

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

**LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO**

INTERFERENZE VIARIE ED IDRAULICHE

Elaborati Generali

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

SCALA:

-

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

NN1X 00 D 78 CL IN0000 004 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F.Durastanti	Ott-2020	G.Romano	Ott-2020	M.Pavino	Ott-2020	D.Tiberti Ott-2020 ITALFERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Direzione Tecnica UO Infrastrutture Sud Prof. Ing. Paolo Tiberti Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10875

NN1X.0.0.D.78.CL.IN.00.0.0.004.A

n. Elab.:

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	4
3.	PROGETTO NUOVO TOMBINO.....	5
3.1.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3.2.	UNITA' DI MISURA E SIMBOLOGIA	6
3.3.	MATERIALI.....	7
3.4.	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	7
4.	TOMBINO VARATO A SPINTA.....	10
4.1.	GEOMETRIA	10
4.2.	INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA	10
4.3.	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	11
4.4.	ANALISI DEI CARICHI	13
4.5.	VERIFICA REQUISITI S.T.I.....	21
4.6.	COMBINAZIONI DI CARICO.....	23
4.7.	CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI	30
4.7.1.	INVILUPPO SLU/SLV.....	30
	<i>CANNA DESTRA</i>	<i>30</i>
	<i>CANNA SINISTRA.....</i>	<i>32</i>
4.7.2.	INVILUPPO SLE (RARA)	35
	<i>CANNA DESTRA</i>	<i>36</i>
	<i>CANNA SINISTRA</i>	<i>37</i>
4.8.	VERIFICHE SLU/SLV/SLE	41
4.9.	ARMATURA DI RIPARTIZIONE.....	48
4.10.	RIEPILOGO ARMATURE.....	50
5.	TOMBINO GETTATO IN OPERA	51
5.1.	GEOMETRIA	51

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	2 di 126

.5.2.	INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA	52
.5.3.	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	53
.5.4.	ANALISI DEI CARICHI	55
.5.5.	VERIFICA REQUISITI S.T.I.....	63
.5.6.	COMBINAZIONI DI CARICO.....	65
.5.7.	CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI	72
.5.7.1.	INVILUPPO SLU/SLV.....	72
CANNA DESTRA	72	
CANNA SINISTRA.....	74	
.5.7.2.	INVILUPPO SLE (RARA)	77
CANNA DESTRA	78	
CANNA SINISTRA.....	79	
.5.8.	VERIFICHE SLU/SLV/SLE	83
.5.9.	ARMATURA DI RIPARTIZIONE.....	90
.5.10.	RIEPILOGO ARMATURE.....	92
.6.	VERIFICHE GEOTECNICHE	93
.6.1.	BASE REACTION	94
.6.2.	VERIFICHE SLU IN CONDIZIONI DRENATE.....	99
.6.3.	VERIFICHE SLU IN CONDIZIONI NON DRENATE	106
.6.4.	VERIFICHE SLV IN CONDIZIONI DRENATE	112
.6.5.	VERIFICHE SLV IN CONDIZIONI NON DRENATE.....	120
.6.6.	TABELLA VERIFICHE GEOTECNICHE GEO	126
.6.7.	SOLLEVAMENTO PER GALLEGGIAMENTO UPL.....	126

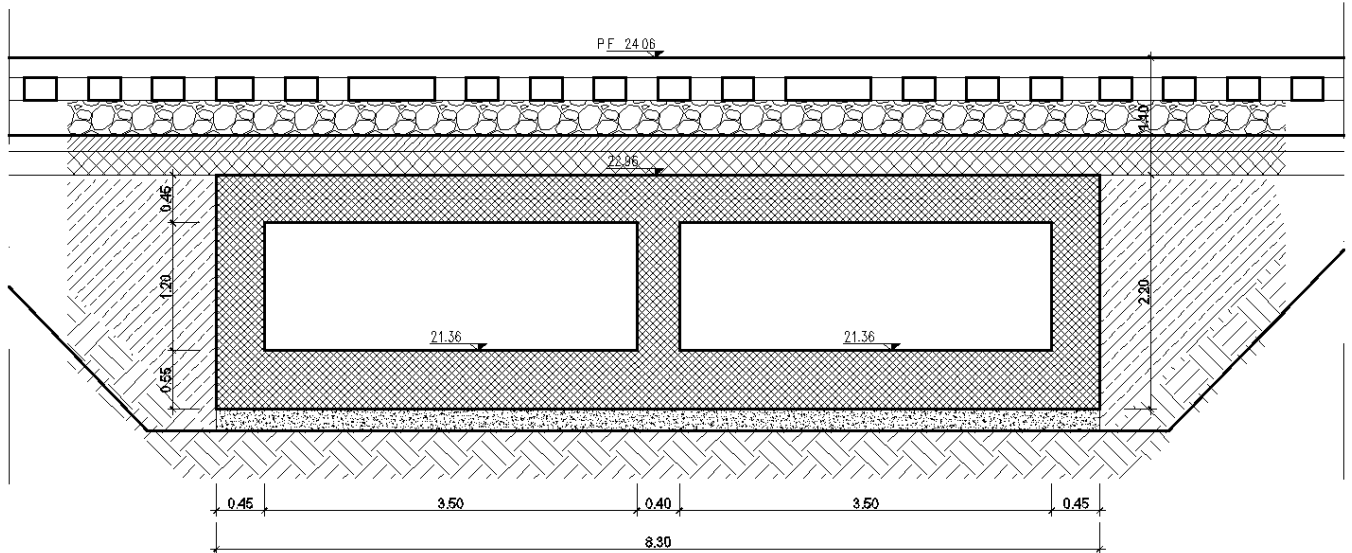


Figura 1c. Sezione trasversale dello scatolare varato a spinta

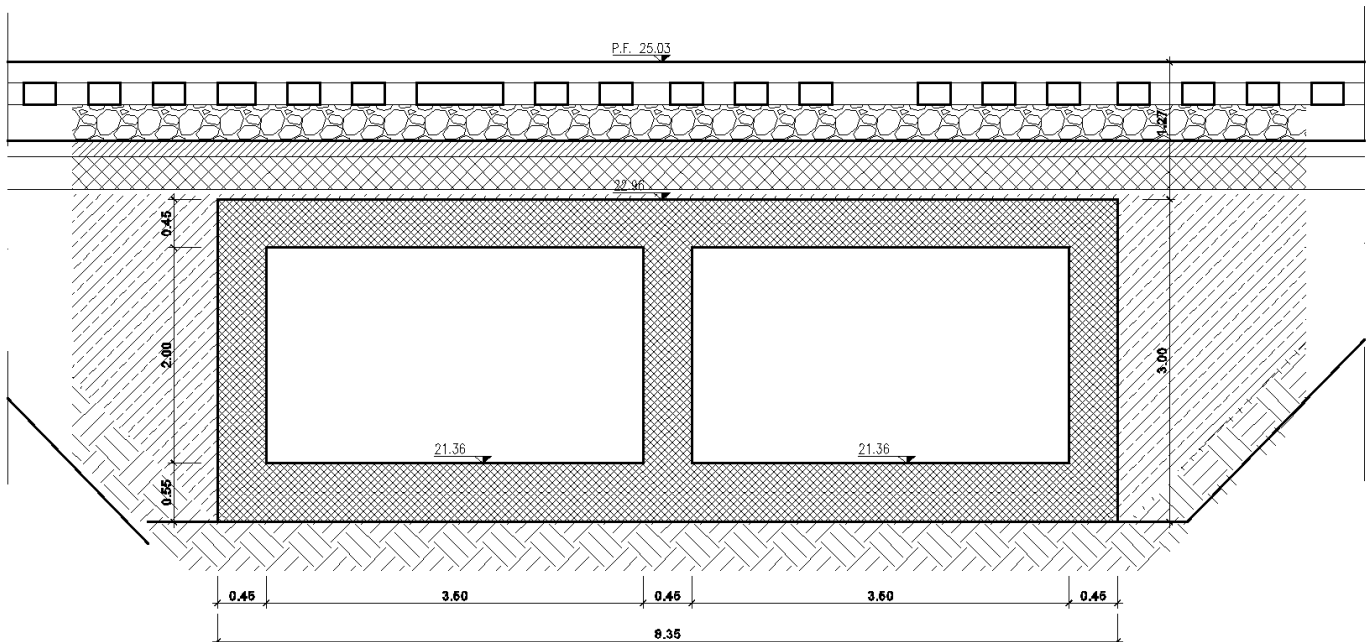


Figura 1d. Sezione trasversale dello scatolare gettato in opera

2. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

Il tombino sottopassa la linea ferroviaria ad una distanza fra piano del ferro ed estradosso soletta pari ad H_{ric} , di cui spessore ballast H_b pari a 0.80 m e la rimanente parte il rinterro H_r . Esso ha dimensioni interne

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	5 di 126

Lint \times Hint, con piedritti, soletta superiore e soletta inferiore rispettivamente di spessore Sp, Ss e Sf. Nel seguito verrà esaminata una striscia di scatolare avente lunghezza di 1.00 m.

Nella figura [Fig. 2] sono riportate schematicamente la geometria dell'opera e la simbologia adottata.

Le caratteristiche geometriche hanno la seguente simbologia (unità di misura metri):

Larghezza utile	Lint [m]
Altezza libera	Hint [m]
Spessore piedritti	Sp [m]
Spessore soletta	Ss [m]
Spessore fondazione	Sf [m]
Altezza ballast	Hb [m]
Rinterro (superiore)	Hr [m]
Lunghezza traversa	Ltb [m]
Altezza traversa	Htb [m]
Ricoprimento	Hric [m]
Larghezza totale	Ltot [m]
Altezza totale	Htot [m]

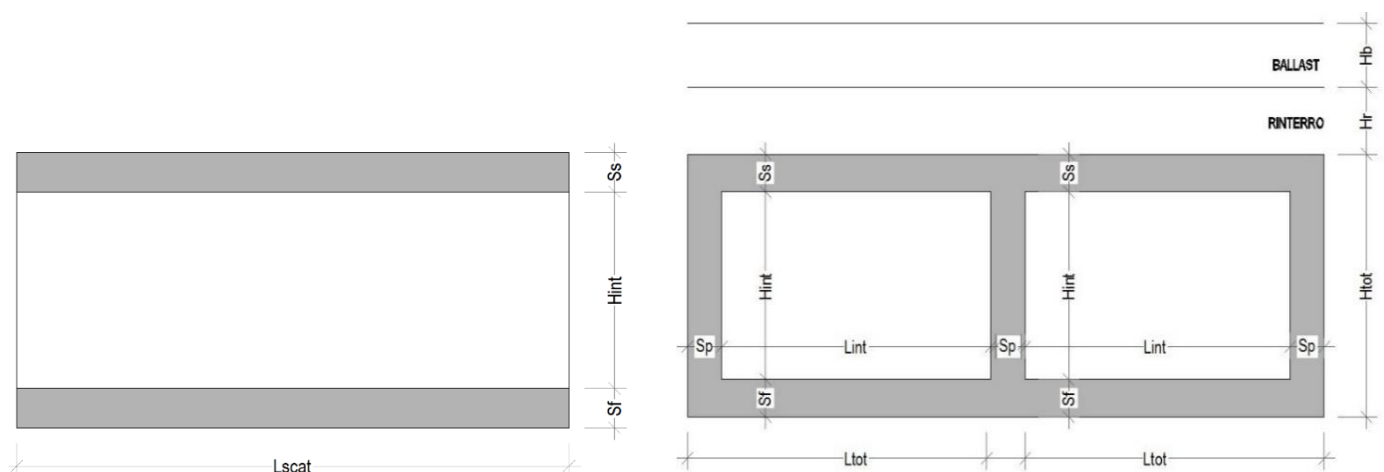


Figura 2. Simbologia adottata

3. PROGETTO NUOVO TOMBINO

Nel presente paragrafo si riportano i calcoli statici e sismici relativi allo scatolare esistente, di cui in premessa, eseguiti secondo la norma attualmente vigente NTC18.

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	7 di 126

ϕ (fi)

angolo di resistenza

(°)

3.3. MATERIALI

Per l'opera in c.a. si adotta:

Calcestruzzo C (28/35) le cui caratteristiche principali sono:

- Resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione semplice: $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$, dove:
 - $\alpha_{cc} = 0.85$ e $\gamma_m = 1.5$;
 - $f_{cd} = 17 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a trazione semplice: $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_m$, dove :
 - $\gamma_m = 1.5$;
 - $f_{ctd} = 1,35 \text{ N/mm}^2$.
- Modulo elastico: $E_c = 32308 \text{ N/mm}^2$
- Copriferro = 40 mm
- Condizioni ambientali: aggressive
- Apertura fessure limite: $w_1 = 0.2 \text{ mm}$

Acciaio da cemento armato normale FeB44K controllato in stabilimento. Le barre sono ad aderenza migliorata. Le caratteristiche meccaniche sono:

- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 430 \text{ Nmm}^2$
- Resistenza di calcolo dell'acciaio: $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$
dove $\gamma_s = 1.15$

3.4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Si riporta di seguito la stratigrafia in corrispondenza della zona di riferimento:

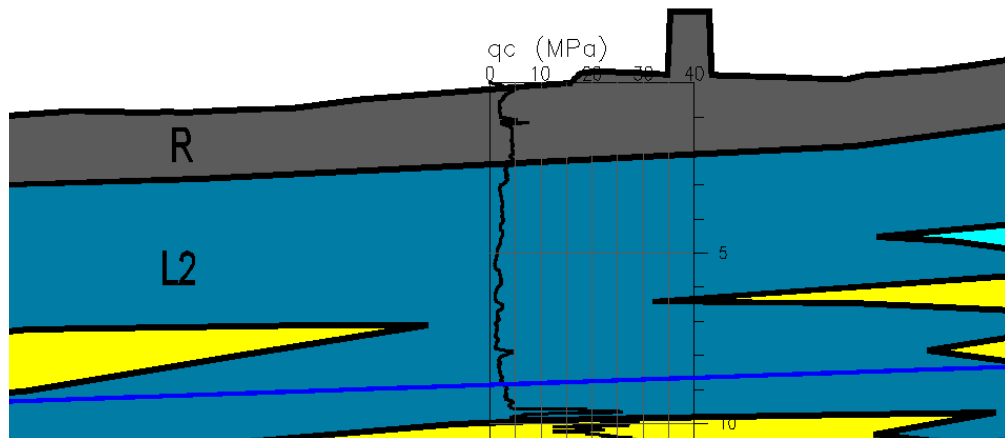
ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	8 di 126

CPTU16

[~33]

[25m]



ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	9 di 126

Per l'inquadramento geotecnico si fa riferimento alla relazione geotecnica, della quale si riportano gli stralci significativi del profilo geotecnico e dei parametri geotecnici del terreno di fondazione, del rinterro e del rinfianco.

Lo strato significativo del profilo geotecnico è l'unità
 la cui descrizione nella relazione geotecnica è:

3)L2

Peso specifico terreno	γ_t	18.0 kN/m ³
angolo d'attrito terreno	ϕ	22.0 [°]
coesione efficace terreno	c'	10.0 kN/m ²
coesione non drenata terreno	c_u	45.0 kN/m ²

I parametri geotecnici del rinterro e del terreno di rinfianco sono i seguenti:

Peso specifico rinterro	FERROVIARIO	γ_t	20.0 kN/m ³	
angolo di attrito rinterro		ϕ'	38.0 [°]	0.663 [rad]
coesione rinterro		c_u	0.0 kN/m ²	
Peso specifico terreno di rinfianco		γ_t	20.0 kN/m ³	
angolo di attrito terreno di rinfianco		ϕ'	38.0 [°]	0.663 [rad]
coesione terreno di rinfianco		c_u	0.0 kN/m ²	

FALDA

Quota falda dal p.c.	q_w	10.40 m
Peso specifico	γ_w	10.00 kN/m ³

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	10 di 126

4. TOMBINO VARATO A SPINTA

4.1. GEOMETRIA

Larghezza utile	Lint	3.50 m	<i>luce interna scatolare</i>
Altezza libera	Hint	1.20 m	<i>altezza interna scatolare</i>
Numero di canne	n	2.00	
Spessore piedritti	Sp	0.45 m	
Spessore soletta	Ss	0.45 m	
Spessore fondazione	Sf	0.55 m	
Altezza ballast	Hb	0.80 m	
Rinterro (superiore)	Hr	0.35 m	
Lunghezza traversa	Ltb	2.30 m	
Altezza traversa	Htb	0.35 m	
Ricoprimento	Hric	1.15 m	<i>Hb+Hr</i>
Larghezza totale	Ltot	8.35 m	<i>Lint+2xSPp</i>
Altezza totale	Htot	2.20 m	<i>Hint+SPs+SPf</i>

4.2. INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

$$s = B \cdot ct \cdot (q - \sigma_v0) \cdot (1 - \nu^2) / E'_{op}$$

dove:

- s = cedimento elastico totale;
- B = lato minore della fondazione;
- ct = coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (L = lato maggiore della fondazione):

$$ct = 0.853 + 0.534 \ln(L / B) \text{ rettangolare con } L / B \leq 10$$

$$ct = 2 + 0.0089 (L / B) \text{ rettangolare con } L / B > 10$$

- q = pressione media agente sul terreno;
- σ_v0 = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- ν = coefficiente di Poisson del terreno;
- E'_{op} = modulo elastico operativo del terreno sottostante.

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	11 di 126

Il valore della costante di sottofondo kw è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento pertanto, si ottiene:

$$\bullet kw = E'_{op} / [(1-\nu^2) \cdot B \cdot ct]$$

Di seguito si riportano in forma tabellare i risultati delle valutazioni effettuate per il caso in esame, avendo considerato per E'op il valore minimo tra quelli indicati per l'Unità Geotecnica in esame ed una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaborante nella diffusione dei carichi:

Unità stratigrafica

3)L2

Modulo elastico medio terreno	E'op	40000 kN/m ²	<i>(il minore tra i valori proposti)</i>
Coefficiente di Poisson medio terreno	ν	0.3	
Lato minore della fondazione	B	8.4 m	
Lato maggiore della fondazione	L	15.5 m	
Rapporto dei lati	L/B	1.9	
Coefficiente adimensionale	ct	1.183	
Costante di sottofondo	Kw	4449 kN/m ³	

.4.3. 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:

<i>asta</i>	<i>base</i>	<i>altezza</i>	<i>descrizione</i>
Asta 1	100 cm	55 cm	(soletta inferiore)
Aste 2, 4	100 cm	45 cm	(Piedritti)
Asta 3	100 cm	45 cm	(soletta superiore)

Le caratteristiche geometriche del modello e le coordinate dei nodi sono le seguenti:

Nodi

N.nodi	13
N.nodi sup	2
N.nodi inf	11
N.spazi inf	10
Linterasse	3.95 m
Hinterasse	1.70 m

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	12 di 126

Nodo	X	Z	Nodo	X	Z
1	0.000	1.700	1	0.000	1.700
2	3.950	1.700	15	-3.950	1.700
3	0.000	0.000	3	0.000	0.000
4	0.395	0.000	25	-0.395	0.000
5	0.790	0.000	24	-0.790	0.000
6	1.185	0.000	23	-1.185	0.000
7	1.580	0.000	22	-1.580	0.000
8	1.975	0.000	21	-1.975	0.000
9	2.370	0.000	20	-2.370	0.000
10	2.765	0.000	19	-2.765	0.000
11	3.160	0.000	18	-3.160	0.000
12	3.555	0.000	17	-3.555	0.000
13	3.950	0.000	16	-3.950	0.000

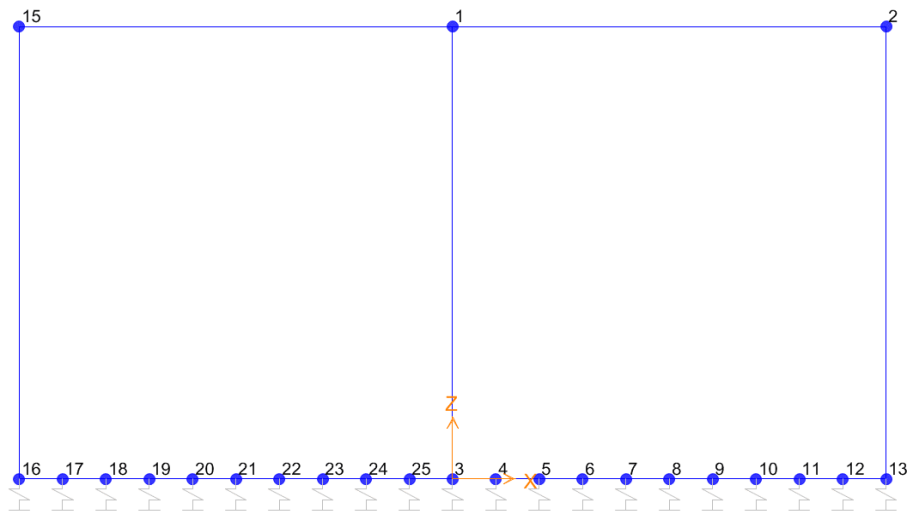
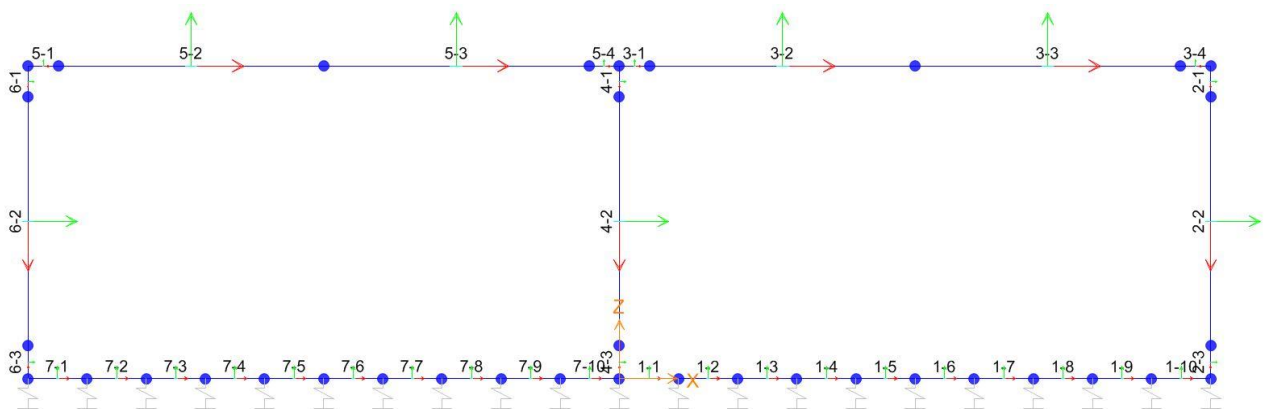


Figura 3. Numerazione nodi modello SAP



ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	13 di 126

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 il caso in esame, si assume il valore del Modulo di reazione verticale desunto dai parametri della relazione geotecnica:

Rigidità molle nodali SAP

ks		4449 kN/m ³
nodi centrali (7,6,5,4,3,-4,-5,-6,-7)		
Linfl		0.395 m
Kcentrale	ks x Linfl x 1	1757 kN/m
nodi intermedi (11,10,9,8,-11,-10,-9,-8)		
Linfl		0.395 m
Kintermedio	1,5 x ks x Linfl x 1	2636 kN/m
nodi estremità (12,13,-12,-13)		
Linfl		0.423 m
Kestremità	2,0 x ks x Linfl x 1	3759 kN/m

.4.4. ANALISI DEI CARICHI

Peso proprio della struttura (condizione DEAD)

Il peso proprio della struttura viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato.

Peso specifico calcestruzzo armato	γ_{ds}	25 kN/m ³	
peso singolo piedritto	Pp	11.25 kN/m	$\gamma_{cls} \times Sp$
peso soletta superiore	Pss	11.25 kN/m	$\gamma_{cls} \times Ss$
peso fondazione	Psf	13.75 kN/m	$\gamma_{cls} \times Sf$

Permanenti portati (condizione PERM)

peso specifico ballast	γ_b	18 kN/m ³	
altezza ballast	Hb	0.80 m	
peso ballast	Pb	14.40 kN/m	$\gamma_b \times Hb$
peso specifico rinterro	γ_r	20.0 kN/m ³	
altezza rinterro	Hr	0.35 m	
peso rinterro	Pr	7.00 kN/m	$\gamma_r \times Hr$
peso specifico massetto di protezione	γ_m	24 kN/m ³	
altezza massetto di protezione	Hm	0.05 m	
peso massetto di protezione	Pm	1.20 kN/m	$\gamma_m \times Hm$
Permanente totale	G2p	22.60 kN/m	$Pb + Pr$
Permanente nodi 1 e 2	G2P	5.09 kN	$G2p \times Sp / 2$

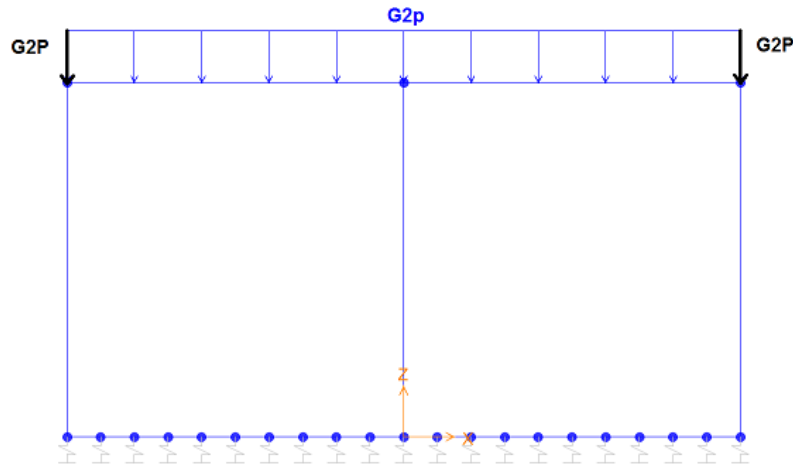


Figura 5 - Condizioni di carico PERM da SAP2000

Spinta del terreno (condizioni SPTSX e SPTDX)

angolo di attrito rinterro	ϕ'	38.0 [°]	0.663 [rad]
coefficiente spinta attiva k_a	k_a	0.238	$(1 - \sin\phi) / (1 + \sin\phi)$
coefficiente spinta riposo k_o	k_o	0.384	$(1 - \sin\phi)$
coefficiente spinta passiva k_p	k_p	4.204	$(1 + \sin\phi) / (1 - \sin\phi)$
Pressione estradosso soletta superiore	P1	8.22 kN/m ²	$k_o \times (P_b + P_r)$
Pressione asse soletta superiore	P2	9.95 kN/m ²	$k_o \times (P_b + P_r + \gamma_r \times S_s / 2)$
Pressione asse soletta inferiore	P3	23.02 kN/m ²	$k_o \times [P_b + P_r + \gamma_r \times (S_s + H_{int} + S_f / 2)]$
Pressione intradosso soletta inferiore	P4	25.14 kN/m ²	$k_o \times (P_b + P_r + \gamma_r \times H_{tot})$
Forza concentrata asse soletta superiore	F1	2.05 kN/m	$(P1 + P2) / 2 \times S_s / 2$
Forza concentrata asse soletta inferiore	F2	6.62 kN/m	$(P3 + P4) / 2 \times S_f / 2$

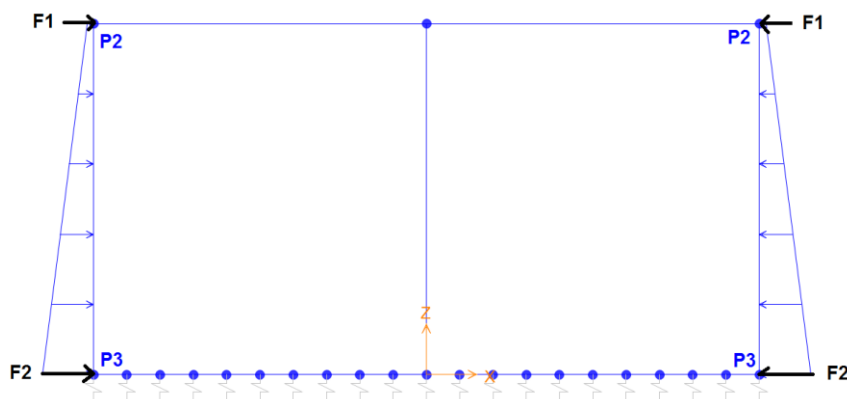


Figura 6 - Condizioni di carico SPTDX/SPTSX da SAP2000

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	15 di 126

Carichi accidentali, ripartizione carichi verticali (condizione ACCM)

In funzione delle caratteristiche geometriche dell'opera risulta più sfavorevole il carico dovuto al treno LM 71 rispetto al carico dovuto al treno SW/2.

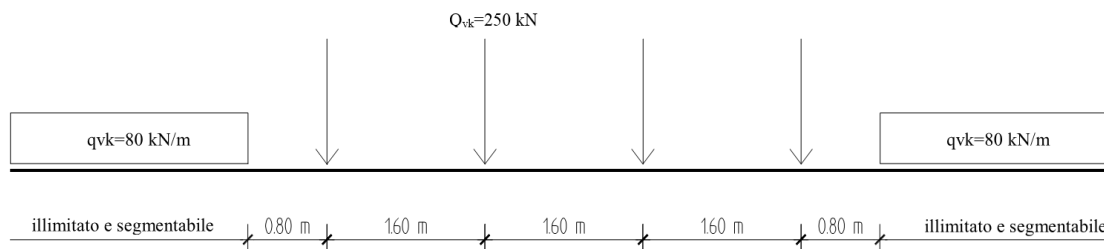


Figura 7. Treno LM71

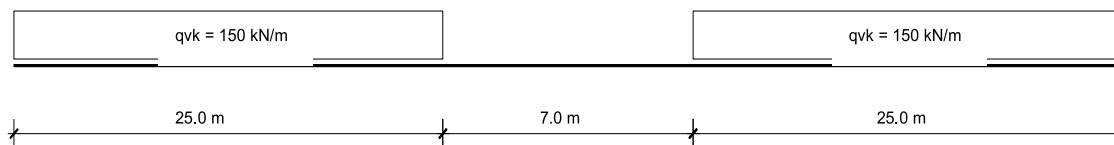


Figura 8. Treno SW/2

Per il calcolo del coefficiente dinamico Φ si fa riferimento al paragrafo 1.4.2 “effetti dinamici” delle istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari.

Considerando un normale standard manutentivo si ha:

(b) per linee con normale standard manutentivo:

$$\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 \quad \text{con la limitazione } 1.00 \leq \Phi_3 \leq 2.00 \quad (5.2.7)$$

Per il calcolo della lunghezza caratteristica L_ϕ si fa riferimento alla Tab. 5.2.II di cui nel seguito se ne

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	17 di 126

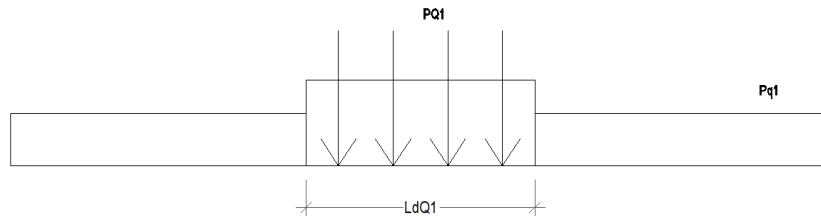


Figura 10. Carichi Treno LM71 su Ld

Sia per il calcolo delle sollecitazioni massime in mezzzeria della soletta superiore che per quelle massime all'incastro con i piedritti di detta soletta, il carico dovuto al treno LM71 viene distribuito per tutta la larghezza LdQ1 del treno di carico.

Carichi accidentali, ripartizione carichi verticali (condizione ACCM)

Standard manutentivo

NORMALE

Lunghezza media caratteristica	Lm	2.83 m	tab. 5.2.II - NTC2018
Numero di luci	nL	4.00	
Lunghezza caratteristica	Lφ	3.96 m	tab. 5.2.II - NTC2018
Incremento dinamico	Φ3	1.35	
Incremento dinamico ridotto	Φrid	1.35	
Tipo di treno di carico		LM71	
Coefficiente di adattamento	α	1.10	
Larghezza di diffusione nel ballast	Ldb	0.23 m	Diffusione 1:4 nel ballast
Larghezza di diffusione nel rinterro	Ldr	0.55 m	Diffusione secondo angolo attrito
Larghezza di diffusione nel cls	Ldc	0.45 m	Diffusione 45° nel cls
Larghezza trasv. di diffusione del carico	Ld	3.52 m	Ltb + Ldb + Ldr + Ldc
Carico distribuito per treno di carico	q1	80.00 kN/m	
Carico concentrato per treno di carico	Q1	250.00 kN	
N°. carichi concentrati per treno di carico	NQ1	4	
Larghezza distribuzione carichi conc. Q1	LdQ1	6.40 m	
Carico ripartito vert. per treno di carico (q1)	Pq1	33.73 kN/m²	$q1 \times \Phi 3 \times \alpha / Ld$
Carico ripartito vert. per treno di carico (Q1)	PQ1	65.88 kN/m²	

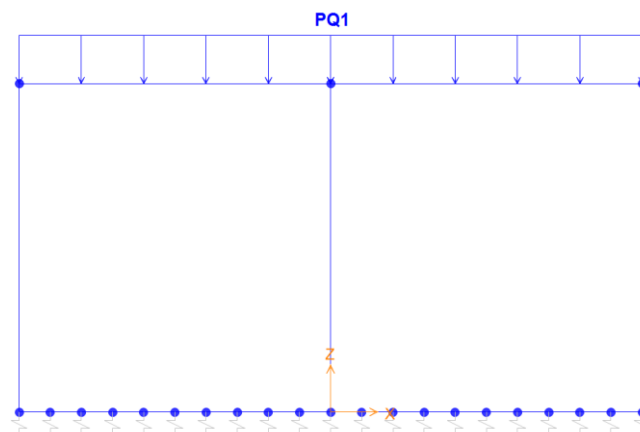


Figura 11 - Condizioni di carico ACCM da SAP2000

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	18 di 126

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

Carico distribuito per treno LM71	Sq1	9.60 kN/m ²	$(q1 \times \alpha / Ld) \times Ko$
Carico concentrato per treno LM71	SQ1	18.76 kN/m ²	$Q1 \times NQ1 \times \alpha / (Ld \times LdQ1) \times Ko$
Spinta semispessore soletta superiore	Fq1sup	4.22 kN/m	$SPQ1 \times SPs / 2$
spinta semispessore soletta inferiore	Fq1inf	5.16 kN/m	$SPQ1 \times SPi / 2$

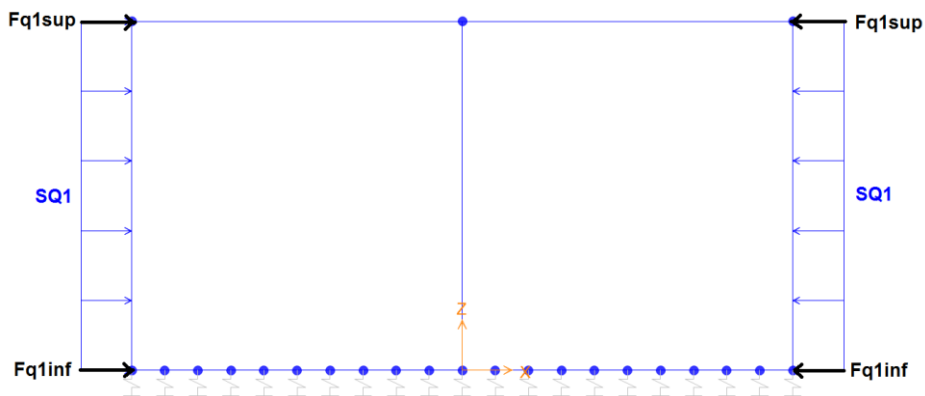


Figura 12 - Condizioni di carico SPACCDX/SPACCSX da SAP2000

Frenatura e avviamento (condizione AVV)

Avviamento e frenatura LM71	Av	33.00 kN/m	
Avviamento e frenatura LM71 distribuiti	qAv	-9.37 kN/m	Av / Ld

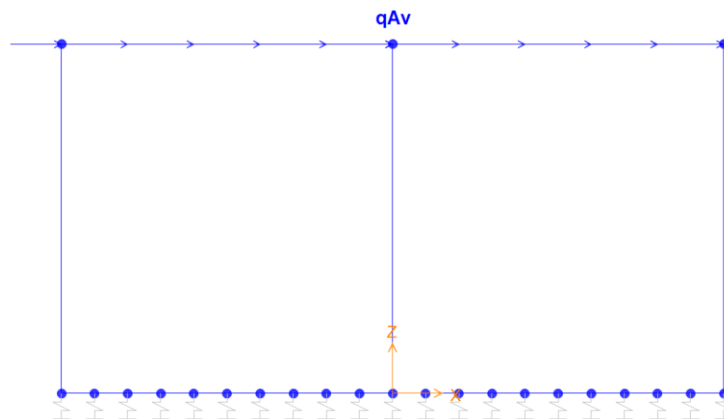


Figura 13 - Condizioni di carico AVV da SAP2000

Azioni termiche (condizione TERM)

Variazione termica uniforme	ΔT_{unif}	+ -15.00 [°]	Sulla soletta superiore
Variazione termica differenziale	ΔT_{diff}	+ -5.00 [°]	Sulla soletta superiore
Gradiente		+ -11.11 [°/m]	$\Delta T_{diff} / Ss$

Ritiro igrometrico (condizione RITIRO)

Variazione termica uniforme equivalente	ΔT_{ritiro}	- [11.70°]	Sulla soletta superiore
---	---------------------	-------------------	-------------------------

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	19 di 126

CONDIZIONI DI CARICO SISMICHE

Le forze di inerzia sullo **scatolare** (masse di peso proprio soletta superiore e piedritti, rinterro e ballast, 20% treno di carico,..) sono pari alle masse moltiplicate per kh e kv ove: $kh = \beta_M \times S \times ag/g$ e $kv = kh / 2$. Essendo lo scatolare non libero di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, $\beta_M = 1$.

vita nominale	V_N	75 anni
classe d'uso	CL	III
coefficiente d'uso	C_U	1.50
vita di riferimento = $C_U * V_N$	V_R	112.5 anni
probabilità di superamento nel periodo di riferimento	P_{VR}	10%
periodo di ritorno del sisma	T_R	1068 anni

Spettro di risposta in accelerazione della componente orizzontale
Coordinate del sito in oggetto:

Latitudine	40.63188
Longitudine	14.89906

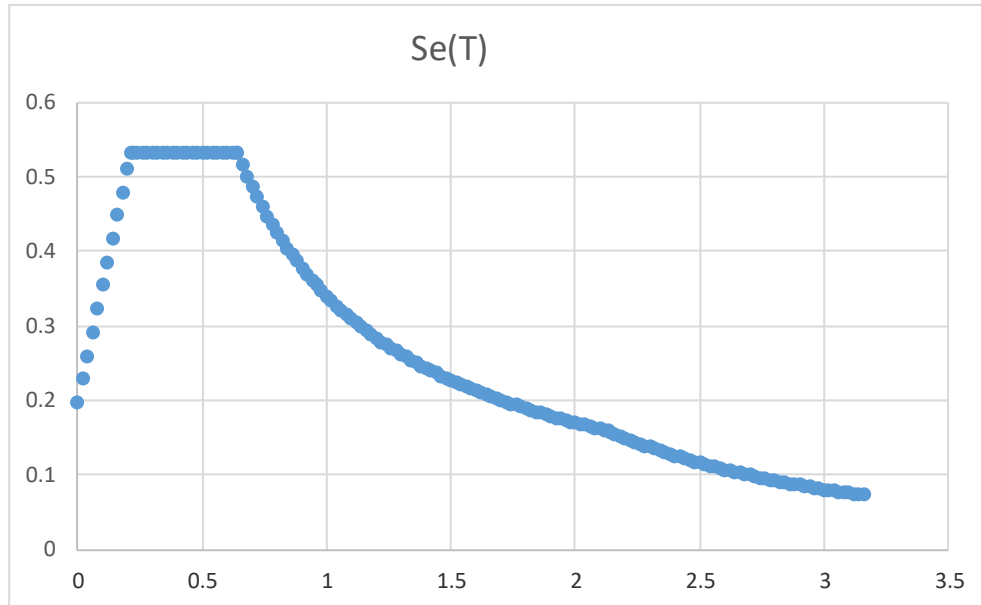
Parametri sismici di progetto
spettro di risposta in accelerazione della componente orizzontale

accelerazione massima orizzontale al bedrock	ago	0.133 g
fattore amplificazione massima spettro accelerazione	F_0	2.695 sec
periodo inizio tratto a velocità costante spettro acc. orizz.	T^*c	0.477
categoria sottosuolo		C
categoria topografica		T1
amplificazione topografica	S_T	1.000
smorzamento viscoso convenzionale	ξ	5%
fattore di correzione per $\xi <> 5\%$	η	1.000

Tab.3.2.V	S_s	C_c	S_s	C_c
A	1.00	1.00	1.48	1.34
B	1.20	1.28		
C	1.48	1.34		
D	1.80	1.81		
E	1.60	1.55		

coefficiente amplificazione stratigrafica	S_s	1.485
coefficiente di amplificazione	S	1.485
coefficiente categoria sottosuolo	C_c	1.341
periodo inizio tratto a accelerazione costante = $T_c / 3$	T_B	0.213 sec
periodo inizio tratto a velocità costante = $C_c * T^*c$	T_C	0.639 sec
periodo inizio tratto a spostamento costante = $4 * ag/g + 1,6$	T_D	2.132 sec
accelerazione massima orizzontale al suolo = $S_s \times S_t \times ag/g$	ago,max	0.197 g

SPETTRO ORIZZONTALE ELASTICO SLV



Forze di inerzia (condizione SismaH)

Forza di inerzia treno di carico - (%)

% **20%**

Forza orizzontale sulla soletta di copertura

$F''h$ **9.05** kN/m $(P_{ss}+P_b+P_r+%P_{Q1}) \times kb$

Forza orizzontale su singolo piedritto

$F''h$ **2.22** kN/m² $P_p \times kb$

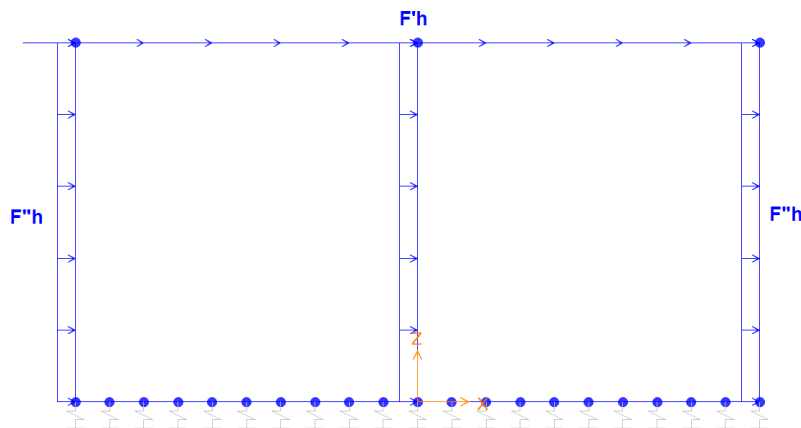


Figura 14 - Condizioni di carico SISMA H da SAP2000

Forze di inerzia (condizione SismaV)

Forza di inerzia treno di carico - (%)

% 20%

Forza verticale sulla soletta di copertura

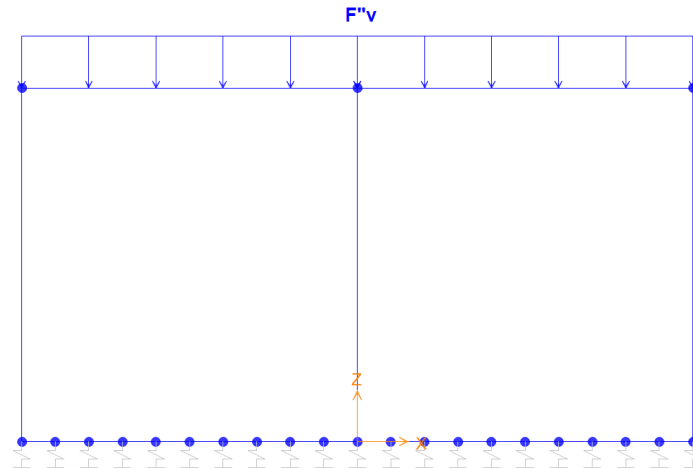
 $F''v$ **4.53** kN/m² $(P_{ss}+P_b+P_r+%P_{Q1}) \times k_v$


Figura 15 - Condizioni di carico SISMA V da SAP2000

Spinta sismica terreno - Teoria di WOOD (condizioni SPSPDX e SPSSX)

Forza distribuita su uno solo dei piedritti

 qW **15.76** kN/m² $(%P_{Q1}+G2p+\gamma_r \times H_{tot}) \times (a_{go,max}$

Forza concentrata nodo superiore piedritto

 QW_{sup} **3.55** kN $qW \times S_s / 2$

Forza concentrata nodo inferiore piedritto

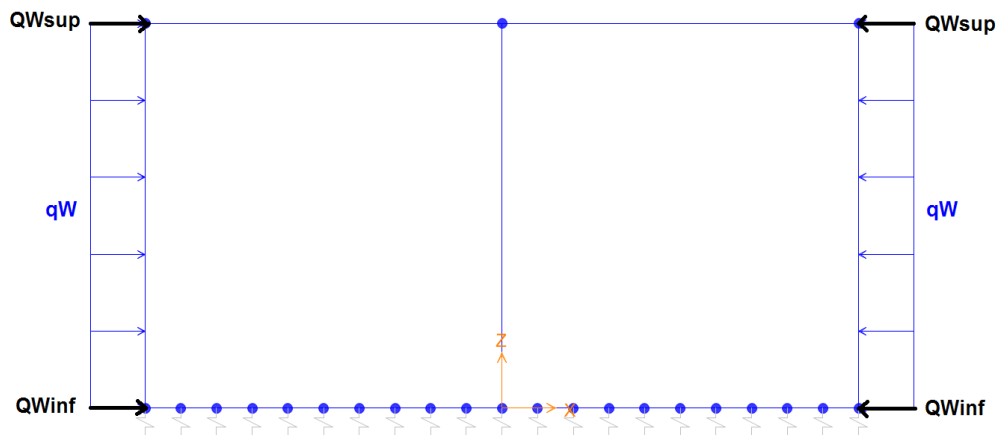
 QW_{inf} **4.33** kN $qW \times S_f / 2$


Figura 16 - Condizioni di carico SPSPDX/SPSSX da SAP2000

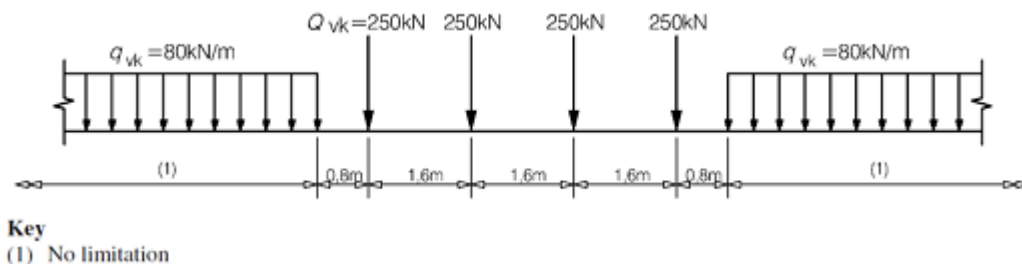
ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	22 di 126

Di seguito si effettua la valutazione del carico equivalente previsto dalle Specifiche Tecniche di Interoperabilita con cui si da evidenza che l'opera in esame è idonea a sostenere tale carico.

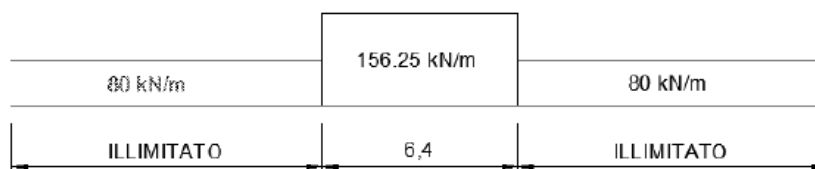
Il modello di carico LM71 citato dalle S.T.I. è definito nella norma EN 1991-2:2003/AC:2010.



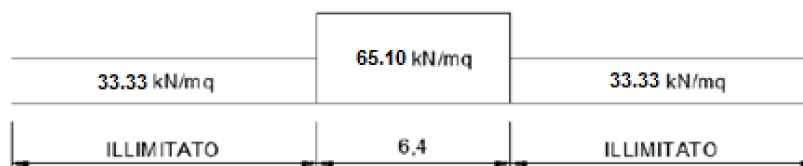
Il carico equivalente si ricava dalla ripartizione trasversale e longitudinale dei carichi per effetto delle traverse e del ballast previsti dalla stessa norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

Considerando i 4 carichi assiali da 250 kN e la relativa distribuzione longitudinale, il carico verticale equivalente a metro lineare agente alla quota della piattaforma ferroviaria (convenzionalmente a 70 cm dal piano del ferro) risulta pari a:

$$p = \frac{4 \times 250}{4 \times 1.60} = 156.25 \text{ kPa}$$



Considerando che la distribuzione trasversale dei carichi è su una larghezza massima di 3 m secondo quanto previsto da EN 1991 – 2:2003/AC:2010, si utilizza una larghezza di progetto pari a 2,40 m in quanto risulta cautelativo rispetto a quanto previsto dalla norma sopra citata. Si ricava, quindi, il carico equivalente unitario agente alla quota della piattaforma ferroviaria:

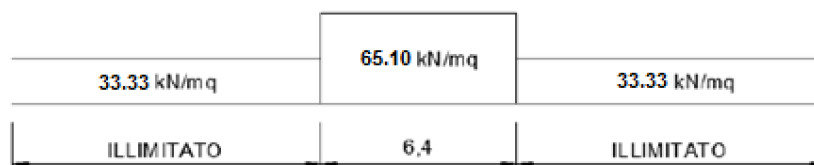


A tali carichi si deve applicare il coefficiente α relativo alle categorie S.T.I. come indicato nella tabella 11 di seguito riportata:

Tabella 11
Fattore alfa (α) per la progettazione di strutture nuove

Tipo di traffico	Valore minimo del fattore alfa (α)
P1, P2, P3, P4	1,0
P5	0,91
P6	0,83
P1520	Punto in sospeno
P1600	1,1
F1, F2, F3	1,0
F4	0,91
F1520	Punto in sospeno
F1600	1,1

Nel caso in esame, il coefficiente α è pari ad 1.0 perché le categorie di traffico sono P4 per il traffico passeggeri ed F2 per il traffico merci per cui alle opere si applicano i seguenti carichi equivalenti:



In conclusione nell'opera in oggetto la ripartizione del carico a quota del piano di regolamento è stata effettuata considerando una distribuzione in senso trasversale secondo una pendenza di 1 a 4 all'interno del ballast per cui risulta:

$$Ld = 2.4 + 0.40 / 4 * 2 = 2.60 \text{ m}$$

anziché:

$$Ld = 3.0 + 0.40 / 4 * 2 = 3.20 \text{ m}$$

come previsto dalla EN 1991 – 2:2003/AC:2010 che risulterebbe meno gravoso.

Longitudinalmente invece i carichi assiali sono stati distribuiti uniformemente su 6.4 m.

A tali carichi è stato applicato un coefficiente α pari a 1.1 come indicato nel manuale di progettazione per cui in definitiva il carico considerato a quota della piattaforma ferroviaria è pari a:

- $q_1 = 4 * 250 / 6.4 / 2.60 = 60.10 \text{ kN/m}^2$
- $q_2 = 80 / 2.60 = 30.77 \text{ kN/m}^2$

a vantaggio di sicurezza rispetto ai carichi calcolati con riferimento alle STI.

4.6. COMBINAZIONI DI CARICO

Gli effetti dei carichi verticali, dovuti alla presenza dei convogli, vengono sempre combinati con le altre azioni

derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti di cui alla Tabella 5.2.IV del DM 17/01/2018 di seguito riportata, In particolare, per ogni gruppo viene individuata una azione dominante che verrà considerata per intero; per le altre azioni, vengono definiti diversi coefficienti di combinazione. Ogni gruppo massimizza una particolare condizione alla quale la struttura dovrà essere verificata.

Tab. 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
1	Primo	1,0 (LM 71"++SW/0)	-	1,0 SW/2
	Primo	1,0 (LM 71"++SW/0)	-	1,0 SW/2
2	secondo	1,0 (LM 71"++SW/0)	-	1,0 (LM 71"++SW/0)
	Primo	1,0 (LM 71"++SW/0)	0,75 (LM 71"++SW/0)	1,0 SW/2
≥3	secondo	1,0 (LM 71"++SW/0)	0,75 (LM 71"++SW/0)	1,0 (LM 71"++SW/0)
	Altri	-	0,75 (LM 71"++SW/0)	-

⁽¹⁾ LM71 "++" SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM 71, SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Tab. 5.2.IV -Valutazione dei carichi da traffico

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,0	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,0	0,0	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,0	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6;0,4)	-	0,8 (0,6;0,4)	0,8 (0,6;0,4)	0,8 (0,6;0,4)	Fessurazione

(1) Includendo tutti i valori (F; a; etc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1.0), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1,2 e 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali

I valori campiti in grigio rappresentano l'azione dominante.

Nelle tabelle sopra riportate è indicato un coefficiente per gli effetti a sfavore di sicurezza e, tra parentesi, un coefficiente, minore del precedente, per gli effetti a favore di sicurezza.

In fase di combinazione, ai fini delle verifiche degli SLU e SLE per la verifica delle tensioni, si sono considerati i soli Gruppo 1 e 3, mentre per la verifica a fessurazione è stato utilizzato il Gruppo 4. Nella tabella 5.2.III vengono

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

25 di 126

riportati i carichi da utilizzare in caso di impalcati con due, tre o più binari caricati.

I Gruppi definiscono le azioni che nelle diverse combinazioni sono generalmente definite come Q_{ki} .

I coefficienti di amplificazione dei carichi g e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

In particolare nel calcolo della struttura scatolare si fa riferimento alla combinazione A1 STR.

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico g_r della Tab. 5.2.IV.

⁽⁵⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁶⁾ 1,20 per effetti locali

 Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	g^r_1	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
Gruppi di	g^r_2	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
carico	g^r_3	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	g^r_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

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 LM71	ACCM
Spinta del carico acc. (LM71) sulla parete Sx	SPACCSX
Spinta del carico acc. (LM71) Sulla parete Dx	SPACCDX
Avviamento e frenatura	AVV
Variazione termica sulla soletta superiore	ENV_TERM
Ritiro	RITIRO
Azione sismica orizzontale	Sisma H
Azione sismica Verticale	Sisma V
Incremento sismico della spinta sul terreno	SPSDX/SX

La 4 condizioni di carico termiche:

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

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

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 riportano di seguito le combinazioni allo SLU di carico ritenute più significative in base all'esperienza.

Combinazione fondamentale:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Nelle tabelle seguenti sono riportate le combinazioni di carico SLU, SLV e SLE utilizzate. Nelle combinazioni si tiene conto sia della spinta delle terre SPTSX al 100% e SPTDX al 100% che del loro sbilanciamento con SPTSX al 100% e SPTDX al 60%, sbilanciamento concorde con il verso di AVV e SISMAH per massimizzare le caratteristiche di sollecitazione. Lo sbilanciamento è tenuto in conto nelle combinazioni tramite i coefficienti evidenziati in rosso, corrispondenti ai coefficienti della spinta SPTDX moltiplicati per il coefficiente di combinazione 0,60.

ELABORATI GENERALI
 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	27 di 126

Combinazioni di carico SLU (non sismiche)

	1slu	2slu	3slu	4slu	5slu	6slu	7slu	8slu	9slu	10slu	11slu	12slu	13slu
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
PERM	1.35	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
SPTSX	1	1	1	1	1.35	1.35	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35
SPTDX	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1
ACCM	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.45	0	1.45	1.45	1.16	1.16	1.015
SPACCSX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.45	0	0	0
SPACCDX	1.35	0	0	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.16	1.16	1.015
AVV	1.35	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.45	0	0	0	0	0	1.45
ENV_TERM	0	0	0	0	0	0	-0.9	0	0.9	-0.9	-1.5	1.5	0.9
RITIRO	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

Combinazioni di carico SLU (non sismiche)

	14slu	15slu	16slu	17slu	18slu	19slu	20slu	21slu	22slu	23slu	24slu	25slu	26slu
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
PERM	1.35	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
SPTSX	1	1	1	1	1.35	1.35	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35
SPTDX	0.6	0.6	0.6	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.6	0.6	0.6	0.6
ACCM	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.45	0	1.45	1.45	1.16	1.16	1.015
SPACCSX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.45	0	0	0
SPACCDX	1.35	0	0	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.16	1.16	1.015
AVV	1.35	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.45	0	0	0	0	0	1.45
ENV_TERM	0	0	0	0	0	0	-0.9	0	0.9	-0.9	-1.5	1.5	0.9
RITIRO	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

ELABORATI GENERALI

 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

NN1X

LOTTO

00

CODIFICA

D 78

DOCUMENTO

CL IN0000 004

REV.

A

FOGLIO

28 di 126

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.30 \times E_Z \quad \text{oppure} \quad E = \pm 0.30 \times E_Y \pm 1.00 \times E_Z$$

Combinazioni di Carico Sismiche SLV								
	sh1	sh2	sh3	sh4	sv1	sv2	sv3	sv4
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTSX	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTDX	1	1	1	1	1	1	1	1
ACCM	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
SPACCSX	0	0	0	0	0	0	0	0
SPACCDX	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
AVV	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
ENV_TERM	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
RITIRO	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma H	1	1	1	1	0.3	0.3	0.3	0.3
Sisma V	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-1	1	-1	1
SPSDX	0	0	1	1	0	0	0.3	0.3
SPSSX	1	1	0	0	0.3	0.3	0	0

Combinazioni di Carico Sismiche SLV								
	sh5	sh6	sh7	sh8	sv5	sv6	sv7	sv8
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTSX	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTDX	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
ACCM	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
SPACCSX	0	0	0	0	0	0	0	0
SPACCDX	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
AVV	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
ENV_TERM	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
RITIRO	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma H	1	1	1	1	0.3	0.3	0.3	0.3
Sisma V	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-1	1	-1	1
SPSDX	0	0	1	1	0	0	0.3	0.3
SPSSX	1	1	0	0	0.3	0.3	0	0

Le combinazioni sismiche vanno eseguite in entrambe le direzioni pertanto le combinazioni SH vanno ripetute per Sisma H = -1 e le combinazioni SV per Sisma V=-0.3.

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

29 di 126

Si riportano infine, le combinazioni di carico agli stati limite di esercizio SLE ritenute più significative.

Combinazione rara

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazioni di carico SLE						
	1sle	2sle	3sle	4sle	5sle	6sle
DEAD	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1
SPTSX	1	1	1	1	1	1
SPTDX	0.8	0.8	0.8	0.48	0.48	0.48
ACCM	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SPACCSX	0.8	0.8	0	0.8	0.8	0
SPACCDX	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
AVV	-0.8	0.8	-0.8	-0.8	0.8	-0.8
ENV_TERM	-0.6	0.6	-0.6	-0.6	0.6	-0.6
RITIRO	0	0	1	0	0	1

Oltre alle verifiche agli stati limite ultimi di tipo strutturale, sono prese in considerazione anche le verifiche agli stati limite ultimi di tipo geotecnico secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3) di cui alle NTC2018, relative a condizioni di collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

ELABORATI GENERALI

 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

30 di 126

4.7. CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI

4.7.1. Involuppo SLU/SLV

CANNA DESTRA

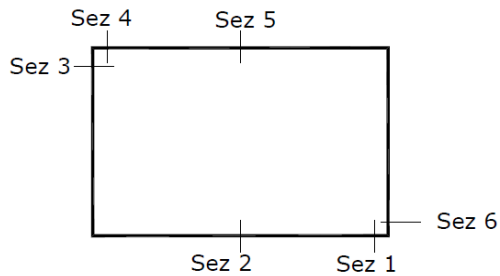
Text Frame	m Station	Text OutputCase	Text CaseType	Text StepType	KN P	KN V2	KN-m M3
1	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	301.7	325.3
1	0.395	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	304.8	273.7
1	0.395	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	256.2	273.7
1	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	263.6	178.1
1	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	215.1	178.1
1	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	222.4	105.1
1	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	174.2	105.1
1	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	181.5	46.5
1	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	133.5	46.5
1	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	140.9	3.8
1	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	69.3	3.8
1	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	76.6	-16.0
1	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	6.9	-16.0
1	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	12.9	-12.3
1	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-16.9	-12.3
1	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-11.5	11.5
1	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-37.4	11.5
1	3.55	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-32.1	52.9
1	3.55	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-61.7	52.9
1	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-59.3	86.4
1	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	63.4	53.0
1	0.395	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	65.7	38.3
1	0.395	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	50.9	38.3
1	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	56.4	9.5
1	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	41.8	9.5
1	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	47.2	-27.4
1	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	32.8	-27.4
1	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	38.2	-83.3
1	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	23.9	-83.3
1	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	29.3	-125.7
1	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	8.1	-125.7
1	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	13.6	-145.3
1	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-18.7	-145.3
1	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-11.4	-141.8
1	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-76.5	-141.8
1	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-69.2	-117.6
1	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-134.0	-117.6
1	3.55	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-126.7	-75.2
1	3.55	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-221.9	-75.2
1	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-218.6	-42.5

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	31 di 126

2	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-69.4	31.7	-22.8
2	0.8	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-75.8	50.1	-11.7
2	1.375	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-82.3	73.4	8.3
2	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-295.4	-132.6	-159.6
2	0.8	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-304.1	-112.8	-105.4
2	1.375	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-312.8	-97.8	-108.4
3	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	19.1	-60.0	-2.1
3	1.1	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	19.1	-31.1	126.9
3	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	19.1	8.3	183.3
3	2.85	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	19.1	124.8	143.4
3	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	19.1	252.0	7.5
3	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-194.7	-280.2	-196.4
3	1.1	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-182.5	-153.1	-16.1
3	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-170.4	-25.9	6.8
3	2.85	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-158.2	25.9	-12.8
3	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-146.9	54.6	-132.5
4	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-132.6	75.6	36.0
4	0.8	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-139.1	75.6	3.8
4	1.375	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-145.6	75.6	27.9
4	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-608.1	-40.0	-19.5
4	0.8	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-616.8	-41.2	-7.5
4	1.375	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-625.6	-42.5	-51.0



SEZIONE	P	V2	M3
01	0.0	304.8	325.3
02	0.0	0.0	145.3
03	-69.4	132.6	159.6
04	19.1	280.2	196.4
05	19.1	0.0	183.3
06	-82.3	132.6	108.4

ELABORATI GENERALI

 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

32 di 126

CANNA SINISTRA

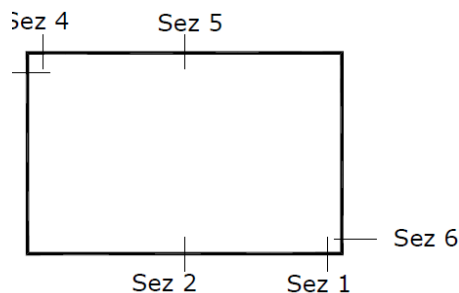
CANNA SX							
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN-m
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	M3
7	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	223.0	77.9
7	0.4	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	226.3	44.1
7	0.4	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	123.4	44.1
7	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	130.7	2.9
7	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	62.4	2.9
7	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	69.7	-8.2
7	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	6.7	-8.2
7	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	12.2	-11.9
7	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-12.4	-11.9
7	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-7.0	0.2
7	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-31.9	0.2
7	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-26.4	45.0
7	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-43.2	45.0
7	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-37.8	106.1
7	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-54.9	106.1
7	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-49.5	181.3
7	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-66.8	181.3
7	3.555	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-61.4	286.7
7	3.555	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-77.7	286.7
7	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-75.4	340.4
7	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	60.0	-88.0
7	0.4	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	62.4	-126.4
7	0.4	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	29.4	-126.4
7	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	34.8	-171.7
7	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	11.7	-171.7
7	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	17.1	-190.6
7	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-22.8	-190.6
7	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-15.5	-183.0
7	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-89.3	-183.0
7	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-81.9	-149.3
7	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-155.6	-149.3
7	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-148.2	-90.2
7	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-197.2	-90.2
7	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-189.8	-17.7
7	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-238.7	-17.7
7	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-231.3	2.9
7	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-280.0	2.9
7	3.555	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-272.7	28.2
7	3.555	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-321.2	28.2
7	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-318.0	41.5

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	33 di 126

4	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-132.6	75.6	36.0
4	0.8	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-139.1	75.6	3.8
4	1.375	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-145.6	75.6	27.9
4	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-608.1	-40.0	-19.5
4	0.8	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-616.8	-41.2	-7.5
4	1.375	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-625.6	-42.5	-51.0
5	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	26.0	-59.2	3.5
5	1.1	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	26.0	-28.1	141.7
5	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	26.0	17.7	183.6
5	2.85	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	26.0	144.8	129.6
5	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	26.0	271.9	-11.9
5	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-173.9	-264.6	-168.5
5	1.1	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-161.8	-137.5	-7.6
5	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-149.6	-10.4	6.9
5	2.85	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-137.5	26.2	-15.8
5	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-137.3	55.0	-165.2
6	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-74.0	172.7	191.4
6	0.8	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-80.5	164.9	104.4
6	1.375	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-86.9	154.4	103.7
6	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-308.0	-31.8	14.4
6	0.8	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-316.8	-42.4	16.7
6	1.375	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-325.5	-56.5	0.1



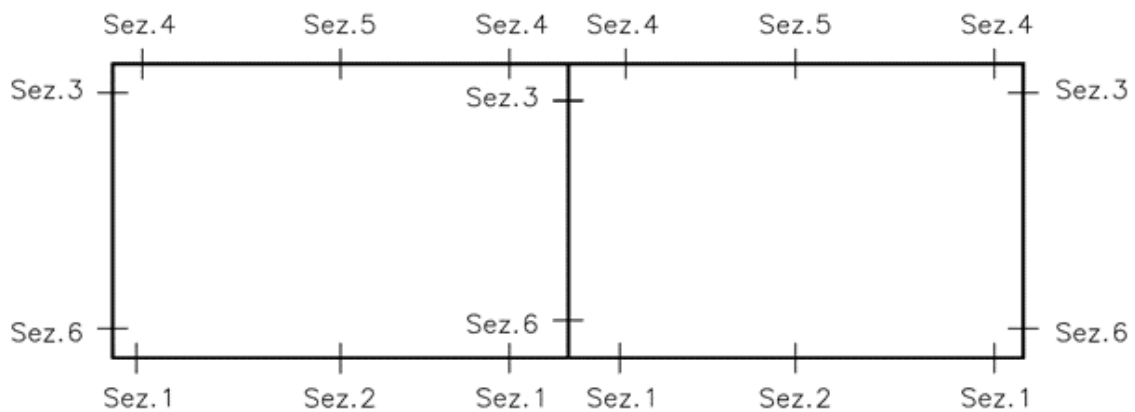
SEZIONE	P	V2	M3
01	0.0	321.2	340.4
02	0.0	0.0	190.6
03	-74.0	172.7	191.4
04	26.0	271.9	168.5
05	26.0	0.0	183.6
06	-86.9	172.7	103.7

Di seguito si riporta la tabella relativa alle massime sollecitazioni ottenute per le varie sezioni dimensionanti.

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	34 di 126

MAX			
SEZIONE	P	V2	M3
01	0.0	321.2	340.4
02	0.0	0.0	190.6
03	-69.4	172.7	191.4
04	26.0	280.2	196.4
05	26.0	0.0	183.6
06	-82.3	172.7	108.4



ELABORATI GENERALI

 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

NN1X

LOTTO

00

CODIFICA

D 78

DOCUMENTO

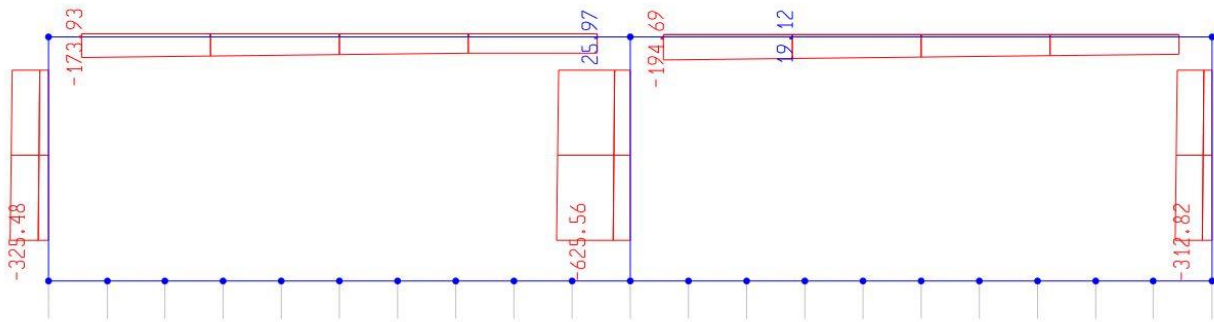
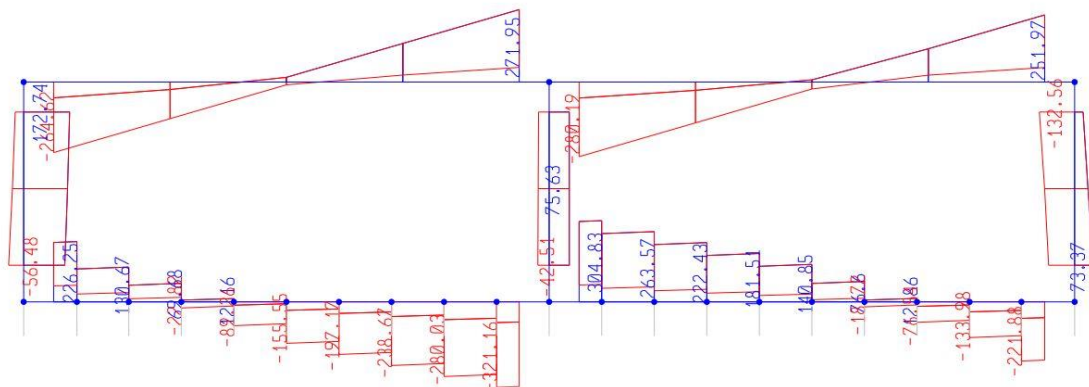
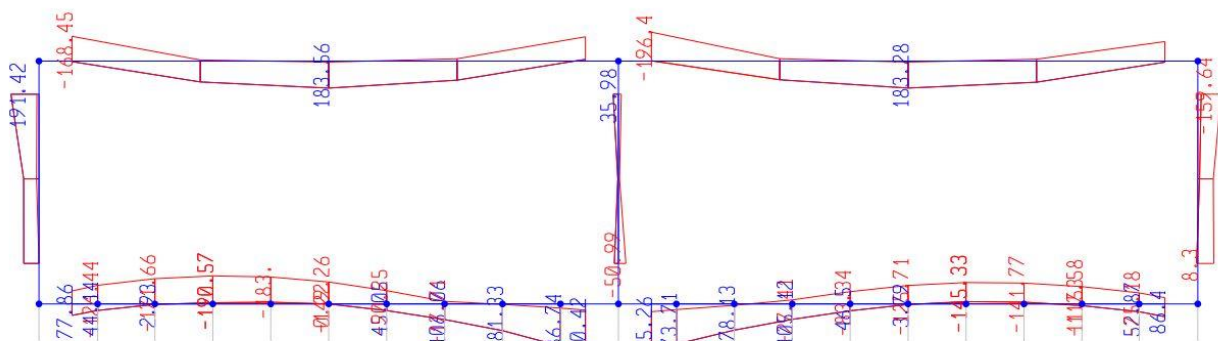
CL IN0000 004

REV.

A

FOGLIO

35 di 126

Diagrammi di involuppo delle sollecitazioni: ENVELOPE SLU/SLV

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.

4.7.2. Involuppo SLE (rara)

ELABORATI GENERALI

 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

36 di 126

CANNA DESTRA

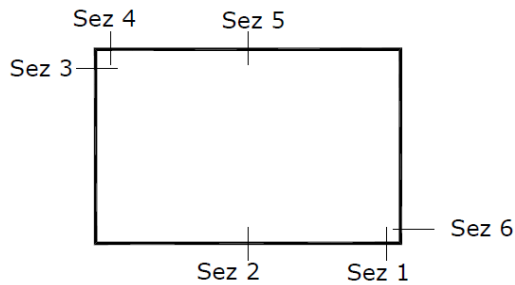
CANNA DX							
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN-m
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	M3
1	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	188.0	213.2
1	0.395	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	190.4	181.3
1	0.395	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	160.4	181.3
1	0.79	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	165.8	117.4
1	0.79	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	135.7	117.4
1	1.185	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	141.1	63.4
1	1.185	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	111.0	63.4
1	1.58	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	116.4	19.6
1	1.58	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	86.3	19.6
1	1.975	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	91.7	-13.6
1	1.975	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	46.4	-13.6
1	2.37	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	51.9	-30.8
1	2.37	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	6.7	-30.8
1	2.765	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	12.1	-32.3
1	2.765	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	-33.4	-32.3
1	3.16	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	-28.0	-18.3
1	3.16	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	-73.7	-18.3
1	3.55	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	-68.3	10.9
1	3.55	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	-130.0	10.9
1	3.725	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	-127.6	34.4
1	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	159.7	107.8
1	0.395	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	162.0	80.4
1	0.395	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	133.0	80.4
1	0.79	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	138.4	26.8
1	0.79	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	109.6	26.8
1	1.185	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	115.1	-17.5
1	1.185	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	86.6	-17.5
1	1.58	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	92.0	-55.5
1	1.58	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	63.8	-55.5
1	1.975	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	69.2	-90.0
1	1.975	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	27.3	-90.0
1	2.37	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	32.7	-109.4
1	2.37	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-9.1	-109.4
1	2.765	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-3.7	-113.1
1	2.765	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-45.1	-113.1
1	3.16	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-39.7	-101.0
1	3.16	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-81.1	-101.0
1	3.55	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-75.7	-73.2
1	3.55	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-138.4	-73.2
1	3.725	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-136.0	-49.7

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	37 di 126

2	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-166.1	-11.4	-54.2
2	0.8	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-172.5	2.0	-43.1
2	1.375	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-179.0	19.1	-1.8
2	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-184.2	-111.7	-113.4
2	0.8	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-190.7	-97.3	-61.3
2	1.375	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-197.1	-83.5	-57.5
3	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	8.2	-146.3	-25.7
3	1.1	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	1.5	-70.4	74.7
3	1.975	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-5.2	5.5	108.7
3	2.85	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-11.9	81.4	76.3
3	3.725	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-18.6	157.3	-22.3
3	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-122.3	-164.5	-114.9
3	1.1	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-115.5	-88.6	-6.7
3	1.975	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-108.8	-12.7	34.7
3	2.85	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-113.6	63.2	-0.3
3	3.725	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-120.3	139.2	-101.9
4	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-346.8	30.8	15.1
4	0.8	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-353.3	30.8	3.4
4	1.375	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-359.8	30.8	23.9
4	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-363.8	-35.7	-17.2
4	0.8	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-370.3	-35.7	-2.6
4	1.375	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-376.8	-35.7	-20.4



SEZIONE	P	M3
01	0.0	213.2
02	0.0	113.1
03	-166.1	113.4
04	8.2	114.9
05	8.2	108.7
06	-179.0	57.5

ELABORATI GENERALI

 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

38 di 126

CANNA SX

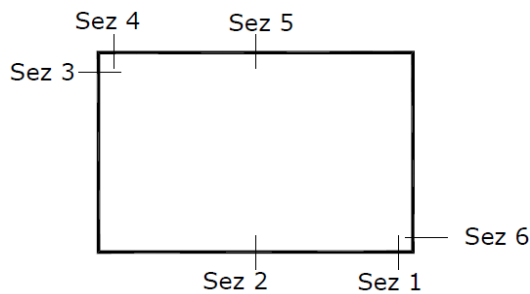
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN-m
	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	M3
7	0.225	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	136.0	52.2
7	0.4	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	138.4	29.3
7	0.4	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	76.1	29.3
7	0.79	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	81.4	-0.7
7	0.79	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	40.4	-0.7
7	1.185	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	45.9	-17.1
7	1.185	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	4.7	-17.1
7	1.58	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	10.1	-19.2
7	1.58	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-31.4	-19.2
7	1.975	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-26.0	-6.7
7	1.975	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-67.7	-6.7
7	2.37	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-62.3	20.9
7	2.37	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-90.4	20.9
7	2.765	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-85.0	58.9
7	2.765	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-113.3	58.9
7	3.16	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-107.9	106.4
7	3.16	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-136.6	106.4
7	3.555	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-131.2	163.5
7	3.555	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-160.2	163.5
7	3.725	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-157.8	192.5
7	0.225	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	126.5	-46.7
7	0.4	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	128.9	-70.1
7	0.4	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	68.9	-70.1
7	0.79	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	74.3	-98.2
7	0.79	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	29.0	-98.2
7	1.185	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	34.4	-110.7
7	1.185	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-10.8	-110.7
7	1.58	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-5.4	-107.5
7	1.58	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-50.3	-107.5
7	1.975	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-44.9	-88.7
7	1.975	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-89.9	-88.7
7	2.37	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-84.5	-54.9
7	2.37	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-114.5	-54.9
7	2.765	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-109.1	-17.8
7	2.765	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-139.1	-17.8
7	3.16	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-133.7	25.9
7	3.16	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-163.8	25.9
7	3.555	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-158.3	78.8
7	3.555	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-188.3	78.8
7	3.725	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-186.0	105.8

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	39 di 126

4	0.225	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-346.8	30.8	15.1
4	0.8	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-353.3	30.8	3.4
4	1.375	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-359.8	30.8	23.9
4	0.225	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-363.8	-35.7	-17.2
4	0.8	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-370.3	-35.7	-2.6
4	1.375	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-376.8	-35.7	-20.4
5	0.225	ENVELOPE SLERA Combinati Max	11.0	-137.4	-4.1
5	1.1	ENVELOPE SLERA Combinati Max	4.3	-61.5	85.8
5	1.975	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-2.4	14.4	109.3
5	2.85	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-9.1	90.4	66.7
5	3.725	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-15.8	166.3	-38.0
5	0.225	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-121.7	-156.7	-101.0
5	1.1	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-115.0	-80.8	0.0
5	1.975	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-110.2	-4.9	34.6
5	2.85	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-116.9	71.0	-7.6
5	3.725	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-123.6	146.9	-116.5
6	0.225	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-164.3	112.2	111.8
6	0.8	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-170.7	95.5	62.1
6	1.375	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-177.2	76.3	70.6
6	0.225	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-183.6	-17.0	41.5
6	0.8	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-190.1	-24.9	42.3
6	1.375	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-196.5	-35.3	2.4



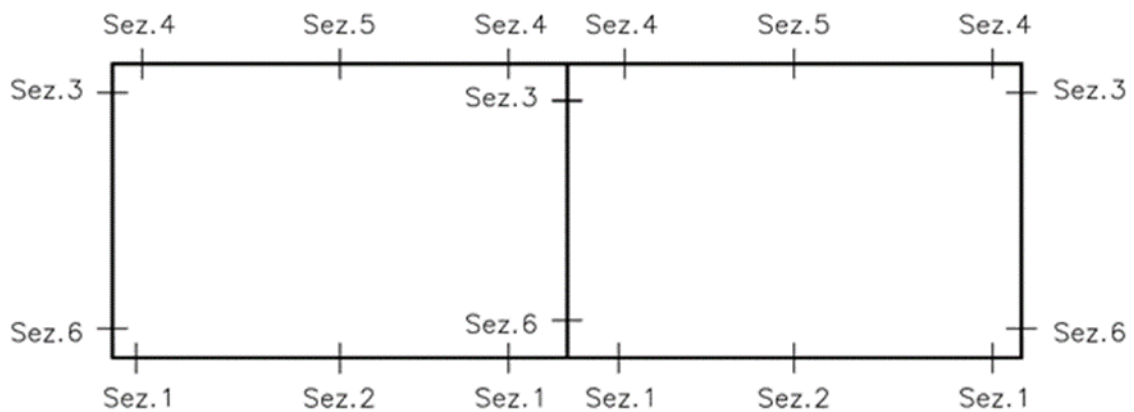
SEZIONE	P	M3
01	0.0	192.5
02	0.0	110.7
03	-164.3	111.8
04	11.0	116.5
05	11.0	109.3
06	-177.2	70.6

Di seguito si riporta la tabella relativa alle massime sollecitazioni ottenute per le varie sezioni dimensionanti.

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	40 di 126

MAX		
SEZIONE	P	M3
01	0.0	213.2
02	0.0	113.1
03	-164.3	113.4
04	11.0	116.5
05	11.0	109.3
06	-177.2	70.6



ELABORATI GENERALI

 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

NN1X

LOTTO

00

CODIFICA

D 78

DOCUMENTO

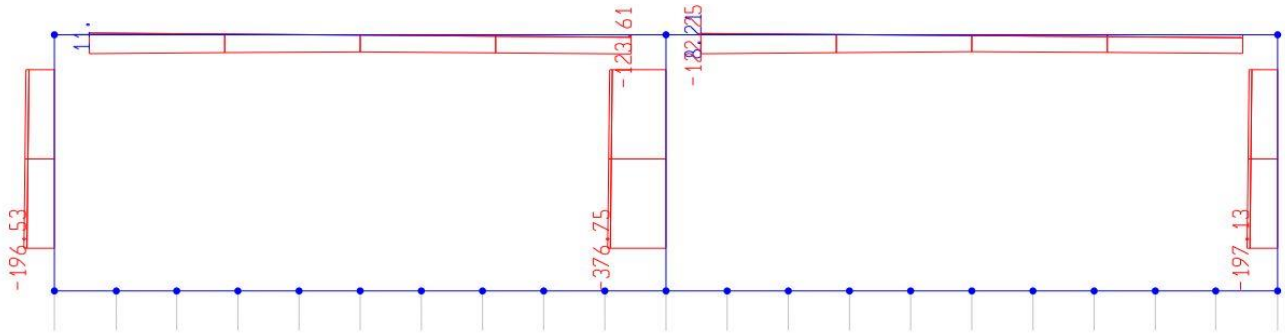
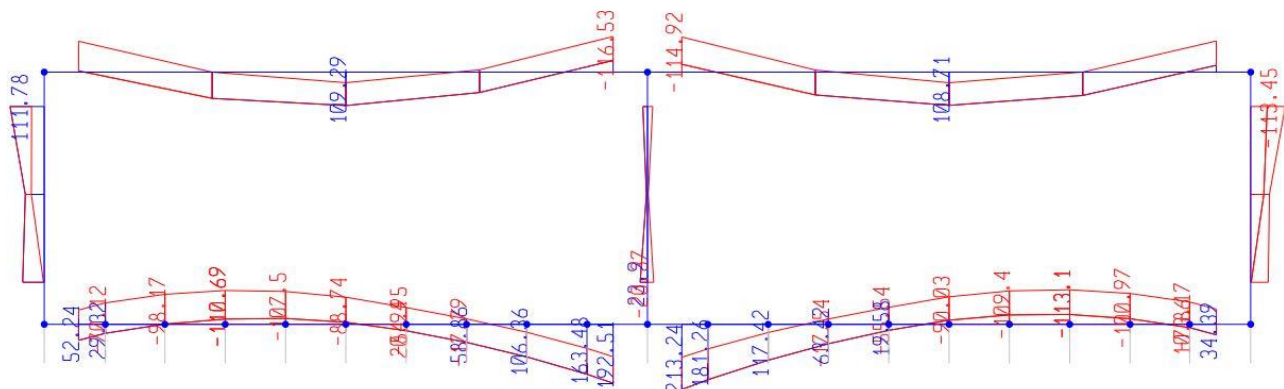
CL IN0000 004

REV.

A

FOGLIO

41 di 126

Diagrammi di involuppo delle sollecitazioni: ENVELOPE SLE (rara)

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.

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	42 di 126

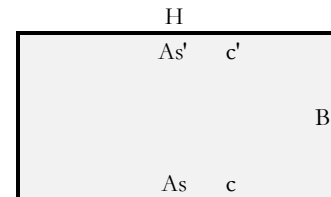
Oggetto:

Tombino BICANNE IN29_6+592

Sezione n°. 01

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm
H	Altezza sezione rettangolare	550 mm
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm
d	Altezza utile = H-c	480 mm
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	0.0 kN
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	340.4 kNm
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	321.2 kN
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm
Fi1	1° diametro armatura tesa	20
Fi2	2° diametro armatura tesa	
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	
As'	Armatura superiore compressa	0 mmq
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm
s. Staffe	Passo staffe	200 mm
bracci	Numero Bracci staffe	2
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	2.0 [range: 1,0-2,5]
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90.0°
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1131 mmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R
Msle	Momento di esercizio [(+)]	213.2 kNm
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	0.0 kN
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0.20 mm
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck
sigsR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk

Geometria della Sezione:

Dati di Output:
SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S	Coeff.Sfrutt.Max	95%
Mrd	Momento ultimo resistente	544 kNm	Coeff.Sfrutt.	63%
Vrd	Taglio ultimo resistente senza staffe	256 kN	Coeff.Sfrutt.	126%
Vrd	Taglio ultimo resistente	382 kN		84%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	3 kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-52 Mpa	Coeff.Sfrutt.	15%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	160 Mpa	Coeff.Sfrutt.	45%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-6 Mpa	Coeff.Sfrutt.	33%
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	165 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0.19 mm	Coeff.Sfrutt.	95%

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	43 di 126

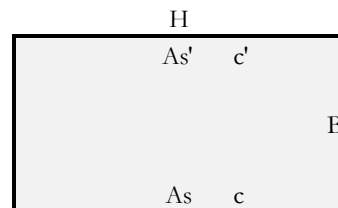
Oggetto:

Tombino BICANNE IN29_6+592

Sezione n°. 02

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm	
H	Altezza sezione rettangolare	550 mm	
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm	
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm	
d	Altezza utile = H-c	480 mm	
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa	
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa	
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	0.0 kN	
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	190.6 kNm	
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	0.0 kN	
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm	
Fi1	1° diametro armatura tesa	20	
Fi2	2° diametro armatura tesa		
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10	
n2	N°. Barre 2° armatura tesa		
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq	
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq	
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm	
s. Staffe	Passo staffe	200 mm	
bracci	Numero Bracci staffe	2	
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	2.0 [range: 1,0-2,5]	
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90.0°	
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1131 mmq/m	11.31 cmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R	
Msle	Momento di esercizio [(+)]	113.1 kNm	
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	0.0 kN	
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0.20 mm	
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck	
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck	
sigsR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk	

Geometria della Sezione:

Dati di Output:
SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S	Coeff.Sfrutt.Max	46%
Mrd	Momento ultimo resistente	544 kNm	Coeff.Sfrutt.	35%
Vrd	Taglio ultimo resistente senza staffe	256 kN	Coeff.Sfrutt.	0%
Vrd	Taglio ultimo resistente	382 kN	Coeff.Sfrutt.	0%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	3 kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-21 Mpa	Coeff.Sfrutt.	6%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	85 Mpa	Coeff.Sfrutt.	24%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-3 Mpa	Coeff.Sfrutt.	15%
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	170 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0.09 mm	Coeff.Sfrutt.	46%

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	44 di 126

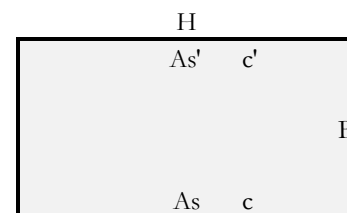
Oggetto:

Tombino BICANNE IN29_6+592

Sezione n°. 03

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm	
H	Altezza sezione rettangolare	450 mm	
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm	
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm	
d	Altezza utile = H-c	380 mm	
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa	
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa	
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	-69.4 kN	
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	191.4 kNm	
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	172.7 kN	
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm	
Fi1	1° diametro armatura tesa	16	
Fi2	2° diametro armatura tesa		
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10	
n2	N°. Barre 2° armatura tesa		
As'	Armatura superiore compressa	2011 mmq	
As	Armatura inferiore tesa	2011 mmq	
Fi Staffe	Diametro staffe	mm	
s. Staffe	Passo staffe	200 mm	
bracci	Numero Bracci staffe	0	
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	2.0 [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
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R	
Mslc	Momento di esercizio [(+)]	113.4 kNm	
Nslc	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	-164.3 kN	
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0.20 mm	
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck	
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck	
sigsR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk	

Geometria della Sezione:

Dati di Output:
SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S	Coeff.Sfrutt.Max	84%
Mrd	Momento ultimo resistente	294 kNm	Coeff.Sfrutt.	65%
Vrd	Taglio ultimo resistente senza staffe	207 kN	Coeff.Sfrutt.	84%
Vrd	Taglio ultimo resistente	207 kN	Coeff.Sfrutt.	84%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	0 kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-37 Mpa	Coeff.Sfrutt.	10%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	128 Mpa	Coeff.Sfrutt.	36%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-5 Mpa	Coeff.Sfrutt.	28%
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	123 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0.14 mm	Coeff.Sfrutt.	72%

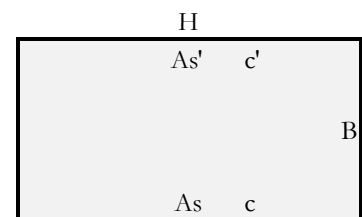
ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	45 di 126

Oggetto:
[Tombino BICANNE IN29_6+592](#)
[Sezione n°. 04](#)
Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm	
H	Altezza sezione rettangolare	450 mm	
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm	
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm	
d	Altezza utile = H-c	380 mm	
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa	
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa	
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	26.0 kN	
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	196.4 kNm	
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	280.2 kN	
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm	
Fi1	1° diametro armatura tesa	20	
Fi2	2° diametro armatura tesa		
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10	
n2	N°. Barre 2° armatura tesa		
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq	
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq	
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm	
s. Staffe	Passo staffe	200 mm	
bracci	Numero Bracci staffe	2	
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	2.0 [range: 1,0-2,5]	
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90.0°	
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1131 mmq/m	11.31 cmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R	
Msle	Momento di esercizio [(+)]	116.5 kNm	
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	11.0 kN	
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0.20 mm	
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck	
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck	
sigsR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk	

Geometria della Sezione:

Dati di Output:
SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S	Coeff.Sfrutt.Max	93%
Mrd	Momento ultimo resistente	417 kNm	Coeff.Sfrutt.	47%
Vrd	Taglio ultimo resistente senza staffe	226 kN	Coeff.Sfrutt.	124%
Vrd	Taglio ultimo resistente	303 kN	Coeff.Sfrutt.	93%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	2 kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-28 Mpa	Coeff.Sfrutt.	8%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	114 Mpa	Coeff.Sfrutt.	32%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-4 Mpa	Coeff.Sfrutt.	22%
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	115 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0.14 mm	Coeff.Sfrutt.	69%

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	46 di 126

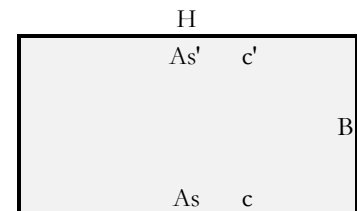
Oggetto:

Tombino BICANNE IN29_6+592

Sezione n°. 05

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm	
H	Altezza sezione rettangolare	450 mm	
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm	
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm	
d	Altezza utile = H-c	380 mm	
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa	
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa	
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	26.0 kN	
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	183.6 kNm	
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	0.0 kN	
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm	
Fi1	1° diametro armatura tesa	20	
Fi2	2° diametro armatura tesa		
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10	
n2	N°. Barre 2° armatura tesa		
As'	Armatura superiore compressa	2655 mmq	
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq	
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm	
s. Staffe	Passo staffe	200 mm	
bracci	Numero Bracci staffe	2	
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	2.0 [range: 1,0-2,5]	
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90.0°	
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1131 mmq/m	11.31 cmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R	
Mslc	Momento di esercizio [(+)]	109.3 kNm	
Nslc	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	11.0 kN	
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0.20 mm	
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck	
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck	
sigcR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk	

Geometria della Sezione:

Dati di Output:
SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S	Coeff.Sfrutt.Max	65%
Mrd	Momento ultimo resistente	417 kNm	Coeff.Sfrutt.	44%
Vrd	Taglio ultimo resistente senza staffe	226 kN	Coeff.Sfrutt.	0%
Vrd	Taglio ultimo resistente	303 kN	Coeff.Sfrutt.	0%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	2 kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-27 Mpa	Coeff.Sfrutt.	8%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	107 Mpa	Coeff.Sfrutt.	30%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-4 Mpa	Coeff.Sfrutt.	21%
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	115 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0.13 mm	Coeff.Sfrutt.	65%

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	47 di 126

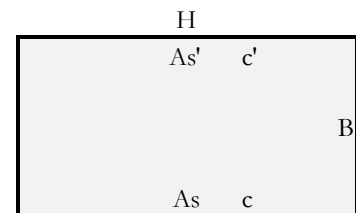
Oggetto:

Tombino BICANNE IN29_6+592

Sezione n°. 06

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm	
H	Altezza sezione rettangolare	450 mm	
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm	
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm	
d	Altezza utile = H-c	380 mm	
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa	
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa	
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	-82.3 kN	
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	108.4 kNm	
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	172.7 kN	
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm	
Fi1	1° diametro armatura tesa	16	
Fi2	2° diametro armatura tesa	0	
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10 Armatura tesa filante	2011 mmq
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	0 Armatura di raffittim.	0 mmq
As'	Armatura superiore compressa	2011 mmq	
As	Armatura inferiore tesa	2011 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	2.5 [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
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R	
Mslc	Momento di esercizio [(+)]	70.6 kNm	
Nslc	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	-177.2 kN	
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq,Perm)	0.20 mm	
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck	
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck	
sigsR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk	

Geometria della Sezione:

Dati di Output:
SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S	Coeff.Sfrutt.Max	83%
Mrd	Momento ultimo resistente	296 kNm	Coeff.Sfrutt.	37%
Vrd	Taglio ultimo resistente senza staffe	208 kN	Coeff.Sfrutt.	83%
Vrd	Taglio ultimo resistente	208 kN	Coeff.Sfrutt.	83%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	0 kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-26 Mpa	Coeff.Sfrutt.	7%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	63 Mpa	Coeff.Sfrutt.	17%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-3 Mpa	Coeff.Sfrutt.	17%
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	124 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0.07 mm	Coeff.Sfrutt.	35%

Si riportano i coefficienti di sfruttamento nelle sezioni notevoli per le verifiche SLU/SLV/SLE:

SINTESI VERIFICHE SEZIONI NOTEVOLI:							
SL	VERIF	SEZ01	SEZ02	SEZ03	SEZ04	SEZ05	SEZ06
SLU	Med/Mrd	63%	35%	65%	47%	44%	37%
SLU	Ved/Vrd	84%	0%	84%	93%	0%	83%
SLE	(sigse/sigsr)s	15%	6%	10%	8%	8%	7%
SLE	(sigse/sigsr)i	45%	24%	36%	32%	30%	17%
SLE	(sigce/sigcr)s	33%	15%	28%	22%	21%	17%
SLE	wk/wklim	95%	46%	72%	69%	65%	35%
	MAX	95%	46%	84%	93%	65%	83%
	MAX	95%					

I coefficienti di sfruttamento sono tutti inferiori all'unità e pertanto le verifiche risultano soddisfatte.

4.9. ARMATURA DI RIPARTIZIONE

Le armature di ripartizione delle pareti e della soletta vengono dimensionate per sostenere gli effetti del ritiro igrometrico i quali generano una trazione pura per deformazioni impedita a causa della soletta inferiore gettata precedentemente e che può aver dissipato tali effetti.

La ϵ ritiro induce nel calcestruzzo una tensione di trazione superiore alla sua resistenza a trazione, ne deriva la fessurazione e il trasferimento di tutta la trazione sull'acciaio teso. Per ottenere delle fessure uniformemente distribuite e non concentrate in alcuni punti con ampiezze macroscopiche, si applica un principio di non plasticizzazione delle armature. Per limitare l'ampiezza delle fessure, pur distribuite, che si ottengono applicando tale principio, si applica quanto previsto al § 7.3.2 dell'Eurocodice 2 - UNI EN 1992 1-1: "Aree minime di armatura", in particolare la formula (7.1):

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	49 di 126

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}$$

dove:

 $A_{s,min}$ è l'area minima di armatura nella zona tesa;

 A_{ct} è l'area di calcestruzzo nella zona tesa. La zona tesa è quella parte della sezione che risulta in trazione subito dopo la formazione della prima fessura; è pari a tutta l'area della sezione per trazione pura, alla metà per flessione;

 σ_s è la massima tensione ammessa nell'armatura subito dopo la formazione della fessura. Tale tensione può essere assunta pari alla tensione di snervamento f_{yk} dell'armatura. Può essere però necessario fissare un valore minore per soddisfare i limiti di apertura delle fessure secondo il massimo diametro o la massima spaziatura tra le barre (vedere punto 7.3.3).

 $f_{ct,eff}$ è il valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo al momento in cui si suppone insorgano le prime fessure;

 $f_{ct,eff} = f_{ctm}$ se la formazione delle fessure è prevista prima di 28d;

 k è il coefficiente che tiene conto degli effetti di tensioni auto-equilibrate non uniformi, $k=1$
 k_c è il coefficiente che tiene conto del tipo di distribuzione delle tensioni all'interno della sezione subito prima della fessurazione e della variazione del braccio di leva; $k_c=1$ per trazione, $k_c=0,4$ per flessione, $k_c = 0,4 \cdot (1 - \text{funz}(\sigma_c))$ nel caso flessione combinata con sforzo normale.

base della sezione		1000 mm
altezza della sezione		450 mm
area sezione calcestruzzo	A_{ct}	450000 mm ²
tensione di snervamento acciaio	f_{yk}	450 Mpa
resist. Caratt. Cilindrica cls a compressione	f_{ck}	30 Mpa
tensione resistente cls a trazione	$f_{ct,eff}=0,3(f_{ck})^{2/3}$	2.90 Mpa
coefficiente k_c	k_c	1.00
coefficiente k	k	1.00
area minima acciaio teso nella sezione	$A_{s,min}$	2896 mm ²

 P.to 7.3.3 EC2 1992:1-1): Dove è disposta l'armatura minima indicata al punto 7.3.2, le ampiezze delle fessure non dovrebbero essere eccessive se: per fessurazione causata principalmente da deformazioni impediti, il diametro delle barre non eccede quello dato nel prospetto 7.2N, dove la tensione nell'acciaio è quella che si ha subito dopo la fessurazione [cioè il termine σ_s nell'espressione (7.1)];

prospetto 7.2N

Diametri massimi delle barre ϕ_s^* per il controllo della fessurazione¹⁾

Tensione nell'acciaio ²⁾ [MPa]	Diametro massimo delle barre [mm]		
	$w_k = 0,4$ mm	$w_k = 0,3$ mm	$w_k = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-

1) I valori nel prospetto sono basati sulle seguenti assunzioni:
 $c = 25$ mm; $f_{ct,eff} = 2,9$ MPa; $h_{cr} = 0,5$; $(h - d) = 0,1 h$; $k_1 = 0,8$; $k_2 = 0,5$; $k_c = 0,4$; $k = 1,0$; $k_t = 0,4$ e $k' = 1,0$.

2) Sotto la combinazione di carico pertinente.

Il diametro massimo delle barre si raccomanda sia modificato come segue:

Trazione (la sezione è tutta tesa):

$$\phi_s = \phi_s^* (f_{ct,eff} / 2,9) h_{cr} / (8(h-d)) \quad (7.7N)$$

dove:

 ϕ_s è il diametro massimo "modificato" delle barre;

 ϕ_s^* è il diametro massimo dato nel prospetto 7.2N;

 h è l'altezza totale della sezione;

 h_{cr} è l'altezza della zona tesa subito prima della fessurazione, considerando i valori caratteristici della forza di precompressione e delle forze assiali sotto la combinazione di azioni quasi-permanente;

 d è l'altezza utile valutata rispetto al baricentro dello strato più esterno di armatura ordinaria.

 Se tutta la sezione è tesa $h-d$ è la minima distanza tra il baricentro dello strato di armatura e il lembo esterno della sezione (considerare ciascun lembo se la barra non è disposta simmetricamente).

Verifica armatura trasversale:

diametro barre trasversali	Φ_{trav}	14 mm	< F_s	Verifica soddisfatta
passo barre trasversali	passo	100 mm		
N.strati barre trasvers. (sup.+inf.+intermedi)	n.strati	2		
Area barre trasversali	A_s	3079 mm ²		
stato tensionale barre dopo fessurazione	σ_s	423 mm ²	< f_{yk}	Verifica soddisfatta
ϕ barre da tabella 7.2N x σ_s e $w_k=0,2$ mm	ϕ_s^*	8 mm		
altezza zona tesa prima della fessurazione	h_{cr}	450 mm		
altezza totale sezione	h	450 mm		
copriferro (asse barre)	c	50 mm		
altezza utile sezione	d	400 mm		
diametro massimo modificato utilizzabile	ϕ_s	36 mm	(= F_s)	

4.10. RIEPILOGO ARMATURE

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	51 di 126

A seguire il riepilogo delle armature del tombino:

Pareti di spessore	45 cm		
con armatura principale esterna	F16 /100		2011 mm ²
con armatura principale interna	F16 /100		2011 mm ²
Soletta superiore di spessore	45 cm		
con armatura principale superiore	F20 /100		3142 mm ²
con armatura principale inferiore	F20 /100		3142 mm ²
Soletta inferiore di spessore	55 cm		
con armatura principale superiore	F20 /100		3142 mm ²
con armatura principale inferiore	F20 /100		3142 mm ²

Le pareti non hanno armatura a taglio.

 La soletta superiore necessita di armatura a taglio **F12 /200** dir.princ. /500 dir.trasv.

 La soletta inferiore necessita di armatura a taglio **F12 /200** dir.princ. /500 dir.trasv.

(Le armature a taglio sono state disposte ove non risultano soddisfatte le verifiche con V_{rd} senza armatura a taglio)

Le armature di ripartizione sono:

	Armature di ripartizione:	Area:	% Arm. principale:
Pareti	F14 /100 2 strati	3078.8 mm ²	77% di 4021 mm ²
Soletta superiore	F14 /100 2 strati	3078.8 mm ²	49% di 6283 mm ²
Soletta inferiore	F14 /100 2 strati	3078.8 mm ²	49% di 6283 mm ²

Incidenza armature:

Larghezza utile	Lint	3.00 m	Spessore piedritti	Sp	0.45 m
Altezza libera	Hint	1.20 m	Spessore soletta	Ss	0.45 m
incidenza sovrapp.		20%	Spessore fondazione	Sf	0.55 m
			copriferro	c	0.07 m

Elem.	Ø1 sup/int [mm]	pass1 [mm]	Ø2 sup/int [mm]	pass2 [mm]	Ø3 inf/ext [mm]	pass3 [mm]	Ø4 inf/ext [mm]	pass4 [mm]	Øleg [mm]	Øleg pass1 [mm]	Øleg pass2 [mm]
piedritto	16	100	0	1000	16	100	0	1000	0	1000	1000
soletta	20	100	0	1000	20	100	0	1000	12	200	500
fondaz.	20	100	0	1000	20	100	0	1000	12	200	500
ripartiz.	14	100	x	2 strati							
Elem.	LØ [m]	Lleg [mm]	Vol [m ³]	Peso [kg]	incid [kg/m ³]	Inc.%					
piedritto	2.68	0.51	0.5	102	188	19%					
soletta	4.38	0.51	1.8	280	160	26%					
fondaz.	4.58	0.61	2.1	296	138	28%					
ripartiz.			5.0	296	59	27%					
TOTALE			5.0	1076	216	100%					

5. TOMBINO GETTATO IN OPERA
5.1. GEOMETRIA

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	52 di 126

Larghezza utile	Lint	3.50 m	<i>luce interna scatolare</i>
Altezza libera	Hint	2.00 m	<i>altezza interna scatolare</i>
Numero di canne	n	2.00	
Spessore piedritti	Sp	0.45 m	
Spessore soletta	Ss	0.45 m	
Spessore fondazione	Sf	0.55 m	
Altezza ballast	Hb	0.80 m	
Rinterro (superiore)	Hr	0.30 m	
Lunghezza traversa	Ltb	2.30 m	
Altezza traversa	Htb	0.35 m	
Ricoprimento	Hric	1.10 m	<i>Hb+Hr</i>
Larghezza totale	Ltot	8.35 m	<i>Lint+2xSPp</i>
Altezza totale	Htot	3.00 m	<i>Hint+SPs+SPf</i>

5.2. INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

$$\bullet s = B \cdot ct \cdot (q - \sigma_{v0}) \cdot (1 - \nu^2) / E'_{op}$$

dove:

- s = cedimento elastico totale;
- B = lato minore della fondazione;
- ct = coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (L = lato maggiore della fondazione):

$$ct = 0.853 + 0.534 \ln(L / B) \text{ rettangolare con } L / B \leq 10$$

$$ct = 2 + 0.0089 (L / B) \text{ rettangolare con } L / B > 10$$

- q = pressione media agente sul terreno;
- σ_{v0} = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- ν = coefficiente di Poisson del terreno;
- E'_{op} = modulo elastico operativo del terreno sottostante.

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	53 di 126

Il valore della costante di sottofondo kw è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento pertanto, si ottiene:

$$\bullet kw = E'_{op} / [(1-\nu^2) \cdot B \cdot ct]$$

Di seguito si riportano in forma tabellare i risultati delle valutazioni effettuate per il caso in esame, avendo considerato per E'op il valore minimo tra quelli indicati per l'Unità Geotecnica in esame ed una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaborante nella diffusione dei carichi:

Unità stratigrafica

3)L2

Modulo elastico medio terreno	E'op	40000 kN/m ²	<i>(il minore tra i valori proposti)</i>
Coefficiente di Poisson medio terreno	ν	0.3	
Lato minore della fondazione	B	8.4 m	
Lato maggiore della fondazione	L	6.8 m	
Rapporto dei lati	L/B	0.8	
Coefficiente adimensionale	ct	0.743	
Costante di sottofondo	Kw	7082 kN/m ³	

.5.3. 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:

<i>asta</i>	<i>base</i>	<i>altezza</i>	<i>descrizione</i>
Asta 1	100 cm	55 cm	(soletta inferiore)
Aste 2, 4	100 cm	45 cm	(Piedritti)
Asta 3	100 cm	45 cm	(soletta superiore)

Le caratteristiche geometriche del modello e le coordinate dei nodi sono le seguenti:

Nodi

N.nodi	13
N.nodi sup	2
N.nodi inf	11
N.spazi inf	10
Linterasse	3.95 m
Hinterasse	2.50 m

ELABORATI GENERALI
 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	54 di 126

Nodo	X	Z	Nodo	X	Z
1	0.000	2.500	1	0.000	2.500
2	3.950	2.500	15	-3.950	2.500
3	0.000	0.000	3	0.000	0.000
4	0.395	0.000	25	-0.395	0.000
5	0.790	0.000	24	-0.790	0.000
6	1.185	0.000	23	-1.185	0.000
7	1.580	0.000	22	-1.580	0.000
8	1.975	0.000	21	-1.975	0.000
9	2.370	0.000	20	-2.370	0.000
10	2.765	0.000	19	-2.765	0.000
11	3.160	0.000	18	-3.160	0.000
12	3.555	0.000	17	-3.555	0.000
13	3.950	0.000	16	-3.950	0.000

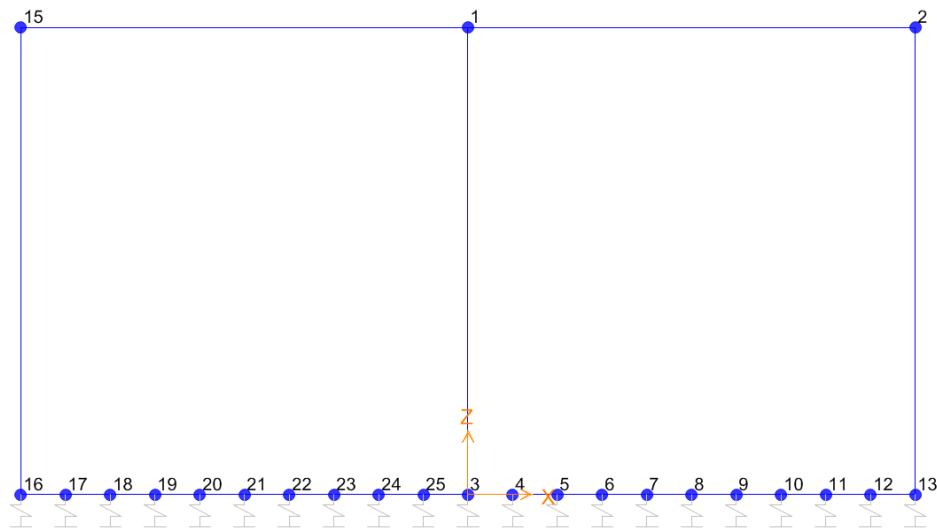


Figura 3. Numerazione nodi modello SAP

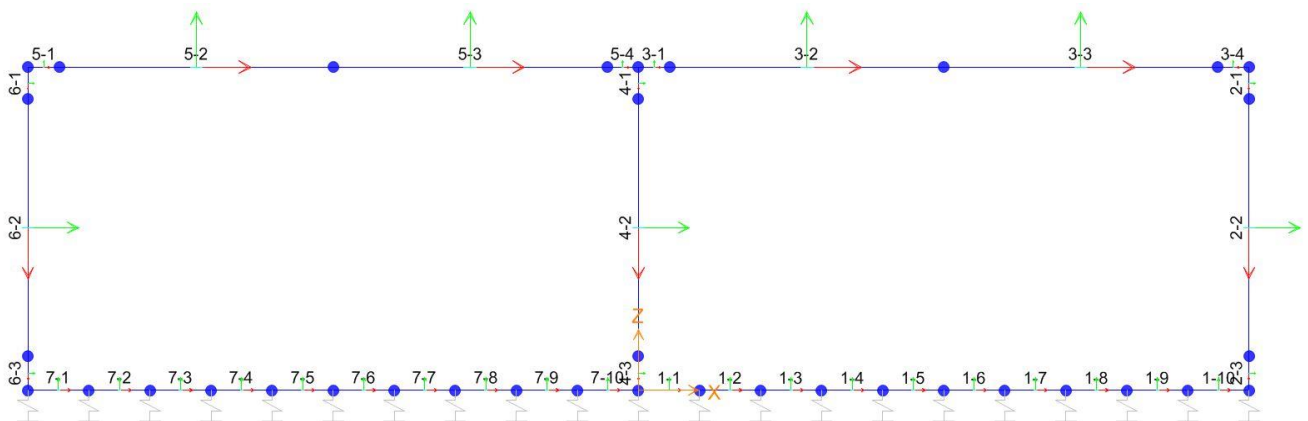


Figura 4: Individuazione elementi modello SAP

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	55 di 126

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 il caso in esame, si assume il valore del Modulo di reazione verticale desunto dai parametri della relazione geotecnica:

Rigidità molle nodali SAP

ks		5238 kN/m ³
nodi centrali (7,6,5,4,3,-4,-5,-6,-7)		
Linfl		0.395 m
Kcentrale	ks x Linfl x 1	2069 kN/m
nodi intermedi (11,10,9,8,-11,-10,-9,-8)		
Linfl		0.395 m
Kintermedio	1,5 x ks x Linfl x 1	3103 kN/m
nodi estremità (12,13,-12,-13)		
Linfl		0.423 m
Kestremità	2,0 x ks x Linfl x 1	4426 kN/m

.5.4. ANALISI DEI CARICHI

Peso proprio della struttura (condizione DEAD)

Il peso proprio della struttura viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato.

Peso specifico calcestruzzo armato	γ_{ds}	25 kN/m ³	
peso singolo piedritto	Pp	11.25 kN/m	$\gamma_{cls} \times Sp$
peso soletta superiore	Pss	11.25 kN/m	$\gamma_{cls} \times Ss$
peso fondazione	Psf	13.75 kN/m	$\gamma_{cls} \times Sf$

Permanenti portati (condizione PERM)

peso specifico ballast	γ_b	18 kN/m ³	
altezza ballast	Hb	0.80 m	
peso ballast	Pb	14.40 kN/m	$\gamma_b \times Hb$
peso specifico rinterro	γ_r	20.0 kN/m ³	
altezza rinterro	Hr	0.30 m	
peso rinterro	Pr	6.00 kN/m	$\gamma_r \times Hr$
peso specifico massetto di protezione	γ_m	24 kN/m ³	
altezza massetto di protezione	Hm	0.05 m	
peso massetto di protezione	Pm	1.20 kN/m	$\gamma_m \times Hm$
Permanente totale	G2p	21.60 kN/m	$Pb + Pr$
Permanente nodi 1 e 2	G2P	4.86 kN	$G2p \times Sp / 2$

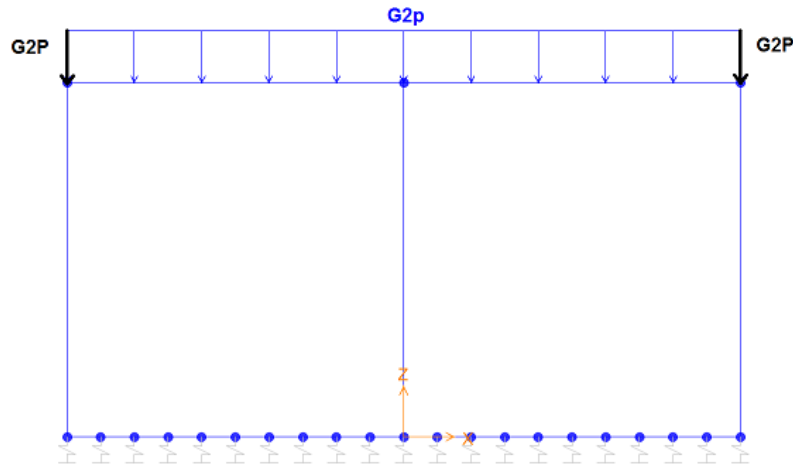


Figura 5 - Condizioni di carico PERM da SAP2000

Spinta del terreno (condizioni SPTSX e SPTDX)

angolo di attrito rinterro	ϕ'	38.0 [°]	0.663 [rad]
coefficiente spinta attiva k_a	k_a	0.238	$(1 - \sin\phi) / (1 + \sin\phi)$
coefficiente spinta riposo k_o	k_o	0.384	$(1 - \sin\phi)$
coefficiente spinta passiva k_p	k_p	4.204	$(1 + \sin\phi) / (1 - \sin\phi)$
Pressione estradosso soletta superiore	P1	7.84 kN/m ²	$k_o \times (P_b + P_r)$
Pressione asse soletta superiore	P2	9.57 kN/m ²	$k_o \times (P_b + P_r + \gamma_r \times S_s / 2)$
Pressione asse soletta inferiore	P3	28.79 kN/m ²	$k_o \times [P_b + P_r + \gamma_r \times (S_s + H_{int} + S_f / 2)]$
Pressione intradosso soletta inferiore	P4	30.90 kN/m ²	$k_o \times (P_b + P_r + \gamma_r \times H_{tot})$
Forza concentrata asse soletta superiore	F1	1.96 kN/m	$(P1 + P2) / 2 \times S_s / 2$
Forza concentrata asse soletta inferiore	F2	8.21 kN/m	$(P3 + P4) / 2 \times S_f / 2$

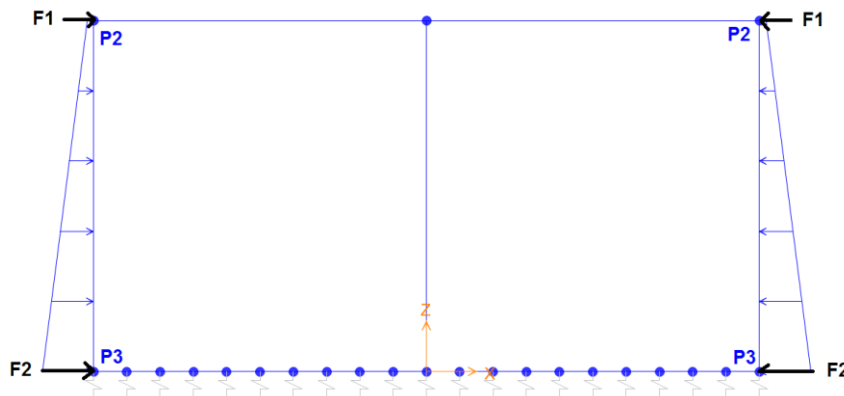


Figura 6 - Condizioni di carico SPTDX/SPTSX da SAP2000

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	57 di 126

Carichi accidentali, ripartizione carichi verticali (condizione ACCM)

In funzione delle caratteristiche geometriche dell'opera risulta più sfavorevole il carico dovuto al treno LM 71 rispetto al carico dovuto al treno SW/2.

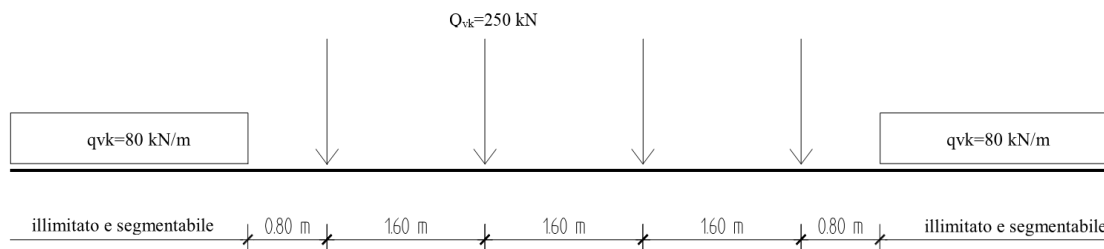


Figura 7. Treno LM71

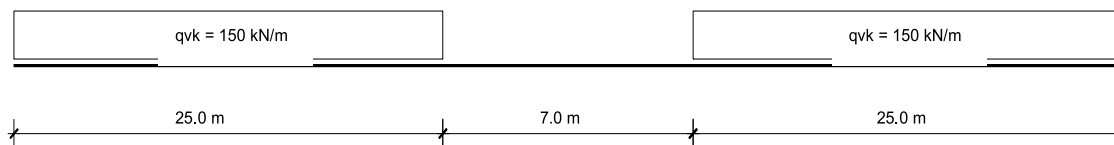


Figura 8. Treno SW/2

Per il calcolo del coefficiente dinamico Φ si fa riferimento al paragrafo 1.4.2 “effetti dinamici” delle istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari.

Considerando un normale standard manutentivo si ha:

(b) per linee con normale standard manutentivo:

$$\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73$$

con la limitazione $1.00 \leq \Phi_3 \leq 2.00$ (5.2.7)

Per il calcolo della lunghezza caratteristica L_ϕ si fa riferimento alla Tab. 5.2.II di cui nel seguito se ne

TRAVI PRINCIPALI		
5	5.1 Travi e solette semplicemente appoggiate (compresi i solettoni a travi incorporate)	luce nella direzione delle travi principali
	5.2 Travi e solette continue su n luci, indicando con: $L_m = 1/n \cdot (L_1 + L_2 + \dots + L_n)$	$L_\phi = k L_m$ dove: $n = 2 - 3 - 4 - \geq 5$ $k = 1,2 - 1,3 - 1,4 - 1,5$
	5.3 Portali: - a luce singola - a luci multiple	da considerare come trave continua a tre luci (usando la 5.2 considerando le altezze dei piedritti e la lunghezza del traverso) da considerare come trave continua a più luci (usando la 5.2 considerando le altezze dei piedritti terminali e la lunghezza di tutti i traversi)
	5.4 Solette ed altri elementi di scatolari per uno o più binari (sottovia di altezza libera $\leq 5,0$ m e luce libera $\leq 8,0$ m). Per gli scatolari che non rispettano i precedenti limiti vale il punto 5.3, trascurando la presenza della soletta inferiore e considerando un coefficiente riduttivo del Φ pari a 0,9, da applicare al coefficiente Φ	$\Phi_2 = 1,20; \Phi_3 = 1,35$
	5.5 Travi ad asse curvilineo, archi a spinta eliminata, archi senza riempimento.	metà della luce libera
	5.6 Archi e serie di archi con riempimento	due volte la luce libera

In accordo al §5.2.2.2.3 NTC18 tale coefficiente dinamico nei casi di scatolari, con o senza solettone, aventi copertura $h > 1,0$ può essere ridotto nella seguente maniera:

$$\Phi_{rid} = \Phi - \frac{h - 1,00}{10} \geq 1,0$$

dove h, in metri, è l'altezza della copertura dall'estradosso della struttura alla faccia superiore delle traverse [Hric]. Per le strutture dotate di una copertura maggiore di 2,50 m può assumersi un coefficiente di incremento dinamico unitario.

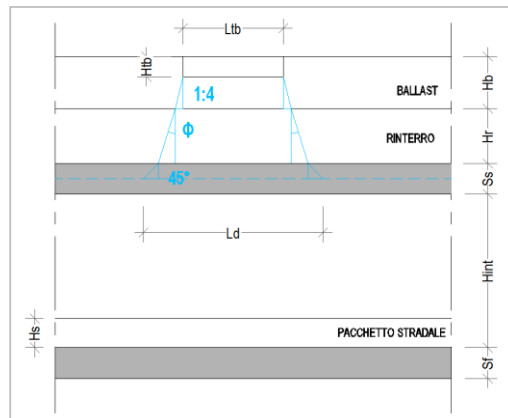


Figura 9. Schema modalità di diffusione dei carichi ferroviari

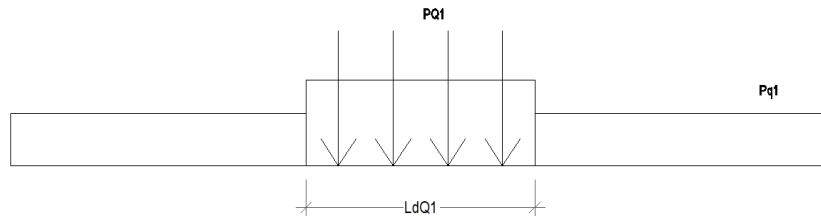


Figura 10. Carichi Treno LM71 su Ld

Sia per il calcolo delle sollecitazioni massime in mezzeria della soletta superiore che per quelle massime all'incastro con i piedritti di detta soletta, il carico dovuto al treno LM71 viene distribuito per tutta la larghezza LdQ1 del treno di carico.

Carichi accidentali, ripartizione carichi verticali (condizione ACCM)

Standard manutentivo

NORMALE

Lunghezza media caratteristica	Lm	3.23 m	tab. 5.2.II - NTC2018
Numero di luci	nL	4.00	
Lunghezza caratteristica	L ϕ	4.52 m	tab. 5.2.II - NTC2018
Incremento dinamico	$\Phi 3$	1.35	
Incremento dinamico ridotto	Φ_{rid}	1.35	
Tipo di treno di carico		LM71	
Coefficiente di adattamento	α	1.10	
Larghezza di diffusione nel ballast	Ldb	0.23 m	Diffusione 1:4 nel ballast
Larghezza di diffusione nel rinterro	Ldr	0.47 m	Diffusione secondo angolo attrito
Larghezza di diffusione nel cls	Ldc	0.45 m	Diffusione 45° nel cls
Larghezza trasv. di diffusione del carico	Ld	3.44 m	Ltb + Ldb + Ldr + Ldc
Carico distribuito per treno di carico	q1	80.00 kN/m	
Carico concentrato per treno di carico	Q1	250.00 kN	
N°. carichi concentrati per treno di carico	NQ1	4	
Larghezza distribuzione carichi conc. Q1	LdQ1	6.40 m	
Carico ripartito vert. per treno di carico (q1)	Pq1	34.50 kN/m²	$q1 \times \Phi 3 \times \alpha / Ld$
Carico ripartito vert. per treno di carico (Q1)	PQ1	67.38 kN/m²	

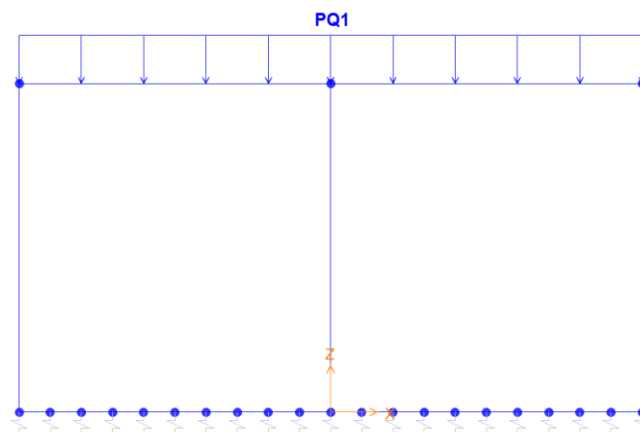


Figura 11 - Condizioni di carico ACCM da SAP2000

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

Carico distribuito per treno LM71	Sq1	9.82 kN/m ²	$(q1 \times \alpha / Ld) \times Ko$
Carico concentrato per treno LM71	SQ1	19.18 kN/m ²	$Q1 \times NQ1 \times \alpha / (Ld \times LdQ1) \times Ko$
Spinta semispessore soletta superiore	Fq1sup	4.32 kN/m	$SPQ1 \times SPs / 2$
spinta semispessore soletta inferiore	Fq1inf	5.28 kN/m	$SPQ1 \times SPi / 2$

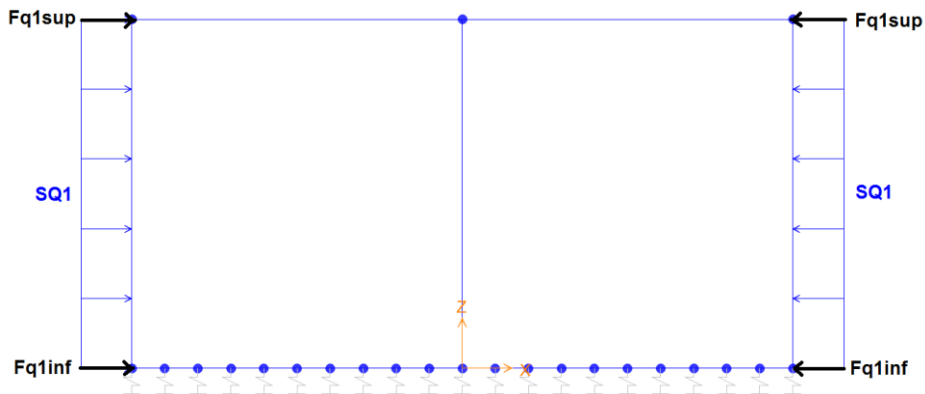


Figura 12 - Condizioni di carico SPACCDX/SPACCSX da SAP2000

Frenatura e avviamento (condizione AVV)

Avviamento e frenatura LM71	Av	33.00 kN/m	
Avviamento e frenatura LM71 distribuiti	qAv	-9.58 kN/m	Av / Ld

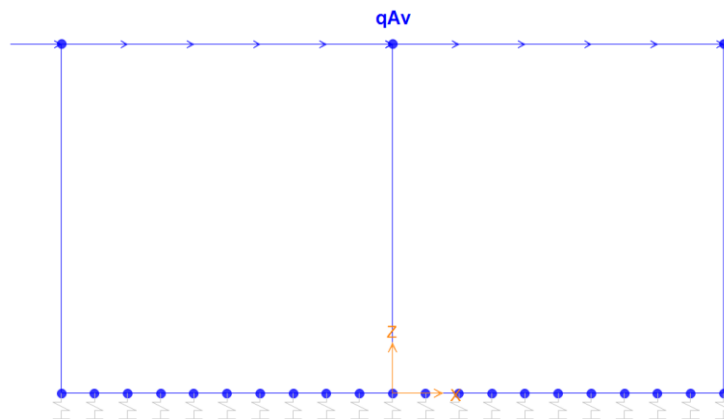


Figura 13 - Condizioni di carico AVV da SAP2000

Azioni termiche (condizione TERM)

Variazione termica uniforme	ΔT_{unif}	+15.00 [°]	Sulla soletta superiore
Variazione termica differenziale	ΔT_{diff}	+5.00 [°]	Sulla soletta superiore
Gradiente		+11.11 [°/m]	$\Delta T_{diff} / Ss$

Ritiro igrometrico (condizione RITIRO)

Variazione termica uniforme equivalente	ΔT_{ritiro}	-11.70 [°]	Sulla soletta superiore
---	---------------------	-------------------	-------------------------

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	61 di 126

CONDIZIONI DI CARICO SISMICHE

Le forze di inerzia sullo **scatolare** (masse di peso proprio soletta superiore e piedritti, rinterro e ballast, 20% treno di carico,..) sono pari alle masse moltiplicate per kh e kv ove: $kh = \beta_M \times S \times ag/g$ e $kv = kh / 2$. Essendo lo scatolare non libero di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, $\beta_M = 1$.

vita nominale	V_N	75 anni
classe d'uso	CL	III
coefficiente d'uso	C_U	1.50
vita di riferimento = $C_U * V_N$	V_R	112.5 anni
probabilità di superamento nel periodo di riferimento	P_{VR}	10%
periodo di ritorno del sisma	T_R	1068 anni

Spettro di risposta in accelerazione della componente orizzontale
Coordinate del sito in oggetto:

Latitudine	40.63188
Longitudine	14.89906

Parametri sismici di progetto
spettro di risposta in accelerazione della componente orizzontale

accelerazione massima orizzontale al bedrock	ago	0.133 g
fattore amplificazione massima spettro accelerazione	F_0	2.695 sec
periodo inizio tratto a velocità costante spettro acc. orizz.	T^*c	0.477
categoria sottosuolo		C
categoria topografica		T1
amplificazione topografica	S_T	1.000
smorzamento viscoso convenzionale	ξ	5%
fattore di correzione per $\xi <> 5\%$	η	1.000

Tab.3.2.V	S_S	C_C	S_S	C_C
A	1.00	1.00	1.48	1.34
B	1.20	1.28		
C	1.48	1.34		
D	1.80	1.81		
E	1.60	1.55		

coefficiente amplificazione stratigrafica	S_S	1.485
coefficiente di amplificazione	S	1.485
coefficiente categoria sottosuolo	C_C	1.341
periodo inizio tratto a accelerazione costante = $T_c / 3$	T_B	0.213 sec
periodo inizio tratto a velocità costante = $C_c * T^*c$	T_C	0.639 sec
periodo inizio tratto a spostamento costante = $4 * ag/g + 1,6$	T_D	2.132 sec
accelerazione massima orizzontale al suolo = $S_s \times S_t \times ag/g$	ago,max	0.197 g

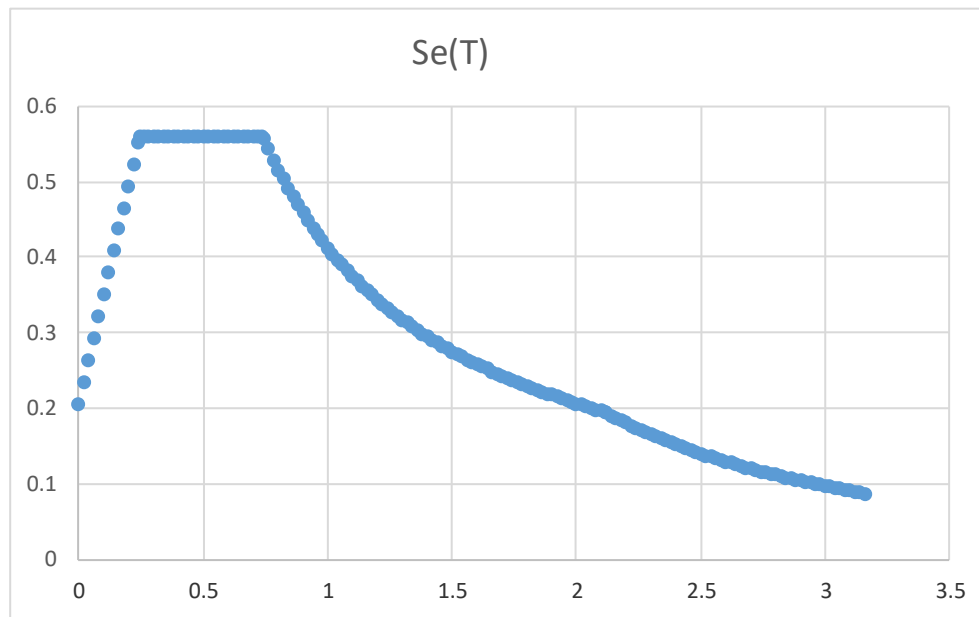
ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	62 di 126

Accelerazioni per il calcolo delle forze di inerzia agenti sullo scatolare

Coefficiente di riduzione dell'acc max attesa al sito

 β **1.000**
 $a_o = k_h = a_{g, \max} = S \times a_g / g$
valore PGA \times scatolare
 $a_o = k_h$ **0.1975 g**
 $a_v = k_v = k_h / 2$
valore PGA \times scatolare
 $a_v = k_v$ **0.0987 g**
SPETTRO ORIZZONTALE ELASTICO SLV

Forze di inerzia (condizione SismaH)

Forza di inerzia treno di carico - (%)

 % **20%**

Forza orizzontale sulla soletta di copertura

 $F'h$ **8.91 kN/m** $(P_{ss} + P_b + P_r + \%PQ1) \times kb$

Forza orizzontale su singolo piedritto

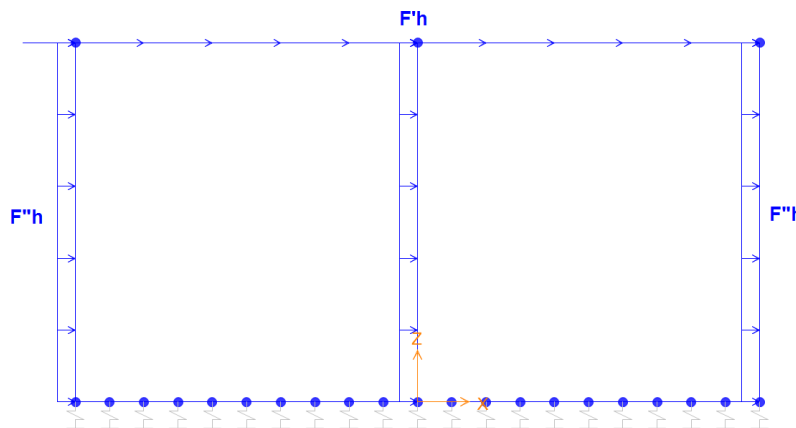
 $F''h$ **2.22 kN/m²** $P_p \times kb$


Figura 14 - Condizioni di carico SISMA H da SAP2000

Forze di inerzia (condizione SismaV)

Forza di inerzia treno di carico - (%)

% 20%

Forza verticale sulla soletta di copertura

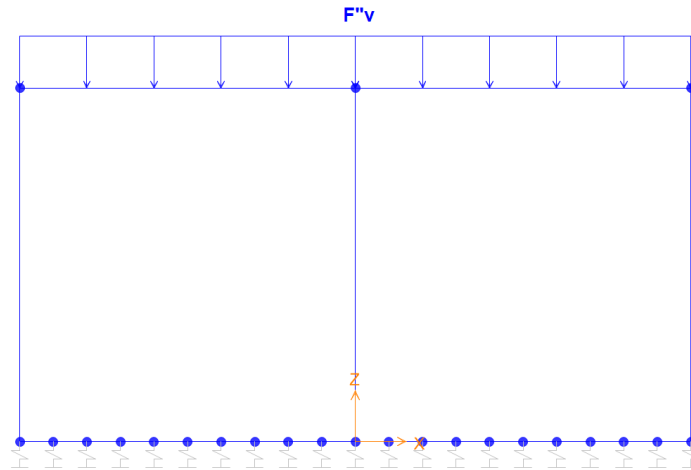
 $F''v$ **4.46** kN/m² $(P_{ss}+P_b+P_r+%PQ1) \times k_v$


Figura 15 - Condizioni di carico SISMA V da SAP2000

Spinta sismica terreno - Teoria di WOOD (condizioni SPSPDX e SPSSX)

Forza distribuita su uno solo dei piedritti

 qW **18.78** kN/m² $(%PQ1+G2p+\gamma r \times H_{tot}) \times (a_{go,max}$

Forza concentrata nodo superiore piedritto

 QW_{sup} **4.22** kN $qW \times S_s / 2$

Forza concentrata nodo inferiore piedritto

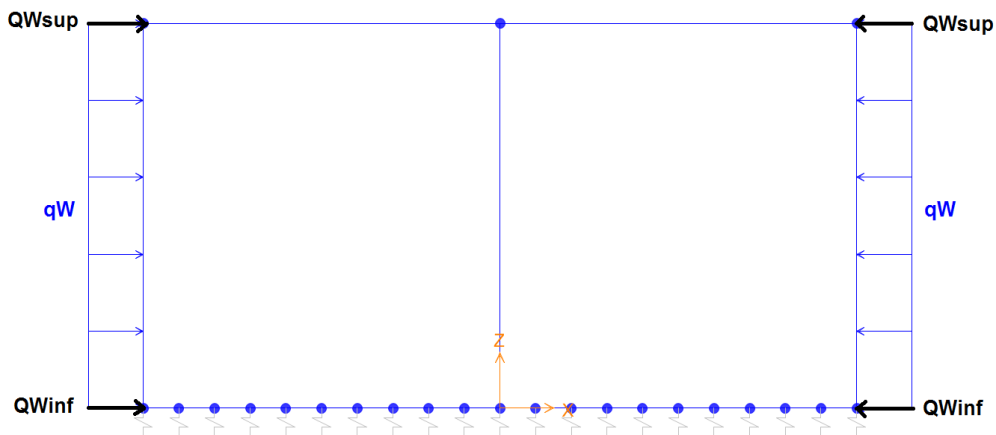
 QW_{inf} **5.16** kN $qW \times S_f / 2$


Figura 16 - Condizioni di carico SPSPDX/SPSSX da SAP2000

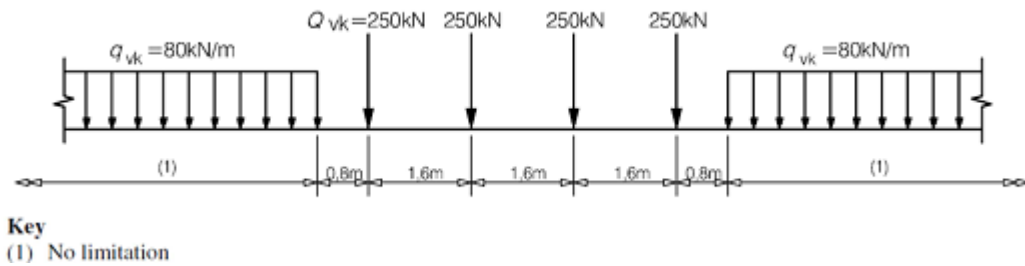
ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	64 di 126

Di seguito si effettua la valutazione del carico equivalente previsto dalle Specifiche Tecniche di Interoperabilita con cui si da evidenza che l'opera in esame è idonea a sostenere tale carico.

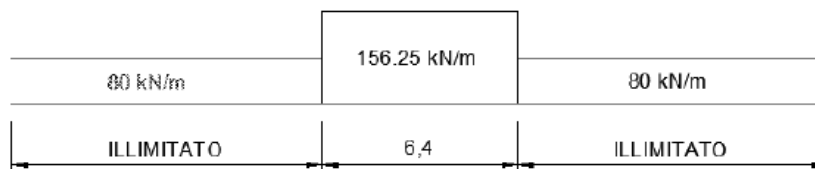
Il modello di carico LM71 citato dalle S.T.I. è definito nella norma EN 1991-2:2003/AC:2010.



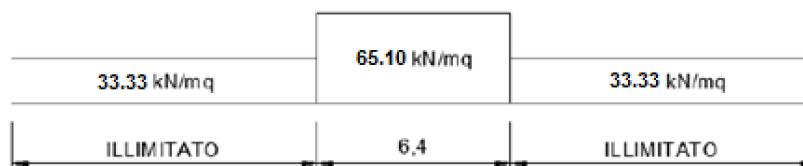
Il carico equivalente si ricava dalla ripartizione trasversale e longitudinale dei carichi per effetto delle traverse e del ballast previsti dalla stessa norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

Considerando i 4 carichi assiali da 250 kN e la relativa distribuzione longitudinale, il carico verticale equivalente a metro lineare agente alla quota della piattaforma ferroviaria (convenzionalmente a 70 cm dal piano del ferro) risulta pari a:

$$p = \frac{4 \times 250}{4 \times 1.60} = 156.25 \text{ kPa}$$



Considerando che la distribuzione trasversale dei carichi è su una larghezza massima di 3 m secondo quanto previsto da EN 1991 – 2:2003/AC:2010, si utilizza una larghezza di progetto pari a 2,40 m in quanto risulta cautelativo rispetto a quanto previsto dalla norma sopra citata. Si ricava, quindi, il carico equivalente unitario agente alla quota della piattaforma ferroviaria:



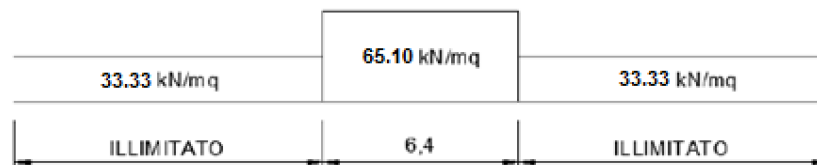
A tali carichi si deve applicare il coefficiente α relativo alle categorie S.T.I. come indicato nella tabella 11 di seguito riportata:

Tabella 11

Fattore alfa (α) per la progettazione di strutture nuove

Tipo di traffico	Valore minimo del fattore alfa (α)
P1, P2, P3, P4	1,0
P5	0,91
P6	0,83
P1520	Punto in sospeso
P1600	1,1
F1, F2, F3	1,0
F4	0,91
F1520	Punto in sospeso
F1600	1,1

Nel caso in esame, il coefficiente α è pari ad 1.0 perché le categorie di traffico sono P4 per il traffico passeggeri ed F2 per il traffico merci per cui alle opere si applicano i seguenti carichi equivalenti:



In conclusione nell'opera in oggetto la ripartizione del carico a quota del piano di regolamento è stata effettuata considerando una distribuzione in senso trasversale secondo una pendenza di 1 a 4 all'interno del ballast per cui risulta:

$$Ld = 2.4 + 0.40 / 4 * 2 = 2.60 \text{ m}$$

anziché:

$$Ld = 3.0 + 0.40 / 4 * 2 = 3.20 \text{ m}$$

come previsto dalla EN 1991 – 2:2003/AC:2010 che risulterebbe meno gravoso.

Longitudinalmente invece i carichi assiali sono stati distribuiti uniformemente su 6.4 m.

A tali carichi è stato applicato un coefficiente α pari a 1.1 come indicato nel manuale di progettazione per cui in definitiva il carico considerato a quota della piattaforma ferroviaria è pari a:

- $q_1 = 4 * 250 / 6.4 / 2.60 = 60.10 \text{ kN/m}^2$
- $q_2 = 80 / 2.60 = 30.77 \text{ kN/m}^2$

a vantaggio di sicurezza rispetto ai carichi calcolati con riferimento alle STI.

5.6. COMBINAZIONI DI CARICO

Gli effetti dei carichi verticali, dovuti alla presenza dei convogli, vengono sempre combinati con le altre azioni

derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti di cui alla Tabella 5.2.IV del DM 17/01/2018 di seguito riportata, In particolare, per ogni gruppo viene individuata una azione dominante che verrà considerata per intero; per le altre azioni, vengono definiti diversi coefficienti di combinazione. Ogni gruppo massimizza una particolare condizione alla quale la struttura dovrà essere verificata.

Tab. 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
1	Primo	1,0 (LM 71"++SW/0)	-	1,0 SW/2
	Primo	1,0 (LM 71"++SW/0)	-	1,0 SW/2
2	secondo	1,0 (LM 71"++SW/0)	-	1,0 (LM 71"++SW/0)
	Primo	1,0 (LM 71"++SW/0)	0,75 (LM 71"++SW/0)	1,0 SW/2
≥3	secondo	1,0 (LM 71"++SW/0)	0,75 (LM 71"++SW/0)	1,0 (LM 71"++SW/0)
	Altri	-	0,75 (LM 71"++SW/0)	-

⁽¹⁾ LM71 "++" SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM 71, SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Tab. 5.2.IV -Valutazione dei carichi da traffico

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,0	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,0	0,0	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,0	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6;0,4)	-	0,8 (0,6;0,4)	0,8 (0,6;0,4)	0,8 (0,6;0,4)	Fessurazione

(1) Includendo tutti i valori (F; a; etc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1.0), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1,2 e 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali

I valori campiti in grigio rappresentano l'azione dominante.

Nelle tabelle sopra riportate è indicato un coefficiente per gli effetti a sfavore di sicurezza e, tra parentesi, un coefficiente, minore del precedente, per gli effetti a favore di sicurezza.

In fase di combinazione, ai fini delle verifiche degli SLU e SLE per la verifica delle tensioni, si sono considerati i soli Gruppo 1 e 3, mentre per la verifica a fessurazione è stato utilizzato il Gruppo 4. Nella tabella 5.2.III vengono

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	67 di 126

riportati i carichi da utilizzare in caso di impalcati con due, tre o più binari caricati.

I Gruppi definiscono le azioni che nelle diverse combinazioni sono generalmente definite come Q_{ki} .

I coefficienti di amplificazione dei carichi g e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

In particolare nel calcolo della struttura scatolare si fa riferimento alla combinazione A1 STR.

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico g_r della Tab. 5.2.IV.

⁽⁵⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁶⁾ 1,20 per effetti locali

Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	g_{r1}	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
Gruppi di	g_{r2}	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
carico	g_{r3}	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	g_{r4}	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

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 LM71	ACCM
Spinta del carico acc. (LM71) sulla parete Sx	SPACCSX
Spinta del carico acc. (LM71) Sulla parete Dx	SPACCDX
Avviamento e frenatura	AVV
Variazione termica sulla soletta superiore	ENV_TERM
Ritiro	RITIRO
Azione sismica orizzontale	Sisma H
Azione sismica Verticale	Sisma V
Incremento sismico della spinta sul terreno	SPSDX/SX

La 4 condizioni di carico termiche:

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

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

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 riportano di seguito le combinazioni allo SLU di carico ritenute più significative in base all'esperienza.

Combinazione fondamentale:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Nelle tabelle seguenti sono riportate le combinazioni di carico SLU, SLV e SLE utilizzate. Nelle combinazioni si tiene conto sia della spinta delle terre SPTSX al 100% e SPTDX al 100% che del loro sbilanciamento con SPTSX al 100% e SPTDX al 60%, sbilanciamento concorde con il verso di AVV e SISMAH per massimizzare le caratteristiche di sollecitazione. Lo sbilanciamento è tenuto in conto nelle combinazioni tramite i coefficienti evidenziati in rosso, corrispondenti ai coefficienti della spinta SPTDX moltiplicati per il coefficiente di combinazione 0,60.

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	69 di 126

Combinazioni di carico SLU (non sismiche)

	1slu	2slu	3slu	4slu	5slu	6slu	7slu	8slu	9slu	10slu	11slu	12slu	13slu
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
PERM	1.35	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
SPTSX	1	1	1	1	1.35	1.35	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35
SPTDX	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1
ACCM	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.45	0	1.45	1.45	1.16	1.16	1.015
SPACCSX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.45	0	0	0
SPACCDX	1.35	0	0	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.16	1.16	1.015
AVV	1.35	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.45	0	0	0	0	0	1.45
ENV_TERM	0	0	0	0	0	0	-0.9	0	0.9	-0.9	-1.5	1.5	0.9
RITIRO	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

Combinazioni di carico SLU (non sismiche)

	14slu	15slu	16slu	17slu	18slu	19slu	20slu	21slu	22slu	23slu	24slu	25slu	26slu
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
PERM	1.35	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
SPTSX	1	1	1	1	1.35	1.35	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35
SPTDX	0.6	0.6	0.6	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.6	0.6	0.6	0.6
ACCM	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.45	0	1.45	1.45	1.16	1.16	1.015
SPACCSX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.45	0	0	0
SPACCDX	1.35	0	0	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.16	1.16	1.015
AVV	1.35	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.45	0	0	0	0	0	1.45
ENV_TERM	0	0	0	0	0	0	-0.9	0	0.9	-0.9	-1.5	1.5	0.9
RITIRO	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

ELABORATI GENERALI

 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

NN1X

LOTTO

00

CODIFICA

D 78

DOCUMENTO

CL IN0000 004

REV.

A

FOGLIO

70 di 126

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.30 \times E_Z \quad \text{oppure} \quad E = \pm 0.30 \times E_Y \pm 1.00 \times E_Z$$

Combinazioni di Carico Sismiche SLV								
	sh1	sh2	sh3	sh4	sv1	sv2	sv3	sv4
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTSX	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTDX	1	1	1	1	1	1	1	1
ACCM	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
SPACCSX	0	0	0	0	0	0	0	0
SPACCDX	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
AVV	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
ENV_TERM	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
RITIRO	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma H	1	1	1	1	0.3	0.3	0.3	0.3
Sisma V	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-1	1	-1	1
SPSDX	0	0	1	1	0	0	0.3	0.3
SPSSX	1	1	0	0	0.3	0.3	0	0

Combinazioni di Carico Sismiche SLV								
	sh5	sh6	sh7	sh8	sv5	sv6	sv7	sv8
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTSX	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTDX	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
ACCM	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
SPACCSX	0	0	0	0	0	0	0	0
SPACCDX	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
AVV	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
ENV_TERM	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
RITIRO	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma H	1	1	1	1	0.3	0.3	0.3	0.3
Sisma V	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-1	1	-1	1
SPSDX	0	0	1	1	0	0	0.3	0.3
SPSSX	1	1	0	0	0.3	0.3	0	0

Le combinazioni sismiche vanno eseguite in entrambe le direzioni pertanto le combinazioni SH vanno ripetute per Sisma H = -1 e le combinazioni SV per Sisma V=-0.3.

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

71 di 126

Si riportano infine, le combinazioni di carico agli stati limite di esercizio SLE ritenute più significative.

Combinazione rara

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazioni di carico SLE						
	1sle	2sle	3sle	4sle	5sle	6sle
DEAD	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1
SPTSX	1	1	1	1	1	1
SPTDX	0.8	0.8	0.8	0.48	0.48	0.48
ACCM	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SPACCSX	0.8	0.8	0	0.8	0.8	0
SPACCDX	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
AVV	-0.8	0.8	-0.8	-0.8	0.8	-0.8
ENV_TERM	-0.6	0.6	-0.6	-0.6	0.6	-0.6
RITIRO	0	0	1	0	0	1

Oltre alle verifiche agli stati limite ultimi di tipo strutturale, sono prese in considerazione anche le verifiche agli stati limite ultimi di tipo geotecnico secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3) di cui alle NTC2018, relative a condizioni di collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

72 di 126

5.7. CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI

5.7.1. Involuppo SLU/SLV

CANNA DESTRA

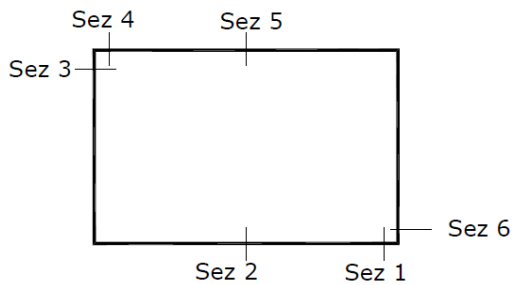
CANNA DX							
Text Frame	m Station	Text OutputCase	Text CaseType	Text StepType	KN P	KN V2	KN-m M3
1	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	316.1	317.7
1	0.395	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	319.3	263.6
1	0.395	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	270.9	263.6
1	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	278.2	155.2
1	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	229.8	155.2
1	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	237.1	75.6
1	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	188.9	75.6
1	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	196.2	15.0
1	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	148.1	15.0
1	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	155.4	-18.8
1	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	83.4	-18.8
1	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	90.7	-21.5
1	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	18.9	-21.5
1	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	26.2	-17.4
1	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-12.2	-17.4
1	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-6.7	-6.6
1	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-40.8	-6.6
1	3.55	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-35.4	32.4
1	3.55	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-73.9	32.4
1	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-71.5	63.7
1	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	67.3	56.2
1	0.395	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	69.7	44.5
1	0.395	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	53.2	44.5
1	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	58.7	19.7
1	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	42.5	19.7
1	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	47.9	-11.2
1	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	32.0	-11.2
1	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	37.4	-65.4
1	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	21.8	-65.4
1	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	27.2	-115.2
1	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	4.1	-115.2
1	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	9.6	-149.4
1	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-21.1	-149.4
1	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-13.7	-158.2
1	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-76.4	-158.2
1	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-69.1	-141.6
1	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-130.9	-141.6
1	3.55	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-123.6	-99.7
1	3.55	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-222.2	-99.7
1	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-219.0	-62.3

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	73 di 126

2	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-76.3	-3.9	-24.3
2	1.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-87.5	23.2	3.6
2	2.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-98.8	65.4	26.2
2	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-292.8	-104.4	-154.5
2	1.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-308.0	-77.2	-75.5
2	2.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-323.2	-62.6	-83.3
3	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-16.2	-68.5	4.8
3	1.1	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-22.9	-27.0	109.2
3	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-24.2	14.8	166.6
3	2.85	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-20.9	123.3	129.3
3	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-9.8	248.6	5.1
3	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-157.7	-286.6	-202.8
3	1.1	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-146.6	-161.4	-12.0
3	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-135.4	-36.1	13.5
3	2.85	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-124.3	27.5	-11.9
3	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-119.7	59.7	-116.1
4	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-146.8	73.7	64.9
4	1.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-158.1	73.7	5.6
4	2.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-169.3	73.7	58.0
4	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-608.8	-49.0	-44.5
4	1.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-624.0	-51.3	-8.9
4	2.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-639.2	-53.5	-82.6



SEZIONE	P	V2	M3
01	0.0	319.3	317.7
02	0.0	0.0	158.2
03	-76.3	104.4	154.5
04	-9.8	286.6	202.8
05	-9.8	0.0	166.6
06	-98.8	104.4	83.3

ELABORATI GENERALI

 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

74 di 126

CANNA SINISTRA

CANNA SX								
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN-m	
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	M3	
7	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	224.4	48.2	
7	0.4	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	227.7	33.4	
7	0.4	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	118.9	33.4	
7	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	126.1	12.2	
7	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	59.7	12.2	
7	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	67.0	-2.1	
7	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	15.2	-2.1	
7	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	20.6	-9.1	
7	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-4.1	-9.1	
7	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	1.4	-8.5	
7	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-24.0	-8.5	
7	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-18.6	11.9	
7	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-36.0	11.9	
7	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-30.5	76.3	
7	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-48.4	76.3	
7	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-43.0	163.4	
7	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-61.4	163.4	
7	3.555	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-56.0	276.3	
7	3.555	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-74.9	276.3	
7	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	0.0	-72.6	332.2	
7	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	72.4	-109.5	
7	0.4	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	74.8	-148.0	
7	0.4	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	33.7	-148.0	
7	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	39.1	-188.6	
7	0.79	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	12.2	-188.6	
7	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	17.6	-202.1	
7	1.185	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-38.5	-202.1	
7	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-31.1	-188.5	
7	1.58	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-106.5	-188.5	
7	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-99.1	-148.0	
7	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-173.9	-148.0	
7	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-166.5	-82.1	
7	2.37	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-216.1	-82.1	
7	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-208.7	-10.4	
7	2.765	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-258.0	-10.4	
7	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-250.6	7.7	
7	3.16	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-299.5	7.7	
7	3.555	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-292.2	30.9	
7	3.555	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-340.7	30.9	
7	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	0.0	-337.5	43.4	

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	75 di 126

4	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-146.8	73.7	64.9
4	1.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-158.1	73.7	5.6
4	2.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-169.3	73.7	58.0
4	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-608.8	-49.0	-44.5
4	1.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-624.0	-51.3	-8.9
4	2.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-639.2	-53.5	-82.6
5	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-20.2	-65.4	7.7
5	1.1	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-25.8	-23.5	125.7
5	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-26.7	24.3	167.0
5	2.85	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-24.7	149.5	113.8
5	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-13.5	274.8	-16.6
5	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-134.4	-265.0	-159.9
5	1.1	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-123.2	-139.7	-0.6
5	1.975	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-119.7	-14.5	13.8
5	2.85	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-119.7	26.2	-16.6
5	3.725	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-119.7	58.4	-169.9
6	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-84.4	132.2	191.7
6	1.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-95.6	115.5	71.8
6	2.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Max	-106.9	91.2	70.7
6	0.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-309.2	13.0	4.0
6	1.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-324.4	-20.0	2.2
6	2.225	ENVELOPE SLU SLV	Combination	Min	-339.6	-65.9	-36.8



SEZIONE	P	V2	M3
01	0.0	340.7	332.2
02	0.0	0.0	202.1
03	-84.4	132.2	191.7
04	-13.5	274.8	169.9
05	-13.5	0.0	167.0
06	-106.9	132.2	82.6

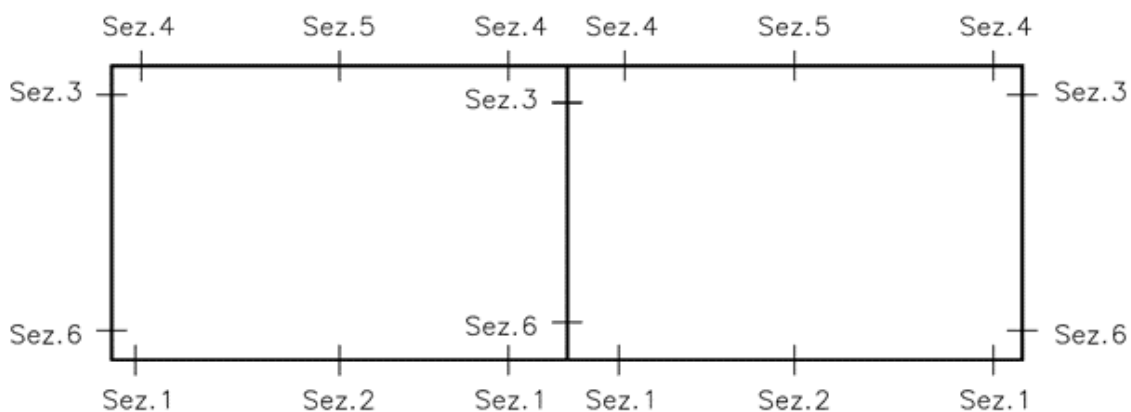
Di seguito si riporta la tabella relativa alle massime sollecitazioni ottenute per le varie sezioni dimensionanti.

ELABORATI GENERALI

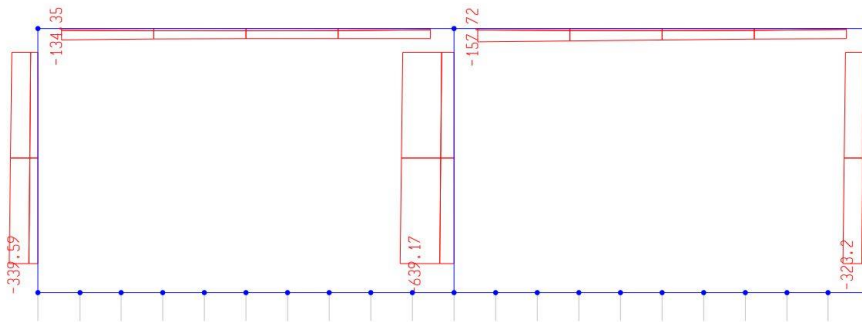
Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	76 di 126

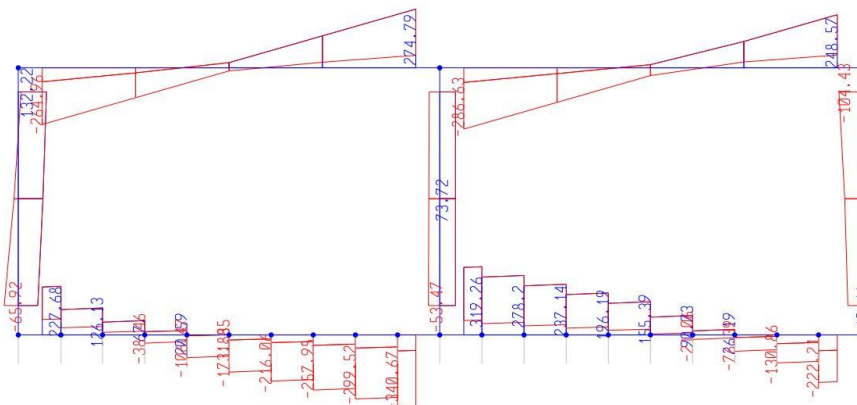
MAX			
SEZIONE	P	V2	M3
01	0.0	340.7	332.2
02	0.0	0.0	202.1
03	-76.3	132.2	191.7
04	-9.8	286.6	202.8
05	-9.8	0.0	167.0
06	-98.8	132.2	83.3



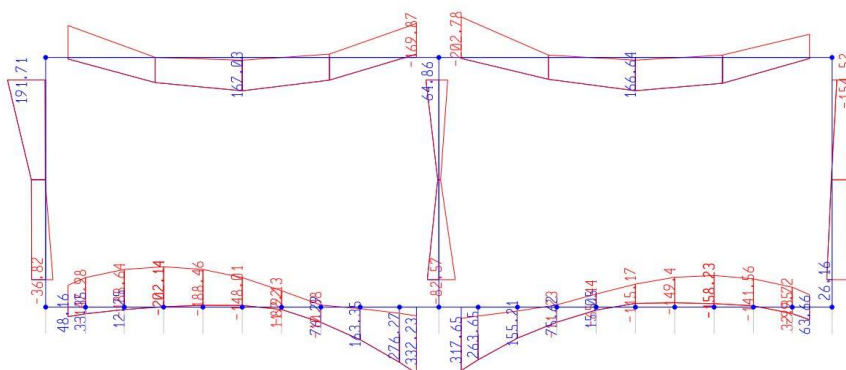
Diagrammi di involuppo delle sollecitazioni: ENVELOPE SLU/SLV



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.

.5.7.2. Involuppo SLE (rara)

ELABORATI GENERALI

 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

78 di 126

CANNA DESTRA

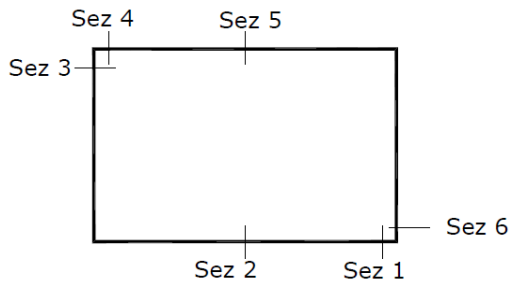
CANNA DX							
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN-m
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	M3
1	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	199.6	204.8
1	0.395	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	201.9	171.3
1	0.395	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	171.5	171.3
1	0.79	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	176.9	104.1
1	0.79	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	146.4	104.1
1	1.185	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	151.8	46.9
1	1.185	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	121.2	46.9
1	1.58	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	126.6	0.6
1	1.58	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	95.9	0.6
1	1.975	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	101.3	-35.0
1	1.975	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	55.1	-35.0
1	2.37	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	60.5	-53.7
1	2.37	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	14.0	-53.7
1	2.765	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	19.5	-51.6
1	2.765	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	-27.3	-51.6
1	3.16	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	-21.9	-35.3
1	3.16	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	-69.0	-35.3
1	3.55	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	-63.6	-5.4
1	3.55	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	-131.7	-5.4
1	3.725	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	0.0	-129.3	18.2
1	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	161.6	119.4
1	0.395	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	163.9	91.8
1	0.395	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	134.5	91.8
1	0.79	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	139.9	37.6
1	0.79	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	110.9	37.6
1	1.185	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	116.3	-7.4
1	1.185	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	87.6	-7.4
1	1.58	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	93.0	-49.4
1	1.58	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	64.7	-49.4
1	1.975	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	70.1	-87.4
1	1.975	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	28.1	-87.4
1	2.37	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	33.5	-110.2
1	2.37	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-8.2	-110.2
1	2.765	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-2.7	-116.7
1	2.765	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-44.1	-116.7
1	3.16	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-38.6	-107.0
1	3.16	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-79.7	-107.0
1	3.55	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-74.4	-81.0
1	3.55	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-142.3	-81.0
1	3.725	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	0.0	-139.9	-57.0

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	79 di 126

2	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-162.5	-28.7	-47.4
2	1.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-173.8	-5.3	-25.4
2	2.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-185.0	28.2	17.0
2	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-186.0	-91.6	-112.7
2	1.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-197.2	-65.5	-39.5
2	2.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-208.5	-39.7	-38.8
3	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-20.8	-143.6	-32.3
3	1.1	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-26.9	-68.2	66.5
3	1.975	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-33.1	7.3	99.3
3	2.85	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-39.2	82.8	66.6
3	3.725	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-39.1	158.3	-21.9
3	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-100.8	-167.1	-113.8
3	1.1	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-94.7	-91.6	-2.6
3	1.975	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-88.5	-16.1	41.3
3	2.85	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-94.2	59.4	5.8
3	3.725	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-100.3	134.8	-96.1
4	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-347.3	25.9	23.6
4	1.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-358.5	25.9	3.9
4	2.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Max	-369.8	25.9	38.2
4	0.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-365.4	-34.3	-30.4
4	1.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-376.7	-34.3	-2.3
4	2.225	ENVELOPE SLERARA	Combination	Min	-387.9	-34.3	-28.3



SEZIONE	P	M3
01	0.0	204.8
02	0.0	116.7
03	-162.5	112.7
04	-20.8	113.8
05	-20.8	99.3
06	-185.0	38.8

ELABORATI GENERALI

 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

80 di 126

CANNA SX

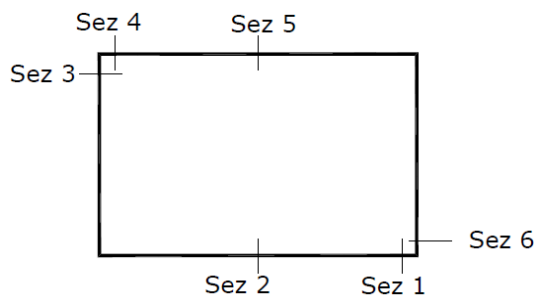
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN-m
	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	M3
7	0.225	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	139.9	31.4
7	0.4	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	142.3	8.1
7	0.4	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	75.5	8.1
7	0.79	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	80.8	-21.1
7	0.79	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	40.7	-21.1
7	1.185	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	46.1	-36.6
7	1.185	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	5.6	-36.6
7	1.58	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	11.0	-38.0
7	1.58	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-30.0	-38.0
7	1.975	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-24.6	-24.9
7	1.975	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-66.0	-24.9
7	2.37	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-60.6	3.6
7	2.37	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-88.7	3.6
7	2.765	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-83.2	42.3
7	2.765	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-111.7	42.3
7	3.16	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-106.3	91.1
7	3.16	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-135.2	91.1
7	3.555	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-129.8	152.0
7	3.555	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-159.1	152.0
7	3.725	ENVELOPE SLERA	Combinati	Max	0.0	-156.7	185.1
7	0.225	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	127.8	-47.7
7	0.4	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	130.2	-71.7
7	0.4	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	65.6	-71.7
7	0.79	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	71.0	-98.5
7	0.79	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	24.8	-98.5
7	1.185	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	30.2	-109.4
7	1.185	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-15.8	-109.4
7	1.58	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-10.3	-104.3
7	1.58	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-56.1	-104.3
7	1.975	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-50.7	-83.3
7	1.975	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-96.4	-83.3
7	2.37	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-90.9	-47.2
7	2.37	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-121.4	-47.2
7	2.765	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-115.9	-7.4
7	2.765	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-146.4	-7.4
7	3.16	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-140.9	35.7
7	3.16	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-171.3	35.7
7	3.555	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-165.9	88.0
7	3.555	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-196.2	88.0
7	3.725	ENVELOPE SLERA	Combinati	Min	0.0	-193.9	114.8

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	81 di 126

4	0.225	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-347.3	25.9	23.6
4	1.225	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-358.5	25.9	3.9
4	2.225	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-369.8	25.9	38.2
4	0.225	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-365.4	-34.3	-30.4
4	1.225	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-376.7	-34.3	-2.3
4	2.225	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-387.9	-34.3	-28.3
5	0.225	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-17.2	-132.5	-6.3
5	1.1	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-23.3	-57.0	80.2
5	1.975	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-29.5	18.5	100.8
5	2.85	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-35.6	94.0	57.6
5	3.725	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-41.8	169.4	-38.3
5	0.225	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-102.7	-156.8	-94.2
5	1.1	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-96.5	-81.3	6.4
5	1.975	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-90.9	-5.8	40.9
5	2.85	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-97.0	69.6	-5.1
5	3.725	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-103.2	145.1	-118.4
6	0.225	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-160.2	92.9	109.2
6	1.225	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-171.4	62.2	40.4
6	2.225	ENVELOPE SLERA Combinati Max	-182.7	23.7	51.3
6	0.225	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-184.5	10.6	36.5
6	1.225	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-195.8	-6.1	23.3
6	2.225	ENVELOPE SLERA Combinati Min	-207.0	-37.0	-12.6



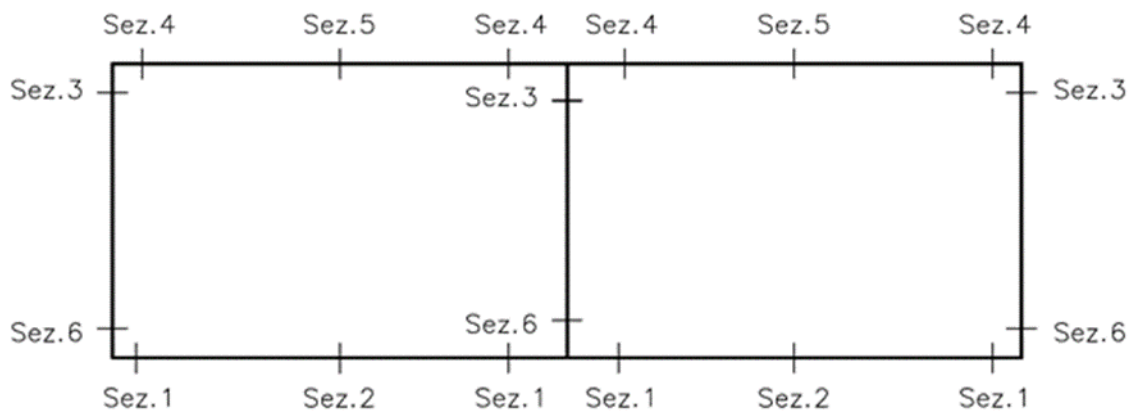
SEZIONE	P	M3
01	0.0	185.1
02	0.0	109.4
03	-160.2	109.2
04	-17.2	118.4
05	-17.2	100.8
06	-182.7	51.3

Di seguito si riporta la tabella relativa alle massime sollecitazioni ottenute per le varie sezioni dimensionanti.

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	82 di 126

MAX		
SEZIONE	P	M3
01	0.0	204.8
02	0.0	116.7
03	-160.2	112.7
04	-17.2	118.4
05	-17.2	100.8
06	-182.7	51.3



ELABORATI GENERALI

 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

NN1X

LOTTO

00

CODIFICA

D 78

DOCUMENTO

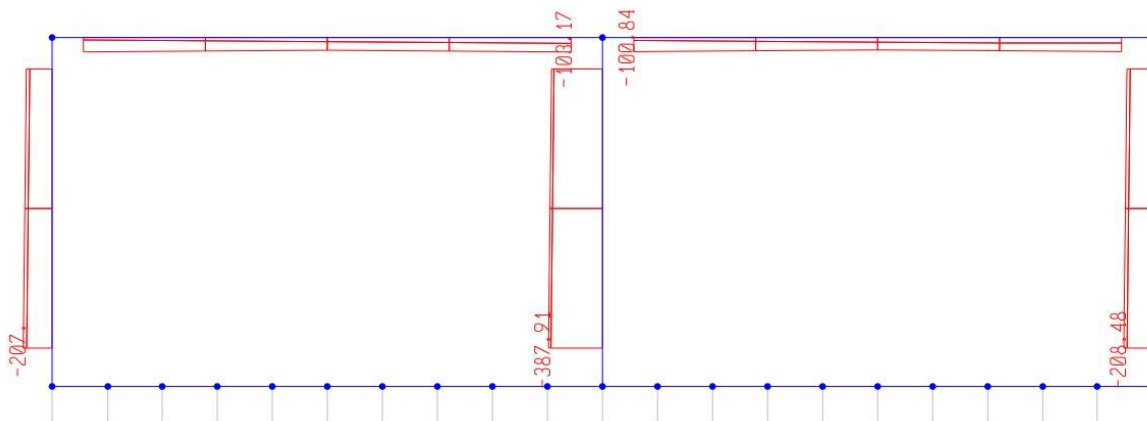
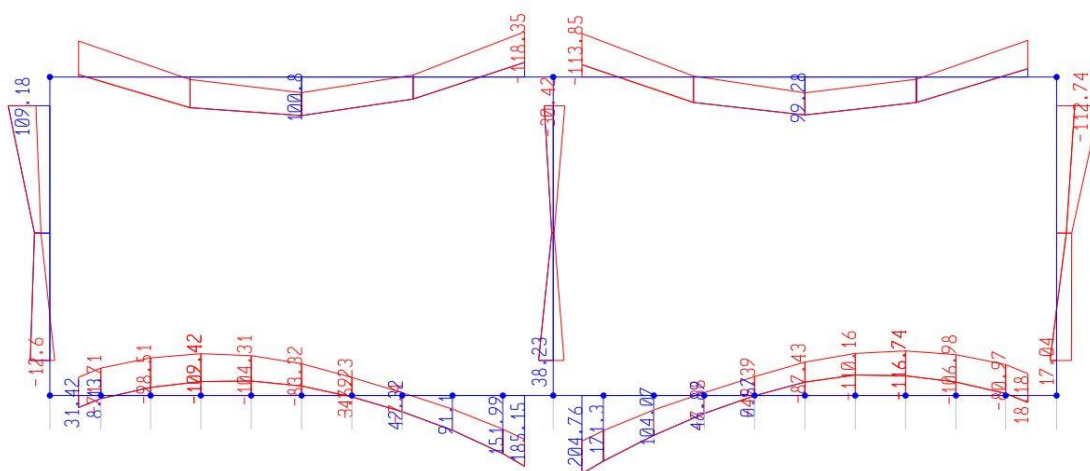
CL IN0000 004

REV.

A

FOGLIO

83 di 126

Diagrammi di involuppo delle sollecitazioni: ENVELOPE SLE (rara)

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.

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	84 di 126

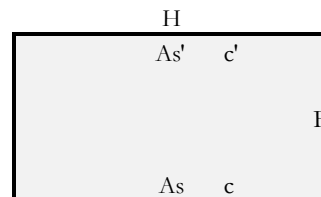
Oggetto:

Tombino BICANNE IN29_6+592

Sezione n° 01

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm	
H	Altezza sezione rettangolare	550 mm	
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm	
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm	
d	Altezza utile = H-c	480 mm	
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa	
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa	
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	0.0 kN	
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	332.2 kNm	
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	340.7 kN	
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm	
Fi1	1° diametro armatura tesa	20	
Fi2	2° diametro armatura tesa		
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10	
n2	N°. Barre 2° armatura tesa		
As'	Armatura superiore compressa	0 mmq	
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq	
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm	
s. Staffe	Passo staffe	200 mm	
bracci	Numero Bracci staffe	2	
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	2.0 [range: 1,0-2,5]	
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90.0°	
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1131 mmq/m	11.31 cmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R	
Msle	Momento di esercizio [(+)]	204.8 kNm	
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	0.0 kN	
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0.20 mm	
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck	
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck	
sigsR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk	

Geometria della Sezione:

Dati di Output:
SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S	Coeff.Sfrutt.Max	90%
Mrd	Momento ultimo resistente	544 kNm	Coeff.Sfrutt.	61%
Vrd	Taglio ultimo resistente senza staffe	256 kN	Coeff.Sfrutt.	133%
Vrd	Taglio ultimo resistente	382 kN		89%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	3 kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-50 Mpa	Coeff.Sfrutt.	14%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	154 Mpa	Coeff.Sfrutt.	43%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-6 Mpa	Coeff.Sfrutt.	31%
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	165 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0.18 mm	Coeff.Sfrutt.	90%

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	85 di 126

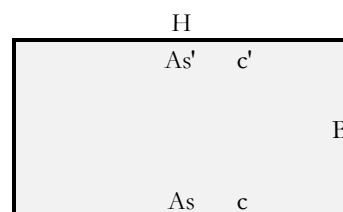
Oggetto:

Tombino BICANNE IN29_6+592

Sezione n°. 02

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm	
H	Altezza sezione rettangolare	550 mm	
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm	
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm	
d	Altezza utile = H-c	480 mm	
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa	
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa	
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	0.0 kN	
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	202.1 kNm	
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	0.0 kN	
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm	
Fi1	1° diametro armatura tesa	20	
Fi2	2° diametro armatura tesa		
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10	
n2	N°. Barre 2° armatura tesa		
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq	
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq	
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm	
s. Staffe	Passo staffe	200 mm	
bracci	Numero Bracci staffe	2	
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	2.0 [range: 1,0-2,5]	
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90.0°	
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1131 mmq/m	11.31 cmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R	
Mslc	Momento di esercizio [(+)]	116.7 kNm	
Nslc	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	0.0 kN	
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0.20 mm	
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck	
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck	
sigsR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk	

Geometria della Sezione:

Dati di Output:
SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S	Coeff.Sfrutt.Max	48%
Mrd	Momento ultimo resistente	544 kNm	Coeff.Sfrutt.	37%
Vrd	Taglio ultimo resistente senza staffe	256 kN	Coeff.Sfrutt.	0%
Vrd	Taglio ultimo resistente	382 kN	Coeff.Sfrutt.	0%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	3 kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-22 Mpa	Coeff.Sfrutt.	6%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	88 Mpa	Coeff.Sfrutt.	24%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-3 Mpa	Coeff.Sfrutt.	15%
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	170 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0.10 mm	Coeff.Sfrutt.	48%

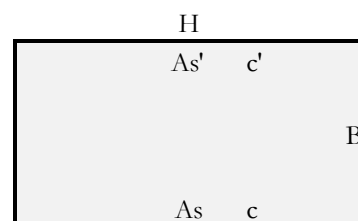
ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	86 di 126

Oggetto:
[Tombino BICANNE IN29_6+592](#)
[Sezione n°. 03](#)
Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm	
H	Altezza sezione rettangolare	450 mm	
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm	
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm	
d	Altezza utile = H-c	380 mm	
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa	
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa	
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	-76.3 kN	
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	191.7 kNm	
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	132.2 kN	
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm	
Fi1	1° diametro armatura tesa	16	
Fi2	2° diametro armatura tesa		
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10	
n2	N°. Barre 2° armatura tesa		
As'	Armatura superiore compressa	2011 mmq	
As	Armatura inferiore tesa	2011 mmq	
Fi Staffe	Diametro staffe	mm	
s. Staffe	Passo staffe	200 mm	
bracci	Numero Bracci staffe	0	
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	2.0 [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
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R	
Msl	Momento di esercizio [(+)]	112.7 kNm	
Nsl	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	-160.2 kN	
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0.20 mm	
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck	
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck	
sigsR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk	

Geometria della Sezione:

Dati di Output:
SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S	Coeff.Sfrutt.Max	72%
Mrd	Momento ultimo resistente	295 kNm	Coeff.Sfrutt.	65%
Vrd	Taglio ultimo resistente senza staffe	207 kN	Coeff.Sfrutt.	64%
Vrd	Taglio ultimo resistente	207 kN	Coeff.Sfrutt.	64%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	0 kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-37 Mpa	Coeff.Sfrutt.	10%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	128 Mpa	Coeff.Sfrutt.	36%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-5 Mpa	Coeff.Sfrutt.	27%
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	122 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0.14 mm	Coeff.Sfrutt.	72%

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	87 di 126

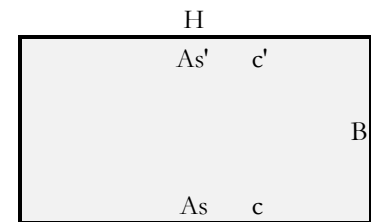
Oggetto:

Tombino BICANNE IN29_6+592

Sezione n°. 04

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm	
H	Altezza sezione rettangolare	450 mm	
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm	
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm	
d	Altezza utile = H-c	380 mm	
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa	
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa	
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	-9.8 kN	
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	202.8 kNm	
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	286.6 kN	
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm	
Fi1	1° diametro armatura tesa	20	
Fi2	2° diametro armatura tesa		
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10	
n2	N°. Barre 2° armatura tesa		
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq	
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq	
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm	
s. Staffe	Passo staffe	200 mm	
bracci	Numero Bracci staffe	2	
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	2.0 [range: 1,0-2,5]	
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90.0°	
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1131 mmq/m	11.31 cmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R	
Msle	Momento di esercizio [(+)]	118.4 kNm	
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	-17.2 kN	
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq,Perm)	0.20 mm	
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck	
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck	
sigsR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk	

Geometria della Sezione:

Dati di Output:
SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S	Coeff.Sfrutt.Max	95%
Mrd	Momento ultimo resistente	423 kNm	Coeff.Sfrutt.	48%
Vrd	Taglio ultimo resistente senza staffe	231 kN	Coeff.Sfrutt.	124%
Vrd	Taglio ultimo resistente	303 kN	Coeff.Sfrutt.	95%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	2 kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-29 Mpa	Coeff.Sfrutt.	8%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	112 Mpa	Coeff.Sfrutt.	31%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-4 Mpa	Coeff.Sfrutt.	23%
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	118 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0.11 mm	Coeff.Sfrutt.	56%

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

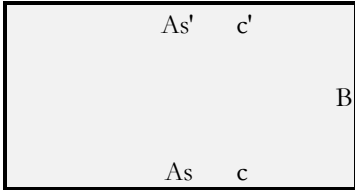
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	88 di 126

Oggetto:

Tombino BICANNE IN29_6+592

Sezione n°. 05

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm	Geometria della Sezione: 
H	Altezza sezione rettangolare	450 mm	
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm	
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm	
d	Altezza utile = H-c	380 mm	
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa	
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa	
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	-9.8 kN	
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	167.0 kNm	
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	0.0 kN	
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm	
Fi1	1° diametro armatura tesa	20	
Fi2	2° diametro armatura tesa		
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10	
n2	N°. Barre 2° armatura tesa		
As'	Armatura superiore compressa	2655 mmq	
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq	
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm	
s. Staffe	Passo staffe	200 mm	
bracci	Numero Bracci staffe	2	
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	2.0 [range: 1,0-2,5]	
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90.0°	
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1131 mmq/m	11.31 cmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R	
Msle	Momento di esercizio [(+)]	100.8 kNm	
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	-17.2 kN	
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0.20 mm	
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck	
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck	
sigsR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk	

Dati di Output:
SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S	Coeff.Sfrutt.Max	48%
Mrd	Momento ultimo resistente	423 kNm	Coeff.Sfrutt.	39%
Vrd	Taglio ultimo resistente senza staffe	231 kN	Coeff.Sfrutt.	0%
Vrd	Taglio ultimo resistente	303 kN	Coeff.Sfrutt.	0%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	2 kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-26 Mpa	Coeff.Sfrutt.	7%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	95 Mpa	Coeff.Sfrutt.	26%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-4 Mpa	Coeff.Sfrutt.	20%
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	117 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0.10 mm	Coeff.Sfrutt.	48%

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	89 di 126

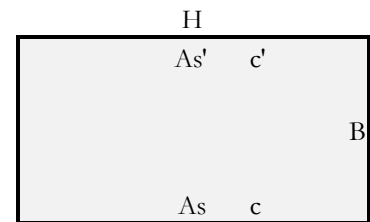
Oggetto:

Tombino BICANNE IN29_6+592

Sezione n°. 06

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm	
H	Altezza sezione rettangolare	450 mm	
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm	
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm	
d	Altezza utile = H-c	380 mm	
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa	
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa	
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	-98.8 kN	
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	83.3 kNm	
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	132.2 kN	
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm	
Fi1	1° diametro armatura tesa	16	
Fi2	2° diametro armatura tesa	0	
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10 Armatura tesa filante	2011 mmq
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	0 Armatura di raffittim.	0 mmq
As'	Armatura superiore compressa	2011 mmq	
As	Armatura inferiore tesa	2011 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	2.0 [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
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R	
Msle	Momento di esercizio [(+)]	51.3 kNm	
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	-182.7 kN	
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0.20 mm	
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck	
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck	
sigsR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk	

Geometria della Sezione:

Dati di Output:
SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S	Coeff.Sfrutt.Max	63%
Mrd	Momento ultimo resistente	298 kNm	Coeff.Sfrutt.	28%
Vrd	Taglio ultimo resistente senza staffe	210 kN	Coeff.Sfrutt.	63%
Vrd	Taglio ultimo resistente	210 kN	Coeff.Sfrutt.	63%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	0 kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-21 Mpa	Coeff.Sfrutt.	6%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	34 Mpa	Coeff.Sfrutt.	10%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-2 Mpa	Coeff.Sfrutt.	12%
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	124 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0.04 mm	Coeff.Sfrutt.	19%

Si riportano i coefficienti di sfruttamento nelle sezioni notevoli per le verifiche SLU/SLV/SLE:

SINTESI VERIFICHE SEZIONI NOTEVOLI:							
SL	VERIF	SEZ01	SEZ02	SEZ03	SEZ04	SEZ05	SEZ06
SLU	Med/Mrd	61%	37%	65%	48%	39%	28%
SLU	Ved/Vrd	89%	0%	64%	95%	0%	63%
SLE	(sigse/sigsr)s	14%	6%	10%	8%	7%	6%
SLE	(sigse/sigsr)i	43%	24%	36%	31%	26%	10%
SLE	(sigce/sigcr)s	31%	15%	27%	23%	20%	12%
SLE	wk/wklim	90%	48%	72%	56%	48%	19%
	MAX	90%	48%	72%	95%	48%	63%
	MAX	95%					

I coefficienti di sfruttamento sono tutti inferiori all'unità e pertanto le verifiche risultano soddisfatte.

5.9. ARMATURA DI RIPARTIZIONE

Le armature di ripartizione delle pareti e della soletta vengono dimensionate per sostenere gli effetti del ritiro igrometrico i quali generano una trazione pura per deformazioni impedita a causa della soletta inferiore gettata precedentemente e che può aver dissipato tali effetti.

La ϵ ritiro induce nel calcestruzzo una tensione di trazione superiore alla sua resistenza a trazione, ne deriva la fessurazione e il trasferimento di tutta la trazione sull'acciaio teso. Per ottenere delle fessure uniformemente distribuite e non concentrate in alcuni punti con ampiezze macroscopiche, si applica un principio di non plasticizzazione delle armature. Per limitare l'ampiezza delle fessure, pur distribuite, che si ottengono applicando tale principio, si applica quanto previsto al § 7.3.2 dell'Eurocodice 2 - UNI EN 1992 1-1: "Aree minime di armatura", in particolare la formula (7.1):

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	91 di 126

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}$$

dove:

 $A_{s,min}$ è l'area minima di armatura nella zona tesa;

 A_{ct} è l'area di calcestruzzo nella zona tesa. La zona tesa è quella parte della sezione che risulta in trazione subito dopo la formazione della prima fessura; è pari a tutta l'area della sezione per trazione pura, alla metà per flessione;

 σ_s è la massima tensione ammessa nell'armatura subito dopo la formazione della fessura. Tale tensione può essere assunta pari alla tensione di snervamento f_{yk} dell'armatura. Può essere però necessario fissare un valore minore per soddisfare i limiti di apertura delle fessure secondo il massimo diametro o la massima spaziatura tra le barre (vedere punto 7.3.3).

 $f_{ct,eff}$ è il valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo al momento in cui si suppone insorgano le prime fessure;

 $f_{ct,eff} = f_{ctm}$ se la formazione delle fessure è prevista prima di 28d;

 k è il coefficiente che tiene conto degli effetti di tensioni auto-equilibrate non uniformi, $k=1$
 k_c è il coefficiente che tiene conto del tipo di distribuzione delle tensioni all'interno della sezione subito prima della fessurazione e della variazione del braccio di leva; $k_c=1$ per trazione, $k_c=0,4$ per flessione, $k_c = 0,4 \cdot (1 - \text{funz}(\sigma_c))$ nel caso flessione combinata con sforzo normale.

base della sezione		1000 mm
altezza della sezione		450 mm
area sezione calcestruzzo	A_{ct}	450000 mm ²
tensione di snervamento acciaio	f_{yk}	450 Mpa
resist. Caratt. Cilindrica cls a compressione	f_{ck}	30 Mpa
tensione resistente cls a trazione	$f_{ct,eff}=0,3(f_{ck})^{2/3}$	2.90 Mpa
coefficiente k_c	k_c	1.00
coefficiente k	k	1.00
area minima acciaio teso nella sezione	$A_{s,min}$	2896 mm ²

P.to 7.3.3 EC2 1992:1-1): Dove è disposta l'armatura minima indicata al punto 7.3.2, le ampiezze delle fessure non dovrebbero essere eccessive se: per fessurazione causata principalmente da deformazioni impedito, il diametro delle barre non eccede quello dato nel prospetto 7.2N, dove la tensione nell'acciaio è quella che si ha subito dopo la fessurazione [cioè il termine σ_s nell'espressione (7.1)];

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	92 di 126

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}$$

dove:

 $A_{s,min}$ è l'area minima di armatura nella zona tesa;

 A_{ct} è l'area di calcestruzzo nella zona tesa. La zona tesa è quella parte della sezione che risulta in trazione subito dopo la formazione della prima fessura; è pari a tutta l'area della sezione per trazione pura, alla metà per flessione;

 σ_s è la massima tensione ammessa nell'armatura subito dopo la formazione della fessura. Tale tensione può essere assunta pari alla tensione di snervamento f_{yk} dell'armatura. Può essere però necessario fissare un valore minore per soddisfare i limiti di apertura delle fessure secondo il massimo diametro o la massima spaziatura tra le barre (vedere punto 7.3.3).

 $f_{ct,eff}$ è il valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo al momento in cui si suppone insorgano le prime fessure;

 $f_{ct,eff} = f_{ctm}$ se la formazione delle fessure è prevista prima di 28d;

 k è il coefficiente che tiene conto degli effetti di tensioni auto-equilibrate non uniformi, $k=1$
 k_c è il coefficiente che tiene conto del tipo di distribuzione delle tensioni all'interno della sezione subito prima della fessurazione e della variazione del braccio di leva; $k_c=1$ per trazione, $k_c=0,4$ per flessione, $k_c = 0,4 \cdot (1 - \text{funz}(\sigma_c))$ nel caso flessione combinata con sforzo normale.

base della sezione		1000 mm
altezza della sezione		450 mm
area sezione calcestruzzo	A_{ct}	450000 mm ²
tensione di snervamento acciaio	f_{yk}	450 Mpa
resist. Caratt. Cilindrica cls a compressione	f_{ck}	30 Mpa
tensione resistente cls a trazione	$f_{ct,eff}=0,3(f_{ck})^{2/3}$	2.90 Mpa
coefficiente k_c	k_c	1.00
coefficiente k	k	1.00
area minima acciaio teso nella sezione	$A_{s,min}$	2896 mm ²

P.to 7.3.3 EC2 1992:1-1): Dove è disposta l'armatura minima indicata al punto 7.3.2, le ampiezze delle fessure non dovrebbero essere eccessive se: per fessurazione causata principalmente da deformazioni impedito, il diametro delle barre non eccede quello dato nel prospetto 7.2N, dove la tensione nell'acciaio è quella che si ha subito dopo la fessurazione [cioè il termine σ_s nell'espressione (7.1)];

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	93 di 126

A seguire il riepilogo delle armature del tombino:

Pareti di spessore	45 cm		
con armatura principale esterna	F16 /100		2011 mm ²
con armatura principale interna	F16 /100		2011 mm ²
Soletta superiore di spessore	45 cm		
con armatura principale superiore	F20 /100		3142 mm ²
con armatura principale inferiore	F20 /100		3142 mm ²
Soletta inferiore di spessore	55 cm		
con armatura principale superiore	F20 /100		3142 mm ²
con armatura principale inferiore	F20 /100		3142 mm ²

Le pareti non hanno armatura a taglio.

 La soletta superiore necessita di armatura a taglio **F12 /200** dir.princ. /500 dir.trasv.

 La soletta inferiore necessita di armatura a taglio **F12 /200** dir.princ. /500 dir.trasv.

(Le armature a taglio sono state disposte ove non risultano soddisfatte le verifiche con V_{rd} senza armatura a taglio)

Le armature di ripartizione sono:

	Armature di ripartizione:	Area:	% Arm. principale:
Pareti	F14 /100 2 strati	3078.8 mm ²	77% di 4021 mm ²
Soletta superiore	F14 /100 2 strati	3078.8 mm ²	49% di 6283 mm ²
Soletta inferiore	F14 /100 2 strati	3078.8 mm ²	49% di 6283 mm ²

Incidenza armature:

Larghezza utile	Lint	3.00 m	Spessore piedritti	Sp	0.45 m
Altezza libera	Hint	2.00 m	Spessore soletta	Ss	0.45 m
incidenza sovrapp.		20%	Spessore fondazione	Sf	0.55 m
			copri ferro	c	0.07 m

Elem.	Ø1 sup/int [mm]	pass1 [mm]	Ø2 sup/int [mm]	pass2 [mm]	Ø3 inf/ext [mm]	pass3 [mm]	Ø4 inf/ext [mm]	pass4 [mm]	Øleg [mm]	Øleg pass1 [mm]	Øleg pass2 [mm]
piedritto	16	100	0	1000	16	100	0	1000	0	1000	1000
soletta	20	100	0	1000	20	100	0	1000	12	200	500
fondaz.	20	100	0	1000	20	100	0	1000	12	200	500
ripartiz.	14	100	x	2 strati							
Elem.	LØ [m]	Lleg [mm]	Vol [m ³]	Peso [kg]	incid [kg/m ³]	Inc.%					
piedritto	3.48	0.51	0.9	132	146	22%					
soletta	4.38	0.51	1.8	280	160	24%					
fondaz.	4.58	0.61	2.1	296	138	25%					
ripartiz.			5.7	342	60	29%					
TOTALE			5.7	1183	207	100%					

6. VERIFICHE GEOTECNICHE

Per le verifiche geotecniche, a favore di sicurezza, sono state utilizzate le sollecitazioni maggiori, e quindi

quelle ottenute per la parte di tombino con altezza libera interna maggiore. Nella formula trinomia per il calcolo della capacità portante, però, è stata considerata come profondità del piano d'appoggio (D) quella della parte di tombino con altezza libera interna minore, in quanto tale effetto è favorevole ai fini del calcolo del carico limite, quindi anche in questo caso la scelta risulta a favore di sicurezza.

La differenza di profondità d'appoggio tra le due parti è dovuto al fatto che i binari della linea esistente, che si trovano al di sopra della parte di tombino varata a spinta e con altezza libera interna minore, si trovano a una quota minore rispetto al piano del ferro della nuova linea che invece si trova al di sopra della parte di tombino gettata in opera e con altezza libera interna maggiore.

.6.1. Base reaction

Le “base reaction” sono la risultante delle reazioni delle molle per ogni singola combinazione di carico:

TABLE: Base Reactions			
OutputCase	GlobalFZ	GlobalFX	GlobalMY
Text	KN	KN	KN-m
SLU01	1408.63	42.70	73.29
SLU01	1408.63	42.70	73.29
SLU02	1408.63	16.15	40.38
SLU02	1408.63	16.15	40.38
SLU03	1408.63	16.15	40.38
SLU03	1408.63	16.15	40.38
SLU04	1408.63	64.65	94.46
SLU04	1408.63	64.65	94.46
SLU05	1408.63	42.70	73.29
SLU05	1408.63	42.70	73.29
SLU06	701.06	26.55	32.92
SLU06	701.06	26.55	32.92
SLU07	1408.63	64.65	94.46
SLU07	1408.63	64.65	94.46
SLU08	495.55	48.50	54.08
SLU08	495.55	48.50	54.08
SLU09	1408.63	48.50	54.08
SLU09	1408.63	48.50	54.08
SLU10	1408.63	-48.50	-54.08
SLU10	1408.63	-48.50	-54.08
SLU11	1267.12	-0.71	5.16
SLU11	1267.12	-0.71	5.16

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	95 di 126

SLU12	1267.12	-0.71	5.16
SLU12	1267.12	-0.71	5.16
SLU13	1196.36	12.79	42.25
SLU13	1196.36	12.79	42.25
SH1	604.38	-143.70	-269.28
SH1	604.38	-143.70	-269.28
SH2	581.92	-143.70	-269.28
SH2	581.92	-143.70	-269.28
SH3	604.38	-27.61	-126.59
SH3	604.38	-27.61	-126.59
SH4	581.92	-27.61	-126.59
SH4	581.92	-27.61	-126.59
SV1	555.70	-38.99	-73.71
SV1	555.70	-38.99	-73.71
SV2	630.59	-38.99	-73.71
SV2	630.59	-38.99	-73.71
SV3	555.70	-4.16	-30.90
SV3	555.70	-4.16	-30.90
SV4	630.59	-4.16	-30.90
SV4	630.59	-4.16	-30.90
SLU14	1408.63	17.61	49.10
SLU14	1408.63	17.61	49.10
SLU15	1408.63	-8.94	16.19
SLU15	1408.63	-8.94	16.19
SLU16	1408.63	-8.94	16.19
SLU16	1408.63	-8.94	16.19
SLU17	1408.63	30.79	61.80
SLU17	1408.63	30.79	61.80
SLU18	1408.63	8.83	40.64
SLU18	1408.63	8.83	40.64
SLU19	701.06	-7.32	0.26
SLU19	701.06	-7.32	0.26
SLU20	1408.63	30.79	61.80
SLU20	1408.63	30.79	61.80
SLU21	495.55	14.63	21.42
SLU21	495.55	14.63	21.42
SLU22	1408.63	14.63	21.42
SLU22	1408.63	14.63	21.42
SLU23	1408.63	-73.59	-78.27
SLU23	1408.63	-73.59	-78.27
SLU24	1267.12	-25.80	-19.03
SLU24	1267.12	-25.80	-19.03
SLU25	1267.12	-25.80	-19.03
SLU25	1267.12	-25.80	-19.03
SLU26	1196.36	-12.30	18.06
SLU26	1196.36	-12.30	18.06

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	96 di 126

SV5	555.70	-64.07	-97.90
SV5	555.70	-64.07	-97.90
SV6	630.59	-64.07	-97.90
SV6	630.59	-64.07	-97.90
SV7	555.70	-29.25	-55.09
SV7	555.70	-29.25	-55.09
SV8	630.59	-29.25	-55.09
SV8	630.59	-29.25	-55.09
SH5	604.38	-168.78	-293.47
SH5	604.38	-168.78	-293.47
SH6	581.92	-168.78	-293.47
SH6	581.92	-168.78	-293.47
SH7	604.38	-52.69	-150.78
SH7	604.38	-52.69	-150.78
SH8	581.92	-52.69	-150.78
SH8	581.92	-52.69	-150.78

Le terne di sollecitazioni N-H-M utilizzate nelle verifiche sono le seguenti, involuppate per combinazioni SLU e per combinazioni SLV:

SLU	
Nmax	1408.63 kN/m
Nmin	495.55 kN/m
Hmax	73.59 kN/m
Mmax	94.46 kNm/m
SLV	
Nmax	630.59 kN/m
Nmin	555.70 kN/m
Hmax	168.78 kN/m
Mmax	293.47 kNm/m

Le terne di sollecitazioni sopra elencate sono utilizzate a seguire per le verifiche geotecniche GEO a carico limite e a scorrimento secondo l'approccio 2 (A1-M1-R3) di cui al punto 6.4.2.1 delle NTC2018.

Le caratteristiche geometriche e i coefficienti utilizzati nelle verifiche geotecniche vengono di seguito riportati:

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	97 di 126

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

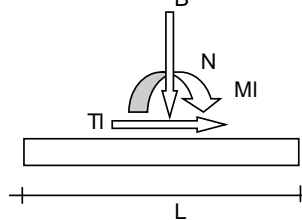
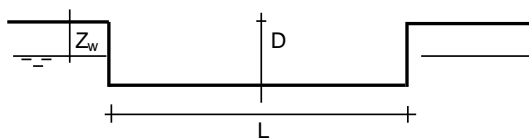
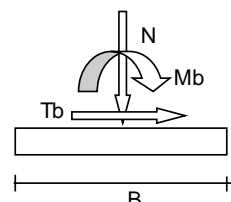
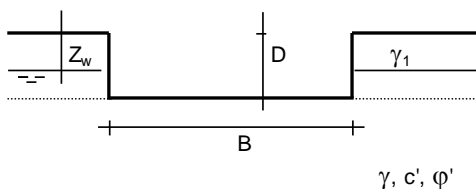
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

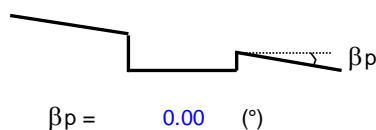
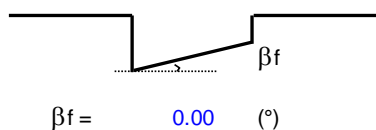
coefficienti parziali

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno		resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \phi'$	c'	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	○	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80
	SISMA	○	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30
Tensioni Ammissibili	○	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista	●	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 8.35 (m)
L = 100.00 (m)
D = 3.35 (m)





**LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO
PROGETTO DEFINITIVO – INTERFERENZE VIARIE
ED IDRAULICHE**

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

98 di 126

Per il calcolo del carico limite si è utilizzata la formula trinomia, in termini di tensioni efficaci per le condizioni drenate e in termini di tensioni totali per le condizioni non drenate:

CONDIZIONI DRENATE (TENSIONI EFFICACI):

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

CONDIZIONI NON DRENATE (TENSIONI TOTALI):

$$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q$$

Le seguenti verifiche geotecniche sono distinguibili per:

- Verifiche per combinazioni in fase statica e verifiche per combinazione in fase sismica;
- Verifiche in condizioni drenate e verifiche in condizioni non drenate (in presenza di falda);
- Verifiche per sforzo normale minimo e verifiche per sforzo normale massimo.

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

NN1X

LOTTO

00

CODIFICA

D 78

DOCUMENTO

CL IN0000 004

REV.

A

FOGLIO

99 di 126

6.2. Verifiche SLU in condizioni drenate

- SLU-Nmin:**

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	495.55		495.55
Mb [kNm]	94.46		94.46
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	73.59		73.59
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	73.59	0.00	73.59

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 20.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 18.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 10.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 22.00 \quad (^\circ)$$

Valori di progetto

$$c' = 10.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 22.00 \quad (^\circ)$$

Profondità della falda

$$Z_w = 10.40 \quad (\text{m})$$

$$e_B = 0.19 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.00 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 7.97 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1.00 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 67.00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 16.44 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$N_q = 7.82$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 16.88$$

$$N_y = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_y = 7.13$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	100 di 126

 s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.00$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan(\varphi') / L$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 1.00$$

 i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B / L) / (1 + B / L) = 0.00 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L / B) / (1 + L / B) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cdot \cotg(\varphi')))^m$$

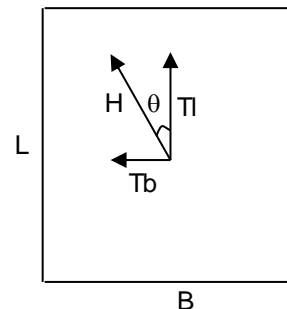
$$i_q = 0.74$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 0.70$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cdot \cotg(\varphi')))^{m+1}$$

$$i_\gamma = 0.63$$


 d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan(\varphi') (1 - \sin(\varphi'))^2 / B$$

$$\text{per } D/B > 1; d_q = 1 + (2 \tan(\varphi') (1 - \sin(\varphi'))^2) \cdot \arctan(D / B)$$

$$d_q = 1.40$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan(\varphi'))$$

$$d_c = 1.46$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

101 di 126

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi')^2$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 752.39 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B * L^*$$

$$q = 62.19 \quad (\text{kN/m}^2)$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

102 di 126

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 327.13 \geq q = 62.19 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 73.59 \text{ (kN)}$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 279.90 \text{ (kN)}$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 254.45 \geq H_d = 73.59 \text{ (kN)}$$

- **SLU-Nmax:**

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

103 di 126

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	1408.63		1408.63
Mb [kNm]	94.46		94.46
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	73.59		73.59
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	73.59	0.00	73.59

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 20.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 18.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 10.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 22.00 \quad (^\circ)$$

Valori di progetto

$$c' = 10.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 22.00 \quad (^\circ)$$

Profondità della falda

$$Z_w = 10.40 \quad (\text{m})$$

$$e_B = 0.07 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.00 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 8.22 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1.00 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 67.00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 16.44 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \varphi')}$$

$$N_q = 7.82$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 16.88$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 7.13$$

ELABORATI GENERALI
 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	104 di 126

 s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.00$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan(\varphi') / L$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 1.00$$

 i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e
 $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg(\varphi')))^m$$

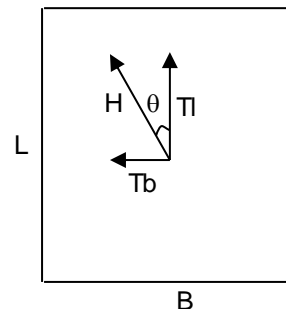
$$i_q = 0.90$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 0.89$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg(\varphi')))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.85$$


 d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan(\varphi') (1 - \sin(\varphi'))^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan(\varphi') (1 - \sin(\varphi'))^2) \cdot \arctan(D / B^*)$$

$$d_q = 1.40$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan(\varphi'))$$

$$d_c = 1.46$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

105 di 126

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi')^2$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 931.33 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B \cdot L^*$$

$$q = 171.45 \quad (\text{kN/m}^2)$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

106 di 126

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 404.93 \geq q = 171.45 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 73.59 \text{ (kN)}$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 651.28 \text{ (kN)}$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 592.07 \geq H_d = 73.59 \text{ (kN)}$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

107 di 126

• ***SLU-N_{min}***

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	495.55		495.55
Mb [kNm]	94.46		94.46
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	73.59		73.59
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	73.59	0.00	73.59

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 20.00$ (kN/mc)

$\gamma = 18.00$ (kN/mc)

Valore caratteristico di resistenza del terreno

$c_u = 45.00$ (kN/mq)

$e_B = 0.19$ (m)

$e_L = 0.00$ (m)

Valore di progetto

$c_u = 45.00$ (kN/mq)

$B^* = 7.97$ (m)

$L^* = 1.00$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 67.00$ (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 18.00$ (kN/mc)

N_c : coefficiente di capacità portante

$N_c = 2 + \pi$

$N_c = 5.14$

s_c : fattori di forma

$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$

$s_c = 1.00$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	108 di 126

i_c : fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00$$

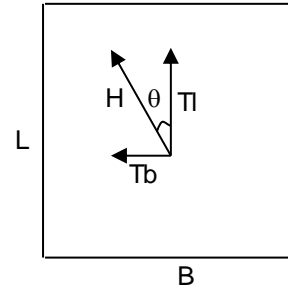
$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m = 2.00$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^* L^* c_u^* N_c))$$

$$i_c = 0.93$$



d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_c = 1 + 0,4 D / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_c = 1 + 0,4 \arctan (D / B^*)$

$$d_c = 1.51$$

b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 1.00$$

g_c : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 427.73 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 62.19 \quad (\text{kN/m}^2)$$

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	109 di 126

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 185.97 \geq q = 62.19 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 73.59 \text{ (kN)}$$

Azione Resistente

$$S_d = c_u B^* L^*$$

$$S_d = 398.44 \text{ (kN)}$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 362.22 \geq H_d = 73.59 \text{ (kN)}$$

- SLU-Nmax:

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	110 di 126

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	1408.63		1408.63
Mb [kNm]	94.46		94.46
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	73.59		73.59
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	73.59	0.00	73.59

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 20.00$ (kN/mc)

$\gamma = 18.00$ (kN/mc)

Valore caratteristico di resistenza del terreno

$c_u = 45.00$ (kN/mq)

$e_B = 0.07$ (m)

$e_L = 0.00$ (m)

Valore di progetto

$c_u = 45.00$ (kN/mq)

$B^* = 8.22$ (m)

$L^* = 1.00$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 67.00$ (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 18.00$ (kN/mc)

Nc : coefficiente di capacità portante

$Nc = 2 + \pi$

$Nc = 5.14$

s_c : fattori di forma

$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$

$s_c = 1.00$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	111 di 126

i_c : fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00$$

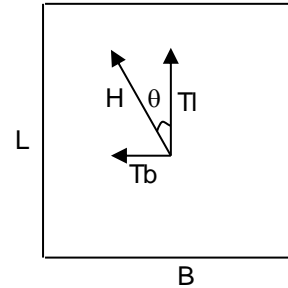
$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m = 2.00$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^* L^* c_u^* N_c))$$

$$i_c = 0.93$$



d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_c = 1 + 0,4 D / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_c = 1 + 0,4 \arctan (D / B^*)$

$$d_c = 1.51$$

b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 1.00$$

g_c : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 428.57 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 171.45 \quad (\text{kN/m}^2)$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

112 di 126

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 186.33 \geq q = 171.45 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 73.59 \text{ (kN)}$$

Azione Resistente

$$S_d = c_u B^* L^*$$

$$S_d = 410.79 \text{ (kN)}$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 373.45 \geq H_d = 73.59 \text{ (kN)}$$

.6.4. Verifiche SLV in condizioni drenate

- **SLV-Nmin:**

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	113 di 126

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	555.70		555.70
Mb [kNm]	293.47		293.47
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	168.78		168.78
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	168.78	0.00	168.78

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 20.00$ (kN/mc)

$\gamma = 18.00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 10.00$ (kN/mq)

$\varphi' = 22.00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 10.00$ (kN/mq)

$\varphi' = 22.00$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 10.40$ (m)

$e_B = 0.53$ (m)

$e_L = 0.00$ (m)

$B^* = 7.29$ (m)

$L^* = 1.00$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 67.00$ (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 16.44$ (kN/mc)

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * \tan \varphi')}$

$N_q = 7.82$

$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$

$N_c = 16.88$

$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan \varphi'$

$N_\gamma = 7.13$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

114 di 126

 s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.00$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan(\varphi') / L$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 1.00$$

 i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg(\varphi')))^m$$

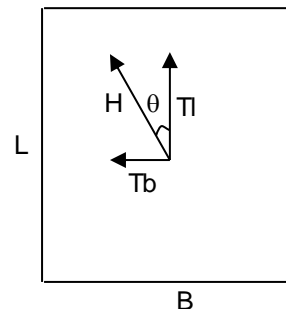
$$i_q = 0.50$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 0.43$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg(\varphi')))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.36$$


 d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan(\varphi') (1 - \sin(\varphi'))^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan(\varphi') (1 - \sin(\varphi'))^2) \cdot \arctan(D / B^*)$$

$$d_q = 1.40$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan(\varphi'))$$

$$d_c = 1.46$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

115 di 126

 b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\phi')^2$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

 g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 497.49 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 76.19 \quad (\text{kN/m}^2)$$

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	116 di 126

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 216.3 \geq q = 76.19 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 168.78 \text{ (kN)}$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 297.46 \text{ (kN)}$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 270.42 \geq H_d = 168.78 \text{ (kN)}$$

- SLV-Nmax :

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	117 di 126

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	630.59		630.59
Mb [kNm]	293.47		293.47
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	168.78		168.78
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	168.78	0.00	168.78

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 20.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 18.00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 10.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 22.00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 10.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 22.00$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 10.40$ (m)

$e_B = 0.47$ (m)
 $e_L = 0.00$ (m)

$B^* = 7.42$ (m)
 $L^* = 1.00$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 67.00$ (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 16.44$ (kN/mc)

Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante

$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * \tan \varphi')}$

$N_q = 7.82$

$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$

$N_c = 16.88$

$N_y = 2 * (N_q + 1) * \tan \varphi'$

$N_y = 7.13$

ELABORATI GENERALI
 Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	118 di 126

 s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot Nq / (L \cdot Nc)$$

$$s_c = 1.00$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan(\varphi') / L$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 1.00$$

 i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(Tb/Tl) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e
 $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg(\varphi')))^m$$

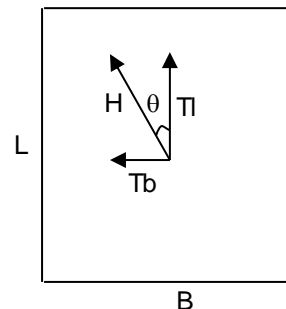
$$i_q = 0.55$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$$

$$i_c = 0.49$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg(\varphi')))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.41$$


 d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan(\varphi') (1 - \sin(\varphi'))^2 / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan(\varphi') (1 - \sin(\varphi'))^2) \cdot \arctan(D / B^*)$

$$d_q = 1.40$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (Nc \tan(\varphi'))$$

$$d_c = 1.46$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	119 di 126

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\phi')^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 0.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 0.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 549.75 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 84.99 \quad (\text{kN/m}^2)$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

120 di 126

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 239.02 \geq q = 84.99 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 168.78 \text{ (kN)}$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 328.97 \text{ (kN)}$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 299.06 \geq H_d = 168.78 \text{ (kN)}$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

121 di 126

- SLV-Nmin:

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	555.70		555.70
Mb [kNm]	293.47		293.47
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	168.78		168.78
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	168.78	0.00	168.78

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 20.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 18.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Valore caratteristico di resistenza del terreno

$$c_u = 45.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$e_B = 0.53 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.00 \quad (\text{m})$$

Valore di progetto

$$c_u = 45.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$B^* = 7.29 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1.00 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 67.00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 18.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc : coefficiente di capacità portante

$$N_c = 2 + \pi$$

$$N_c = 5.14$$

sc : fattori di forma

$$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$$

$$s_c = 1.00$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	122 di 126

i_c : fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00$$

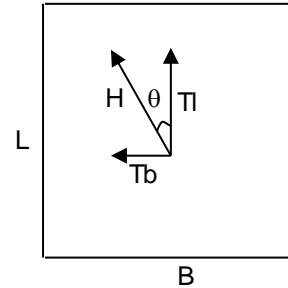
$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m = 2.00$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^* L^* c_u^* N_c))$$

$$i_c = 0.82$$



d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_c = 1 + 0,4 D / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_c = 1 + 0,4 \arctan (D / B^*)$

$$d_c = 1.51$$

b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 1.00$$

g_c : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 385.67 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 76.19 \quad (\text{kN/m}^2)$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e
3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NN1X

00

D 78

CL IN0000 004

A

123 di 126

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 167.68 \geq q = 76.19 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 168.78 \text{ (kN)}$$

Azione Resistente

$$S_d = c_u B^* L^*$$

$$S_d = 364.69 \text{ (kN)}$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 331.54 \geq H_d = 168.78 \text{ (kN)}$$

- SLV-Nmax:

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL IN0000 004	A	124 di 126

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	630.59		630.59
Mb [kNm]	293.47		293.47
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	168.78		168.78
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	168.78	0.00	168.78

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 20.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 18.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Valore caratteristico di resistenza del terreno

$$c_u = 45.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$e_B = 0.47 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.00 \quad (\text{m})$$

Valore di progetto

$$c_u = 45.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$B^* = 7.42 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1.00 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 67.00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 18.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc : coefficiente di capacità portante

$$N_c = 2 + \pi$$

$$N_c = 5.14$$

s_c : fattori di forma

$$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$$

$$s_c = 1.00$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo Tombino doppia canna 3.50x2.00 e 3.50x1.20 sotto Linea Storica

COMMESSA

NN1X

LOTTO

00

CODIFICA

D 78

DOCUMENTO

CL IN0000 004

REV.

A

FOGLIO

125 di 126

 i_c : fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00$$

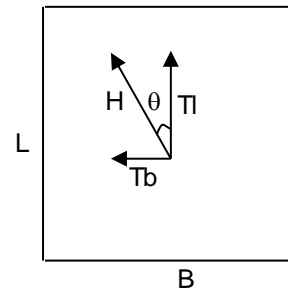
$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m = 2.00$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^* L^* c_u N_c))$$

$$i_c = 0.82$$


 d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

 per $D/B^* \leq 1$; $d_c = 1 + 0,4 D / B^*$

 per $D/B^* > 1$; $d_c = 1 + 0,4 \arctan (D / B^*)$

$$d_c = 1.51$$

 b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 1.00$$

 g_c : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 386.85 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 84.99 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 168.2 \geq q = 84.99 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO
Carico agente

$$Hd = 168.78 \text{ (kN)}$$

Azione Resistente

$$Sd = cu B^* L^*$$

$$Sd = 370.96 \text{ (kN)}$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$Sd / \gamma_R = 337.24 \geq Hd = 168.78 \text{ (kN)}$$

.6.6. Tabella verifiche geotecniche GEO

I coefficienti di sfruttamento che si ottengono per le verifiche geotecniche GEO sono i seguenti:

VERIFICHE GEO			
	Q_{lim}	Scorr	Esito
SLU-CD_Nmin	19%	29%	OK
SLU-CD_Nmax	42%	12%	OK
SLV-CD_Nmin	35%	62%	OK
SLV-CD_Nmax	36%	56%	OK
SLU-CND_Nmin	33%	20%	OK
SLU-CND_Nmax	92%	20%	OK
SLV-CND_Nmin	45%	51%	OK
SLV-CND_Nmax	51%	50%	OK

.6.7. Sollevamento per galleggiamento UPL

La quota della falda è al disotto del piano di imposta del sottopasso per cui non necessitano le verifiche di sollevamento per galleggiamento (UPL) di cui al punto 6.2.4.2 delle NTC 2018.