

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE
DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**DIREZIONE TECNICA - CENTRO DI PRODUZIONE MILANO
PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO**

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-
GALLARATE - PRG DI RHO**

OPERE PRINCIPALI – PONTI E VIADOTTI

IN01 - Adeguamento via Magenta al km 3+169 Bretella Nord

Relazione di calcolo tombino

SCALA:

-

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

M D L 1 1 1 D 2 6 C L I N 0 1 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	L. Fieno <i>[Signature]</i>	07/2010	<i>[Signature]</i>		S. Borelli <i>[Signature]</i>		

File:MDL111D26CLVI0400001A.doc

n. Elab.:

IN01 – Prolungamento tombino via Magenta
Relazione di Calcolo tombino

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	11	D 26 CL	IN0100001	A	2di 20

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	Normative di riferimento	5
3	Caratteristiche dei materiali.....	6
4	Modello di calcolo e analisi dei carichi	7
4.1	Pesi propri strutturali.....	7
4.2	Sovraccarichi permanenti portati.....	7
4.3	Azioni da traffico ferroviario.....	7
4.4	Spinta delle terre	8
5	sollecitazioni e verifiche	10
5.5	Tratto ferroviario.....	10
5.6	Tratto stradale.....	15
5.7	Azioni agenti sui pali	19

1 PREMESSA

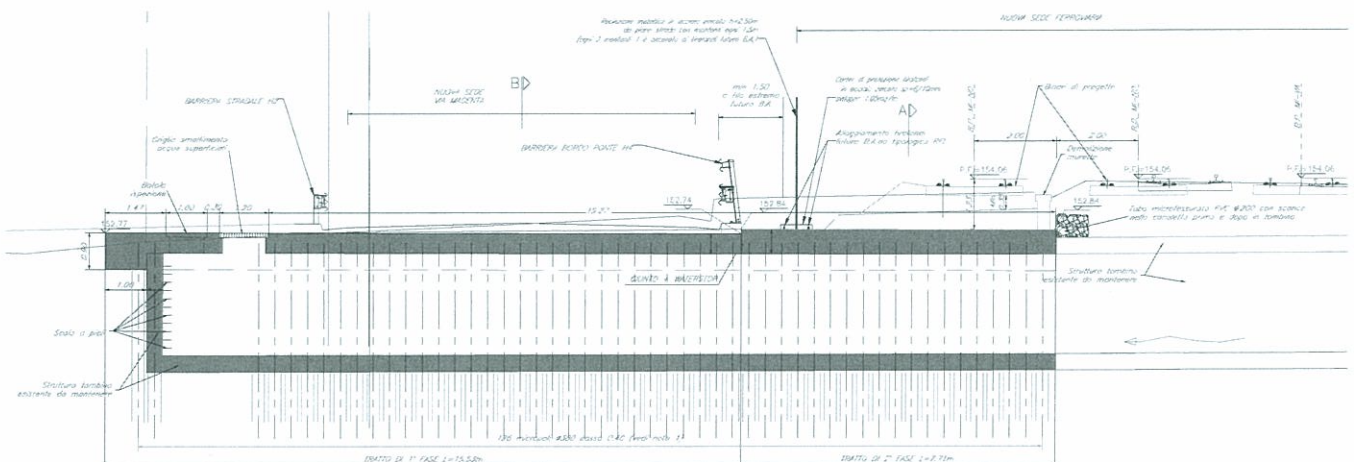
La presente relazione tratta delle analisi delle sollecitazioni agenti e delle verifiche di resistenza delle strutture previste nell'intervento d'allungamento del tombino in prossimità di Via Magenta nel Comune di Rho.

L'opera esistente è costituita da un tombino in cls del quale non è stato possibile reperire informazioni complete sulla carpenteria e sui criteri di dimensionamento. Attualmente per un tratto il tombino è sovrappassato dai binari della linea storica e per il tratto restante da Via Magenta.

Su tale opera si rende necessario operare un allungamento conseguente all'allargamento della sede ferroviaria funzionale al potenziamento della linea in parola.

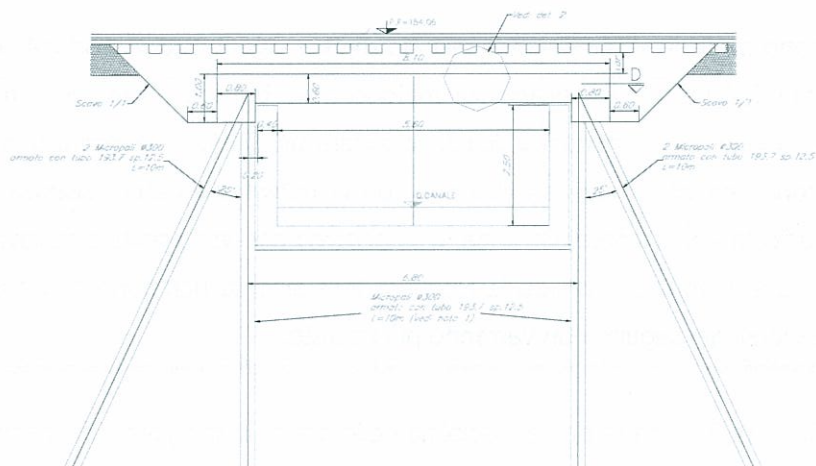
L'incertezze sulla consistenza dell'opera esistente e sull'omogeneità di dimensionamento statico dei tratti ferroviario e stradale, hanno portato alla scelta di operare un intervento di adeguamento sostanziale, che consiste nella sostituzione della soletta superiore per tutto il tratto in allargamento, con un solettone fondato su micropali, previa demolizione della soletta superiore esistente. Con ciò non si determina una riduzione della sezione idraulica.

In sede delle successive fasi progettuali sarà necessario effettuare indagini approfondite sull'opera esistente al fine di confermare le ipotesi progettuali qui operate.



IN01 – Prolungamento tombino via Magenta
Relazione di Calcolo tombino

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	11	D 26 CL	IN0100001	A	4di 20



La sezione finale del tombino sarà costituita pertanto dalla vasca preesistente, mentre al posto della soletta di copertura demolita sarà realizzata una soletta di cls di 60.0cm di spessore (50.0cm nel tratto stradale), fondata in modo continuo su micropali $\phi 300$ posti ad interasse di 40cm.

Particolare attenzione in sede realizzativa dovrà essere posta alle interferenze di alcuni sottoservizi che percorrono Via Magenta, per i quali sarà necessario prevedere una deviazione. Tali interferenze sono adeguatamente evidenziate nelle tavole allegate al progetto.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA TRATTA RHO-GALLARATE PROGETTO DEFINITIVO					
	IN01 – Prolungamento tombino via Magenta Relazione di Calcolo tombino	PROGETTO MDL1	LOTTO 11	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO IN0100001	REV. A

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

I calcoli sono svolti in ottemperanza alla Normativa vigente ed in particolare le procedure di verifica degli elementi strutturali si basano sul metodo delle tensioni ammissibili in accordo con le seguenti normative vigenti; per l'azione sismica si considera un grado di sismicità $S = 6$ in quanto il viadotto si trova in zona non classificata sismica che con la nuova mappatura sismica del territorio nazionale è stata classificata appartenere alla zona 4; in accordo con le normative ferroviarie è stato dimensionato come se fosse in zona 3. Peraltro le azioni in fase sismica non sono dimensionati per le strutture qui trattate e quindi nel seguito non verranno più trattate.

- L.1086 5/11/71 Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. 14 febbraio 1992 Norme tecniche l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- DM 09/01/96 Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- DM 16/01/96 Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- DM 16/01/96 Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Istruzione FF.SS. 44/b aggiornamento 16 dicembre 1997 - Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica
- Istruzione FF.SS. I/SC/PS-OM/2298 aggiornamento 13 gennaio 1997: Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo.

IN01 – Prolungamento tombino via Magenta
Relazione di Calcolo tombino

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	11	D 26 CL	IN0100001	A	6 di 20

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO SOLETTA E CORDOLO

TIPO C28/35

Rck 35 N/mm²

$E_c = 3.8e7 \text{ kN/m}^2$

$\sigma'_c = 11 \text{ MPa}$

ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE

Feb44k

$f_{yk} = 430 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_s = 255 \text{ MPa}$

in aggiunta e in accordo con [7] p.to 2.2.2.g, si adottano le seguenti limitazioni sui tassi di lavoro in funzione del diametro delle barre:

$\phi_{\max} 20 \Rightarrow \sigma_{s\max} 220 \text{ MPa}$

$\phi_{\max} 24 \Rightarrow \sigma_{s\max} 190 \text{ MPa}$

$\phi_{\max} 30 \Rightarrow \sigma_{s\max} 160 \text{ MPa}$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA TRATTA RHO-GALLARATE PROGETTO DEFINITIVO					
	IN01 – Prolungamento tombino via Magenta Relazione di Calcolo tombino	PROGETTO MDL1	LOTTO 11	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO IN0100001	REV. A

4 MODELLO DI CALCOLO E ANALISI DEI CARICHI

Le sollecitazioni di verifica si valutano isolando una striscia di larghezza unitaria e trattandola come una trave semplicemente poggiata con luce teorica di 6.80m (interasse pali), e caricata con le seguenti azioni elementari:

4.1 Pesì propri strutturali

I pesi sono stati valutati considerando un peso specifico del cls pari a 25 kN/mc.

4.2 Sovraccarichi permanenti portati

Si applica il peso del ballast e armamento posto pari a 14.4 kN/mq

4.3 Azioni da traffico ferroviario

Carichi verticali

E' stato applicato il modello di carico LM71 costituito da 4 assi da 250kN posti ad interasse longitudinale di 1.60m. Il coefficiente di incremento dinamico è pari a:

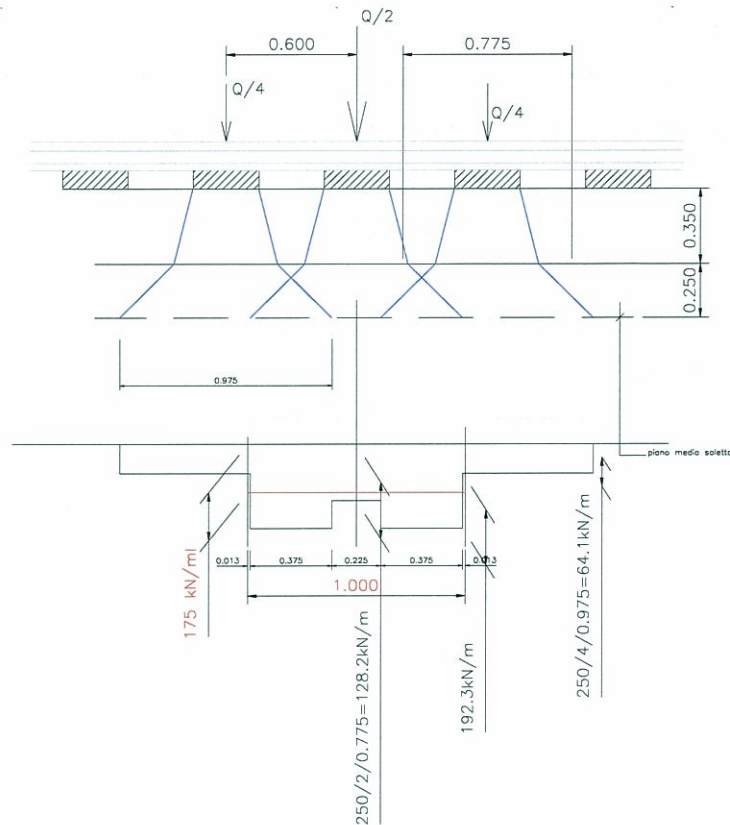
$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 = 1.60$$

con $L_\phi = 6.8$

La ripartizione dei carichi assiali è considerata ipotizzando una diffusione degli sforzi nelle due direzioni a 4/1 nel ballast e a 45° fino al piano medio della soletta superiore.

Ripartizione longitudinale

Ipotizzando una ripartizione fino al piano medio della soletta come illustrato nella figura, si determina il valore del carico diffuso a metro lineare dovuto ad un asse del modello di carico LM71 determinando la media pesata dei carichi d'impronta di ciascuna traversa.



risulta $q_{\text{medio}} = 175 \text{ kN/m}$

Ripartizione trasversale

Con le stesse ipotesi sulla diffusione nello spessore del ballast e fino al piano medio della soletta si ha una larghezza di diffusione pari a $2.40 + 0.35/4 \times 2 + 0.25 \times 2 = 3.075 \text{ m}$. Quindi per il carico verticale dovuto a LM71 si ha una pressione pari a $p = 175 / 3.075 \approx 60 \text{ kN/mq}$.

Tale azioni saranno affette dal coefficiente di adattamento $\alpha = 1.1$ e dal coefficiente dinamico sopra definito. In definitiva $q = 60 \times 1.1 \times 1.6 = 105.6 \text{ kN/mq}$

4.4 Spinta delle terre

Ai soli fini del dimensionamento della palificata di fondazione è stata considerata la spinta del terreno caratterizzato dai seguenti parametri geotecnici

$$\gamma = 19 \text{ kN/mc}$$

$$\phi = 27^\circ$$

IN01 – Prolungamento tombino via Magenta
Relazione di Calcolo tombino

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	11	D 26 CL	IN0100001	A	9di 20

Si rimanda alla relazione di calcolo delle fondazioni e opere provvisoriale per il dettaglio delle calcolazioni e le verifiche sui pali.

Ai fini delle verifiche, data la particolare semplicità dell'opera in esame, si considereranno le sole combinazioni più gravose fra tutte quelle previste dalla normativa; nello specifico quelle corrispondenti alla comb. TA1 nel gruppo n° 3 che massimizza gli effetti longitudinali della frenatura e alla TA5-gruppo 6 valida per le verifiche a fessurazione.

L'armatura ipotizzata è pensata distribuita lungo tutta la sezione e per tutta la lunghezza della parte del tombino sulla quale si interviene.

IN01 – Prolungamento tombino via Magenta
Relazione di Calcolo tombino

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	11	D 26 CL	IN0100001	A	10 di 20

5 SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

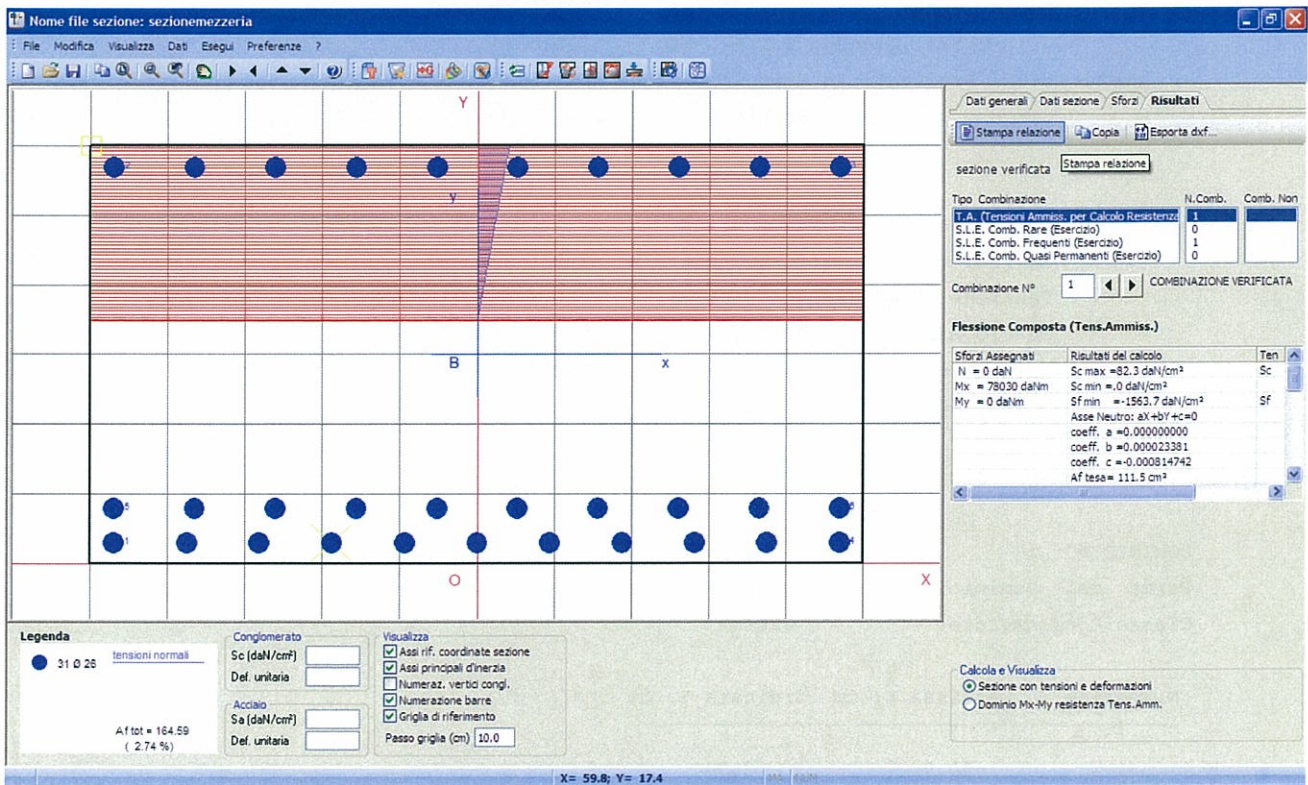
5.5 Tratto ferroviario

Per quanto sopra esposto si ha nella sezione di mezzeria della soletta :

Peso proprio	$M = 0.125 \times 0.6 \times 25 \times 6.8^2 = 86.70 \text{ kNm/m}$
Permanenti portati	$M = 0.8 \times 18 \times 6.8^2 / 8 = 83.23 \text{ kNm/m}$
Azioni da traffico	$M = 0.125 \times 105.6 \times 6.8^2 = 610.4 \text{ kNm/m}$

Sommano IN ESERCIZIO Mezzeria = 780.3 kNm/m
Per le verifiche a fessurazione M = 657.22 kNm/m

La sezione è armata al lembo inferiore con 1 strato di 11 ϕ 26 + 1 strato 10 ϕ 26 e al lembo superiore con 1 strato ϕ 26/10cm. Le verifiche tensionali e alla fessurazione, svolte trascurando l'effetto benefico della compressione dovuta alle spinte del terreno, sono di seguito riportate.



IN01 – Prolungamento tombino via Magenta
Relazione di Calcolo tombino

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	11	D 26 CL	IN0100001	A	11 di 20

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: sezionemezzeria

(Percorso File: D:\Pub\mpa317\02 Lavorazione\IN01\sezionemezzeria.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Tensioni Ammissibili
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35

Tensione Normale Ammiss. Sc : 110.00 daN/cm²
 Tensione Tangenz.Amm. TauC0 : 6.66 daN/cm²
 Tensione Tangenz.Amm. TauC1 : 19.71 daN/cm²
 Coeff. N di omogeneizzazione : 15.0
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 27.60 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):

Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.2x1.5 = 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: FeB44k

Resist. caratt. rottura ftk: 4582.0 daN/cm²
 Tensione Ammissibile Sf : 2550.0 daN/cm²
 Modulo Elastico Ef : 2100000 daN/cm²
 Coeff. Aderenza ist. β1*β2 : 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. β1*β2 : 0.50 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale

Classe Conglomerato: C28/35

N.vertice Ascissa X, cm Ordinata Y, cm

1	-50.00	0.00
2	-50.00	60.00
3	50.00	60.00
4	50.00	0.00

IN01 – Prolungamento tombino via Magenta
Relazione di Calcolo tombino

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	11	D 26 CL	IN0100001	A	12 di 20

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø, mm
1	-47.00	3.00	26
2	-47.00	57.00	26
3	47.00	57.00	26
4	47.00	3.00	26
5	-47.00	8.00	26
6	47.00	8.00	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø, mm
1	1	4	9	26
2	5	6	8	26
3	2	3	8	26

TENS.AMMISS. - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	78030	0	0	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

IN01 – Prolungamento tombino via Magenta
Relazione di Calcolo tombino

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	11	D 26 CL	IN0100001	A	13di 20

N Sforzò normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inertza con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inertza con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	66000	0

RISULTATI DEL CALCOLO

METODO DELLE TENSIONI AMMISSIBILI - MASSIME E MINIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione [in daN/cm²] nel conglomerato (positiva se di compress.)
Xc max Ascissa [in cm] corrispond. al punto di massima compressione
Yc max Ordinata [in cm] corrispond. al punto di massima compressione
Sc min Minima tensione [in daN/cm²] nel conglomerato (positiva se di compress.)
Xc min Ascissa [in cm] corrispond. al punto di minima compressione
Yc min Ordinata [in cm] corrispond. al punto di minima compressione
Sf min Minima tensione [in daN/cm²] nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min Ordinata [in cm] corrispond. alla barra di minima tensione

N.Comb.	Ver	Sc max	Xcmax	Ycmax	Sc min	Xcmin	Ycmin	Sc med	Sf min	Xfmin	Yfmin
1	S	82.3	-50.0	60.0	0.0	50.0	0.0		-1564	-18.8	3.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.

N.Comb.	a	b	c
1	0.000000000	0.000023381	-0.000814742

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]

IN01 – Prolungamento tombino via Magenta
Relazione di Calcolo tombino

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	11	D 26 CL	IN0100001	A	14di 20

Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	Ap.Fess.
1	S	69.6	-50.0	60.0	-1323	-28.2	3.0	1750	70	0.065

La presenza della barriera antirumore in una sezione dello scatolare non determina sollecitazioni superiori a quelle dovute al transito dei treni appena analizzate;
 con ciò l'incidenza di armatura nella soletta è pari a :

Incidenza armatura

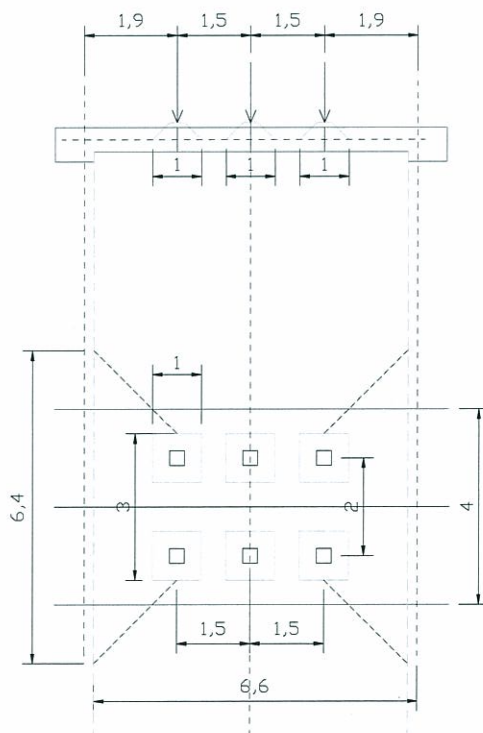
Sezione	Base		Altezza		n° strati	Peso
	diametro	passo	1	0.6		
Armatura di forza superiore	26	0.1	2.1	0.6	2.1	96.23 kg
Armatura di forza inferiore	26	0.1	1	0.6	1	45.82 kg
Ripartitori superiori	14	0.2	1	0.6	1	7.25 kg
Ripartitori inferiori	14	0.2	1	0.6	1	7.25 kg
Legature	8	0.4	0.4	0.6	0.4	4.83 kg
						161.37 kg
					incidenza	269.0 kg/mc
					i.c.t.	270 kg/mc

5.6 Tratto stradale

In prima fase si realizzerà la porzione di solettone che supporterà sovraccarichi di tipo stradale. Tale solettone avrà spessore di 50.0cm e sarà disgiunto dal tratto ferroviario appena analizzato. In questo caso non sono previsti dei micropali inclinati a prendere le azioni orizzontali, risultando queste ultime meno gravose rispetto al caso ferroviario e sicuramente compatibili con la resistenza flessione dei micropali.

Per la valutazione delle sollecitazioni flettenti di verifica si applica il carico stradale di normativa costituito da 3 assi da 200kN ad interasse longitudinale di 1.5m. In direzione trasversale le 2 ruote di ciascun asse sono poste a 2.0m. l'impronta di ogni singola ruota si diffonde a 45° nello spessore della pavimentazione (10.0cm) e nella soletta fino al livello medio. Ciò posto, operando a favore di sicurezza si ipotizza che la flessione prodotta dal carico disposto come in figura si ripartisca su una larghezza di 4.0m.

Il momento flettente in mezzzeria con schema di trave poggata vale quindi $M = (300 \times 3.4 - 300) / 4 \approx 180 \times 1.4$ (incremento dinamico) = 262 kNm/m kNm;a questo si deve aggiungere la flessione dovuta la peso proprio $M = 0.5 \times 25 \times 6.8^2 / 8 = 72.25$ kNm/m e ai carichi permanenti $M = 2.5 \times 6.8^2 / 8 = 14.45$ kNm/m
 $M = 262 + 72.25 + 14.45 \approx 350$ kNm/m



La sezione di spessore 50cm è armata con $\phi 24/10$ inf. e $\phi 24/20$ sup. La verifica a flessione denuncia i seguenti tassi di lavoro nei materiali:

IN01 - Prolungamento tombino via Magenta
Relazione di Calcolo tombino

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	11	D 26 CL	IN0100001	A	16di 20

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: sezionemezzeria stradale

(Percorso File: \\File-server\archivio\Archivio Disegni\MPA317 RHO PD AI\02
Lavorazione\IN01\analisi\sezionemezzeria stradale.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Tensioni Ammissibili
Tipologia sezione: Sezione predefinita
Forma della sezione: Rettangolare
Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35

Tensione Normale Ammiss. Sc : 110.00 daN/cm²
Tensione Tangenz. Amm. TauC0 : 6.66 daN/cm²
Tensione Tangenz. Amm. TauC1 : 19.71 daN/cm²
Coeff. N di omogeneizzazione : 15.0
Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm: 27.60 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Frequenti in Esercizio

Sc Limite : 168.00 daN/cm²
Apert. Fess. Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
Tensione Ammissibile Sf : 2550.0 daN/cm²
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
Altezza: 50.0 cm
Barre inferiori : 10Ø24 (45.2 cm²)
Barre superiori : 5Ø24 (22.6 cm²)
Coprifermo barre inf. (dal baric. barre) : 6.0 cm
Coprifermo barre sup. (dal baric. barre) : 6.0 cm

TENS.AMMISS. - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N. Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	35000	12600	0

IN01 – Prolungamento tombino via Magenta
Relazione di Calcolo tombino

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	11	D 26 CL	IN0100001	A	17 di 20

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	35000

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.5 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

Copriferro netto minimo staffe: 4.0 cm

METODO DELLE TENSIONI AMMISSIBILI - MASSIME E MINIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione [in daN/cm²] nel conglomerato (positiva se di compress.)
Yc max Ordinata [in cm] corrispond. al punto di massima compressione
Sc min Minima tensione [in daN/cm²] nel conglomerato (positiva se di compress.)
Yc min Ordinata [in cm] corrispond. al punto di minima compressione
Sc med Tensione media [in daN/cm²] nel conglomerato
Sf min Minima tensione [in daN/cm²] nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min Ordinata [in cm] corrispond. alla barra di minima tensione
Sf max Massima tensione [in daN/cm²] nell'acciaio (positiva se di compress.)
Yf max Ordinata [in cm] corrispond. alla barra di massima tensione
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro nel riferimento X,Y,O gener.della sez.

N.Comb.	Ver	Sc max	Ycmax	Sc min	Ycmin	Sc med	Sf min	Yfmin	Yneutro
1	S	85.3	50.0	0.0	0.0		-2023	6.0	32.9

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 20.3 cm
N.Bracci staffe: 2
Area staffe/m : 4.9 cm²/m

METODO DELLE TENSIONI AMMISSIBILI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Tau max Massima tensione tangenziale a taglio-torsione nel conglom.[daN/cm²]
Scorr. Scorrimento massimo per taglio nel conglomerato [daN/cm]
Bs Lunghezza in cm della corda di scorrimento massimo
TgFi Rapporto tra la tens. tens. princ. trazione e quella tang.(corda Bs)
Afst Area di calcolo staffe a taglio e torsione per metro di trave [cm²/m]

N.Comb.	Ver	Tau max	Scorr.	Bs	TgFi	Afst
---------	-----	---------	--------	----	------	------

IN01 – Prolungamento tombino via Magenta
Relazione di Calcolo tombino

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	11	D 26 CL	IN0100001	A	18di 20

1 S 3.29 329.4 100.0 1.0000 4.9

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
 Sc min Minima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,0)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	85.4	50.0	0.0	50.0	-2023	44.0	22.8	1647	45.2	9.8

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²)
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
 Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
 Srm Distanza media in mm tra le fessure
 Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	65.1	-59.7	-2.8	0.5	0.000903	161	0.248

Non occorre armare a taglio in quanto risulta una $\tau = 126 / 0.9 / 0.5 = 0.28 \text{ MPa} < \tau_{c0}$

Con ciò l'incidenza di armatura media nella soletta è pari

IN01 – Prolungamento tombino via Magenta
Relazione di Calcolo tombino

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	11	D 26 CL	INO100001	A	19di 20

Incidenza armatura

Sezione	Base	Altezza		n° strati	Peso
	diametro	1	0.5		
Armatura di forza superiore	24	0.2	1	1	21.30
Armatura di forza inferiore	24	0.1	1	1	39.04
Ripartitori superiori	20	0.2	1	1	14.79
Ripartitori inferiori	20	0.2	1	1	14.79
Legature	14	0.5	1	1	7.25
					97.17
				incidenza	194.3
				i.c.t	200

Mediamente si assume un'incidenza di armatura pari a 200 kg/mc .

5.7 Azioni agenti sui pali

Secondo le semplici considerazioni statiche sopra utilizzate sulla palificata di fondazione agisce per metro lineare un carico verticale di seguito determinato per il caso ferroviario:

Peso proprio soletta e cordolo di coronamento	$(8 \times 0.6 / 2 + 0.3 \times 0.8) \times 25$	= 66.0 kN/m
Permanenti portati	$0.8 \times 18 \times 4.0 =$	= 57.6 kN/m
Sovraccarichi ferroviari	$R_{vmax} = 754.35 \text{ kN} \times 1.6 / 3.045 =$	≈ 400 kN/m
Frenatura		= 41.8 kN/m
Sommano		≈ 580 kN/m

Pertanto su ciascun palo $R_v \approx 232 \text{ kN}$

In corrispondenza del binario in progetto si dispongono una coppia di micropali inclinati di 25° sulla verticale ad assorbire le forze orizzontali che nel caso in esame valgono:

- Frenatura diretta su solettone $F_1 = 8 \times 35 = 280 \text{ kN}$

IN01 – Prolungamento tombino via Magenta
Relazione di Calcolo tombino

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	11	D 26 CL	IN0100001	A	20di 20

- Frenatura indiretta da rilevato, determinata ipotizzando una diffusione degli sforzi orizzontali agenti sulla paratia con un angolo di 60° sulla orizzontale:

$$F2 \approx 4.70 / \tan 60^\circ * 35 = 95 \text{ kN}$$

$$F_{tot} = 375 \text{ kN}$$

Su ciascun palo supposto incernierato in testa agisce uno sforzo assiale pari a $375/4/\sin 25^\circ \approx 222 \text{ kN}$.
Ai fini dei calcoli geotecnici si assume come valore di riferimento prudenzialmente un carico di 300 kN per micropalo che tiene conto dell'interazione fra i micropali verticali e quelli inclinati.