]	-83,1	kN		
M	Momento flettente [(+)]	218,2	kNm		
V	Taglio [(+)]	78,6	kN		
Fi1	1° diametro armatura tesa	20			
Fi2	2° diametro armatura tesa	16			
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	4			
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	4			
A's	Armatura superiore compressa	804	mmq		
A_s	Armatura inferiore tesa	2061	mmq		
Fi Staffe	Diametro staffe	0	mm		
s Staffe	Passo staffe	200	mm		
bracci	Numero Bracci staffe	0			
cotθ	(proiez. orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	1,0	[range: 1,0-2,5]		
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°			
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	0	mmq/m	0,00	cmq/m
M-fess	Momento per fessurazione [(+)]	193,1	kNm		
N-fess	Sforzo normale per fessurazione [(+)Traz.]	-238,9	kN		
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0,20	mm		
<b>Dati di Output</b>					
<b>TA - Tensioni e ampiezza fessure</b>					
Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-56	Mpa	Coeff.Sfrutt.	25%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	193	Mpa	Coeff.Sfrutt.	88%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-5	Mpa	Coeff.Sfrutt.	63%
tau-c	Tensione tangenziale calcestruzzo	0,16	Mpa	Coeff.Sfrutt.	30%
Mcr	Momento di prima fessurazione	194	kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0,13	mm	Coeff.Sfrutt.	67%

Funzioni TA( N-M-V) + FE SS per Sezione Rettangolare					
<b>Oggetto:</b>					
TOMBINO IN 14 - Esistente Norma originaria					
Sezione n°. 04					
<b>Dati di Input</b>					
B	Base sezione rettangolare	1000 mm	<b>Geometria della Sezione:</b>		
H	Altezza sezione rettangolare	600 mm	H		
c'	Copriferro armatura sup. compressa	50 mm	A's c'		
c	Copriferro armatura inf. Tesa	50 mm	B		
d	Altezza utile = H-c	550 mm			
Rck	Resistenza car att. Cubica calcestruzzo	25 MPa	A_s c		
sa-adm	Tensione ammissibile acciaio	220 MPa			
sc-adm	Tensione ammissibile cls compressione	8,50 MPa			
tau-co	Tensione limite no armatura taglio	0,53 MPa			
N	Sforzo normale [(+)Trazione]	0,0 kN			
M	Momento flettente [(+)]	167,3 kNm			
V	Taglio [(+)]	230,7 kN			
FI1	1° diametro armatura tesa	20			
FI2	2° diametro armatura tesa	16			
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	4			
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	4			
A's	Armatura superiore compressa	2512 mmq			
A_s	Armatura inferiore tesa	2061 mmq			
Fi Staffe	Diametro staffe	0 mm			
s Staffe	Passo staffe	200 mm			
bracci	Numero Bracci staffe	0			
cotθ	(proiez. orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	1,0 [range: 1,0-2,5]			
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°			
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	0 mmq/m	0,00 cmq/m		
M-fess	Momento per fessurazione [(+)]	147,3 kNm			
N-fess	Sforzo normale per fessurazione [(+)Traz.]	0,0 kN			
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0,20 mm			
<b>Dati di Output</b>					
<b>TA - Tensioni e ampiezza fessure</b>					
Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-34 Mpa	Coeff.Sfrutt.	16%	
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	161 Mpa	Coeff.Sfrutt.	73%	
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-4 Mpa	Coeff.Sfrutt.	42%	
tau-c	Tensione tangenziale calcestruzzo	0,47 Mpa	Coeff.Sfrutt.	87%	
Mcr	Momento di prima fessurazione	172 kNm			
wk	Ampiezza di fessura	0,14 mm	Coeff.Sfrutt.	70%	

Funzioni TA( N-M-V) + FE SS per Sezione Rettangolare					
<b>Oggetto:</b>					
TOMBINO IN 14 - Esistente Norma originaria					
Sezione n°. 05					
<b>Dati di Input</b>					
B	Base sezione rettangolare	1000	mm	<b>Geometria della Sezione:</b>	
H	Altezza sezione rettangolare	600	mm	H	
c'	Copri ferro armatura sup. compressa	50	mm	A's c'	
c	Copri ferro armatura inf. Tesa	50	mm	B	
d	Altezza utile = H-c	550	mm		
Rck	Resistenza caratt. Cubica calcestruzzo	25	MPa	A_s c	
sa-adm	Tensione ammissibile acciaio	220	MPa		
sc-adm	Tensione ammissibile cls compressione	8,50	MPa		
tau-co	Tensione limite no armatura taglio	0,53	MPa		
N	Sforzo normale [(+)Trazione]	0,0	kN		
M	Momento flettente [(+)]	220,9	kNm		
V	Taglio [(+)]	0,0	kN		
fi1	1° diametro armatura tesa	20			
fi2	2° diametro armatura tesa				
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	8			
n2	N°. Barre 2° armatura tesa				
A's	Armatura superiore compressa	804	mmq		
A_s	Armatura inferiore tesa	2513	mmq		
fi Staffe	Diametro staffe	0	mm		
s Staffe	Passo staffe	200	mm		
bracci	Numero Bracci staffe	0			
cotθ	(proiez. orizz.)/(proiez. vert.) puntone cls	1,0	[range: 1,0-2,5]		
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°			
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	0	mmq/m	0,00	cmq/m
M-fess	Momento per fessurazione [(+)]	203,2	kNm		
N-fess	Sforzo normale per fessurazione [(+)Traz.]	0,0	kN		
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0,20	mm		
<b>Dati di Output</b>					
<b>TA - Tensioni e ampiezza fessure</b>					
Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-52	Mpa	Coeff.Sfrutt.	23%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	177	Mpa	Coeff.Sfrutt.	81%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-5	Mpa	Coeff.Sfrutt.	58%
tau-c	Tensione tangenziale calcestruzzo	0,00	Mpa	Coeff.Sfrutt.	0%
Mcr	Momento di prima fessurazione	171	kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0,17	mm	Coeff.Sfrutt.	85%



Funzioni TA(N-M-V) + FE SS per Sezione Rettangolare					
<b>Oggetto:</b>					
TOMBINO IN14 - Esistente Norma originaria					
Sezione n°. 06					
<b>Dati di Input:</b>					
B	Base sezione rettangolare	1000	mm	<b>Geometria della Sezione:</b>	
H	Altezza sezione rettangolare	600	mm	H	
c'	Copri ferro armatura sup. compressa	50	mm	As' c'	
c	Copri ferro armatura inf. Tesa	50	mm	B	
d	Altezza utile = H-c	550	mm		
Rck	Resistenza caratt. Cubica calcestruzzo	25	MPa	As c	
sa-adm	Tensione ammissibile acciaio	220	MPa		
sc-adm	Tensione ammissibile cls compressione	8,50	MPa		
tau-co	Tensione limite no armatura taglio	0,53	MPa		
N	Sforzo normale [(+)Trazione]	-65,1	kN		
M	Momento flettente [(+)]	201,5	kNm		
V	Taglio [(+)]	105,9	kN		
Fi1	1° diametro armatura tesa	16			
Fi2	2° diametro armatura tesa	20			
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	4			
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	4			
As'	Armatura superiore compressa	804	mmq		
As	Armatura inferiore tesa	2061	mmq		
Fi Staffe	Diametro staffe	0	mm		
s. Staffe	Passo staffe	200	mm		
bracci	Numero Bracci staffe	0			
cotθ	(proiez. orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	1,0	[range: 1,0-2,5]		
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°			
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	0	mmq/m	0,00	cmq/m
M-fess	Momento per fessurazione [(+)]	181,4	kNm		
N-fess	Sforzo normale per fessurazione [(+)Traz.]	-204,2	kN		
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0,20	mm		
<b>Dati di Output:</b>					
<b>TA - Tensioni e ampiezza fessure</b>					
Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-51	Mpa	Coeff.Sfrutt.	23%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	181	Mpa	Coeff.Sfrutt.	82%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-5	Mpa	Coeff.Sfrutt.	58%
tau-c	Tensione tangenziale calcestruzzo	0,21	Mpa	Coeff.Sfrutt.	40%
Mcr	Momento di prima fessurazione	190	kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0,13	mm	Coeff.Sfrutt.	65%



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di  
Matera con la rete ferroviaria nazionale

**NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA**

**Relazione di calcolo opera esistente ai  
sensi del D.M. '96**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 CL	IN1400 001	A	34 DI 34

<b>SINTESI VERIFICHE SEZIONI NOTEVOLI:</b>							
<b>SL</b>	<b>VERIF</b>	<b>SEZ01</b>	<b>SEZ02</b>	<b>SEZ03</b>	<b>SEZ04</b>	<b>SEZ05</b>	<b>SEZ06</b>
TA	(sigs/sa-adm)s	16%	15%	25%	16%	23%	23%
TA	(sigs/sa-adm)i	77%	53%	88%	73%	81%	82%
TA	(sigc/sc-adm)s	44%	38%	63%	42%	58%	58%
TA	tau-c/tau-co	78%	0%	30%	87%	0%	40%
FES	wk/wklim	73%	50%	67%	70%	85%	65%
	MAX	78%	53%	88%	87%	85%	82%
	MAX	88%					

Si conclude che il Progetto <<originario>> è stato correttamente dimensionato nel rispetto delle norme vigenti all'epoca della progettazione/costruzione. Si procede pertanto in una successiva relazione, come indicato anche in premessa, alla verifica del tombino esistente secondo le NTC2018 agli SLV.