

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI

INTERFERENZE IDRAULICHE

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

SCALA:

-

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

I A 7 K 0 0 D 1 0 C L I N 0 0 0 0 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	P.Luciani 	Dic. 2019	A.Ciavarella	Dic. 2019	T.Paoletti	Dic. 2019	L.Berardi Feb. 2020
B	Emissione esecutiva	P.Luciani 	Feb. 2020	A.Ciavarella 	Feb. 2020	T.Paoletti 	Feb. 2020	

File: : IA7K00D10CLIN0000001B.doc

n. Elab.:



**NODO INTERMODALE DI BRINDISI
COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	2 di 144

INDICE

1. PREMESSA	5
2. SCOPO DEL DOCUMENTO	6
3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	9
3.1 NORMATIVA	9
3.2 ELABORATI PROGETTUALI DI RIFERIMENTO	9
4. UNITÀ DI MISURA	10
5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	11
5.1 CALCESTRUZZO	11
5.2 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	11
5.3 DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI	12
5.4 COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE	12
6. PARAMETRI SISMICI	13
7. PARAMETRI GEOTECNICI	15
8. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	16
9. ANALISI DEI CARICHI	17
9.1 CONDIZIONI DI CARICO	17
9.1.1 <i>Peso proprio strutturale (PP)</i>	17
9.1.2 <i>Carichi permanenti portati (PERM)</i>	17
9.1.3 <i>Spinta del terreno (SPTSX e SPTDX)</i>	17
9.1.4 <i>Azioni della falda (SPTW)</i>	18
9.1.5 <i>Azioni termiche (TERM)</i>	19
9.1.6 <i>Ritiro (RITIRO)</i>	19
9.1.7 <i>Azioni variabili da traffico</i>	20
9.1.8 <i>Azioni sismiche</i>	23
9.2 COMBINAZIONI DI CARICO	25
10. CRITERI DI VERIFICA	29
10.1 VERIFICHE STRUTTURALI	29

10.1.1	Verifiche allo stato limite ultimo	29
10.1.2	Verifiche allo stato limite di esercizio.....	31
10.2	VERIFICHE GEOTECNICHE	31
11.	MODELLAZIONE STRUTTURALE	35
11.1	CODICE DI CALCOLO	35
11.2	MODELLO DI CALCOLO	35
11.2.1	Interazione terreno-struttura	36
12.	RISULTATI E ANALISI	38
12.1	ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI.....	38
12.2	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO	40
12.2.1	Verifiche a taglio	40
12.2.2	Armature di progetto	42
12.3	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	43
12.4	VALUTAZIONE DELLE INCIDENZE	43
13.	ALLEGATO:TABULATI DI CALCOLO	44

1. PREMESSA

Il collegamento ferroviario tra la stazione di Brindisi e la futura stazione dell'aeroporto del Salento, interessa le aree a nord e nord-ovest della città, compresa tra l'asse ferroviario e l'aeroporto stesso.

Quest'ultimo ha confermato il ruolo strategico rivestito negli ultimi anni per la Regione Puglia, dato il notevole incremento dei flussi turistici sia nazionali che internazionali.

RFI con la nota prot. RFI-DIN-DIS.ADLTINC\P\2019\00000270, ha richiesto l'avvio delle attività per la Progettazione Tecnica ed Economica di I e II fase.

La soluzione individuata è la migliore alternativa progettuale risultante da un'analisi multicriteria realizzata all'interno del PFTE di prima fase e consegnato ad RFI con nota AGCCS.BATA.0017480.19.U del 12/03/2019.

La stessa soluzione è stata oggetto degli approfondimenti del PFTE di fase II.

Con la nota prot. RFI-DIN-DIS.ADLTINC\P\2019\00000510, RFI ha richiesto l'avvio delle attività per l'esecuzione delle prestazioni relative alla progettazione definitiva della soluzione individuata.



Soluzione individuata

Nel PFTE di seconda fase, il tracciato era suddiviso in due lotti funzionali corrispondenti alle due fasi realizzative:

- Lotto1: relativo al collegamento a singolo binario tra la Stazione di Brindisi e la nuova Stazione di Brindisi Aeroporto;

- Lotto 2: relativo ai rami di collegamento della nuova linea Brindisi- Brindisi Aeroporto con la linea Taranto-Brindisi e la linea Bari-Lecce.

Nella fase definitiva invece, il progetto è trattato in un unico lotto inclusi i rami di collegamento della nuova linea Brindisi- Brindisi Aeroporto con la linea Taranto-Brindisi, e la linea Bari-Lecce.

Il tracciato di progetto, lungo circa 6+225 km e con una pendenza massima del 20%, si sviluppa sostanzialmente in rilevato basso, attraversando le aree agricole a nord-ovest dell'abitato di Brindisi.

In corrispondenza di due interferenze viarie, in particolare per realizzare lo scavalco della SP42 e della SS379, la livelletta ferroviaria aumenta di quota (circa +7,5 e +10 m rispetto al piano di campagna rispettivamente).

2. SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione è relativa al calcolo dei tombini idraulici ferroviari, previsti nell'ambito della progettazione definitiva del Collegamento ferroviario dell'aeroporto del Salento con a stazione di Brindisi.

I tombini oggetto della presente relazione mostrano la medesima geometria costituita da una struttura scatolare realizzata in conglomerato cementizio gettato in opera, di dimensioni interne 2.00 x 2.00m, con soletta di copertura di spessore 0.30m, piedritti di spessore 0.30m e soletta di fondazione di spessore 0.40m.

Di seguito si riporta un prospetto con l'ubicazione e le principali caratteristiche dei tombini:

Tombino	Progressiva [km]	PF [m]	Qs [m]	Pendenza [m/m]	Scarico acqua [-----]	Dimensioni Tombini						Pozzetti in SX	Pozzetti in DX
						H	L1	L2	L3	L4	L5	H - [m]	H - [m]
IN00	0+579.86	31.549	27.06	0.002	sinistra	2.19	17.44	16.44	3.49	8.40	3.91	3.30	3.30
IN01	0+618.60	32.675	28.98	0.002	destra	1.40	28.51	27.71	2.10	22.70	1.90	3.30	3.30
IN03	2+379.15	35.19	31.35	0.002	destra	1.54	15.71	14.91	2.94	8.40	2.74	3.30	3.30
IN08	4+020.00	29.86	23.51	0.002	destra	1.3	22.7	21.70	3.15	8.40	3.01	3.30	3.30

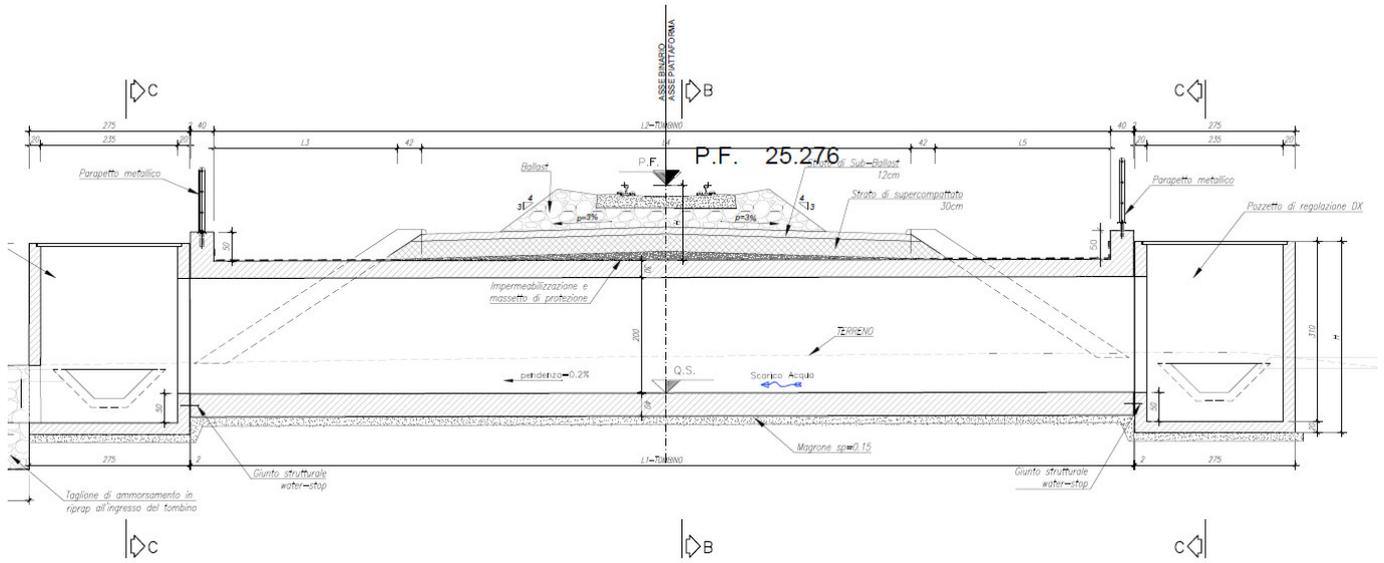


Figura 1 Sezione longitudinale tipologica

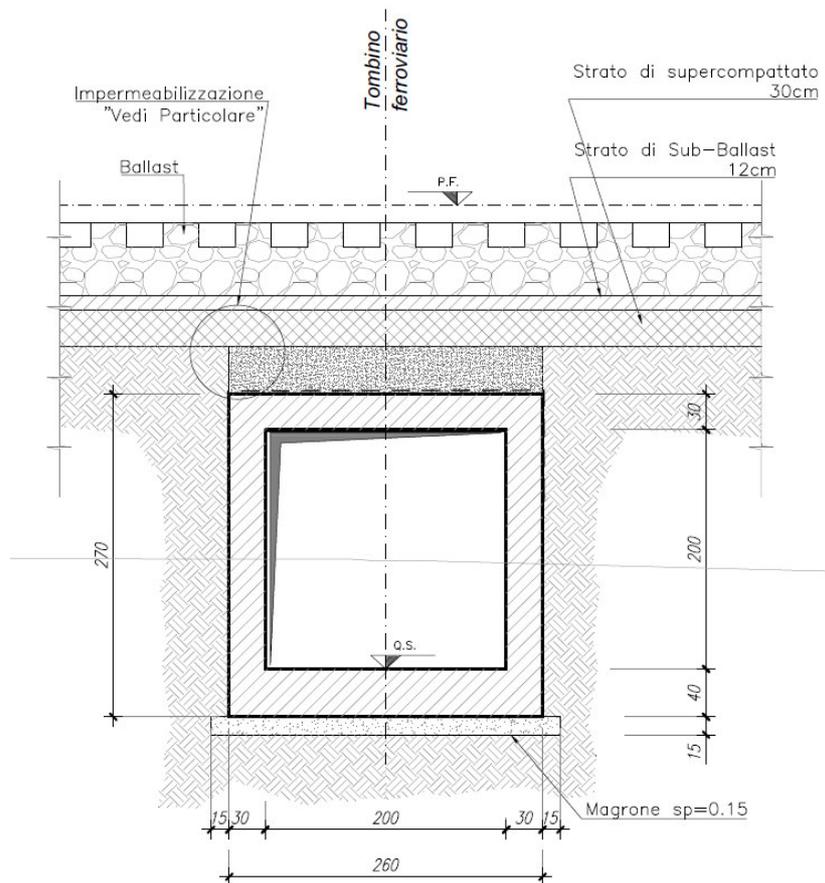


Figura 2 Sezione trasversale tipologica

L'opera, ubicata nel Comune di Brindisi, ricade in zona sismica e sono state pertanto considerate le azioni derivanti dall'analisi sismica, secondo quanto previsto dal D.M. 17/01/18 e dalla Circolare Applicativa.



**NODO INTERMODALE DI BRINDISI
COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	9 di 144

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 NORMATIVA

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le seguenti normative.

- LEGGE n. 1086 05.11.1971: “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “*Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»*”, G.U. Serie Generale n.42 del 20.02.2008, Supplemento Ordinario n.8.
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 ” Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21.12.2018 - “*Manuale di progettazione delle opere civili*”.
- RFI DTC SI AM MA IFS 001 B del 21.12.2018 - “*Manuale di progettazione delle opere civili – Sezione 1 – Ambiente*”.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 C del 21.12.2018 - “*Manuale di progettazione delle opere civili – Sezione 2 – Ponti e Strutture*”.
- RFI DTC SI CS MA IFS 001 C del 21.12.2018 - “*Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili*”.
- 1299/2014/UE Specifiche tecniche d'interoperabilità per il sottosistema “*Infrastruttura*” del sistema ferroviario dell’Unione Europea (18/11/2014);
- UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali;
- UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- UNI EN 1992-1-1 “*Progettazione delle strutture di calcestruzzo*”;
- UNI EN 206-1-2016: Calcestruzzo. “*Specificazione, prestazione, produzione e conformità*”.

3.2 ELABORATI PROGETTUALI DI RIFERIMENTO

Costituiscono parte integrante di quanto esposto nel presente documento, l’insieme degli elaborati di progetto specifici relativi all’opera in esame e riportati in elenco elaborati.

Tombini ferroviari 2.00x2.00 - Pianta, profilo e sezioni di carpenteria e scavi	varie	I	A	7	K	0	0	D	1	0	P	Z	I	N	0	0	0	0	0	0	1	A
---	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4. UNITÀ DI MISURA

Le unità di misura usate nella presente relazione sono:

- lunghezze [m]
- forze [kN]
- momenti [kNm]
- tensioni [MPa]

5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

5.1 Calcestruzzo

Per la realizzazione del tombino, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza 30/37 ($R_{ck} \geq 37.00 \text{ N/mm}^2$) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)
 $f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 30.71 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a compressione
 $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38.71 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico
 $E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 33019 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione
 $f_{cd} = a_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \times f_{ck} / 1.5 = 17.40 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media
 $f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.94 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione
 $f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 2.06 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione di calcolo
 $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.37 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Rara)
 $\sigma_c = 0.55 \times f_{ck} = 16.89 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente)
 $\sigma_c = 0.40 \times f_{ck} = 12.28 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo per magrone

Classe di resistenza = C12/15

5.2 Acciaio per cemento armato

Tipo	B450 (controllato in stabilimento)	
$f_{yk} =$	450 MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 =$	391.30 MPa	Resistenza di calcolo

	NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI	COMMESSA IA7K	LOTTO 00	CODIFICA D10CL	DOCUMENTO IN000001	REV. B

6. PARAMETRI SISMICI

Per la definizione dell'azione sismica occorre definire il periodo di riferimento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato. La vita nominale (V_N) dell'opera è stata assunta pari a 75 anni. La classe d'uso assunta è la III. Il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso, vale:

$$V_R = V_N \times C_u = 75 \times 1 = 75 \text{ anni.}$$

Il valore di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, è:

$$P_{VR} \text{ (SLV)} = 10\%.$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni vale:

$$T_R \text{ (SLV)} = - \frac{V_r}{\ln(1 - P_{VR})} = 712 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma o tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T^*c :

- $a_g \rightarrow$ accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
- $F_0 \rightarrow$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T^*c \rightarrow$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $S \rightarrow$ coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t);

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico (N.T.C. par. 7.11.6). In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Le spinte delle terre, considerando lo scatolare una struttura rigida e priva di spostamenti (NTC par. 7.11.6.2.1 e EC8-5 par.7.3.2.1), sono calcolate in regime di spinta a riposo, condizione che comporta il calcolo delle spinte in condizione sismica con l'incremento dinamico di spinta del terreno calcolato secondo la formula di Wood:

$$\Delta P_d = S a_g / g \gamma h_{tot}^2$$

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per le accelerazioni sismiche massime attese al suolo, considerando la componente verticale agente verso l'alto o verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli.

L'opera ricade nel comune di Brindisi. I corrispondenti valori delle caratteristiche sismiche per lo SLV ($T_R=712$ anni) sono i seguenti:

$$\text{latitudine} = 40.632727;$$

longitudine = 17.941761;

a_g = 0.050 g;

F_0 = 2.566;

T_{c^*} = 0.484 s.

Il sottosuolo su cui insiste l'opera ricade in categoria sismica "C" e categoria topografica "T1". I coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica risultano quindi:

S_S = 1.50;

S_T = 1.0.

Risulta quindi:

a_{max} = 0.733 m/s²;

k_h = 0.075;

k_v = ±0.037.

7. PARAMETRI GEOTECNICI

L'interpretazione delle prove in sito e di laboratorio ha condotto alla definizione dei seguenti valori dei parametri meccanici per i terreni tipo individuati:

		Valori caratteristici dei parametri geotecnici di progetto						
		γ	φ'	c'	C_u	G_0	E_{op}	$kh=k_v$
		(kN/m ³)	(°)	(kPa)	(kPa)	(Mpa)	(MPa)	(m/s)
LS(ms)	Limo marrone scuro	19	25÷26 (1)	0÷10 (1)	10÷15 (1)	35 ÷ 45	9 ÷ 11	1.0E-8 ⁽¹⁾
SL/Cal	Sabbia limosa/limo sabbioso color avana con possibili intercalazioni calcarenitiche	19	29÷30	0÷6	-	70 ÷ 100 fino a 4.5 m da pc 85 ÷ 110 oltre 4.5 m da pc	18 ÷ 25 fino a 4.5 m da pc 21 ÷ 28 oltre 4.5 m da pc	1.0E-8 (per i raccordi e fino al km 01+800) 1.0E-7÷1.0E-6 (dal km 01+800 fino a fine tracciato)
LS(ga)	Limo sabbioso grigio azzurro	19.5	26÷28	7÷10	50	110 ÷ 150	28÷38	1.0E-7
AL	Argilla limosa grigio azzurra	20	23÷24	15÷20	70-150 (3)	$G_0 = 85 \cdot (\sigma'_{vo}/p_a)^{0.65}$ (assumendo la falda ad 1 m da pc)	(2.5 · G ₀)/10	1.0E-9
Cal	Depositi calcarenitici	20	31 (2)	0	-	n.d.	30 (1)	1.0E-7

γ = peso di volume naturale;

φ' = angolo di attrito "operativo";

c' = intercetta di coesione "operativa";

C_u = resistenza al taglio non drenata;

G_0 = modulo di taglio iniziale riferito alle pressioni efficaci geostatiche. Dove $G_0 = 85 \cdot (\sigma'_{vo}/p_a)^{0.65}$, $p_a = 100$ kPa

E_{op} = Modulo di young "operativo" per l'analisi dei cedimenti dei rilevati con metodi elastici lineari e non lineari

k = coefficiente di permeabilità

n.d. = non determinato

(1) Valori ipotizzati sulla base della descrizione del materiale in assenza di prove.

(2) In assenza di prove sono stati cautelativamente assunti i parametri di resistenza ottenuti sulla calcarenite fratturata più superficiale

(3) variabile linearmente con la profondità da 21 m a 50 m da pc originale

Tabella 1: Caratterizzazione geotecnica

I parametri geotecnici impiegati per il rilevato ferroviario sono:

$\gamma = 20.00$	kN/m ³	peso di volume naturale
$\varphi' = 38$	°	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0.00$	kPa	coesione drenata

La falda è posizionata al di sotto del piano di posa della fondazione e non interagisce con l'opera in esame.

8. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

Nel seguito sarà esaminata una striscia di tombino avente lunghezza 1.00m. Si riportano di seguito le dimensioni geometriche della sezione in retto.

Spessore medio del ballast + armamento	$H_b =$	0.80m
Spessore sovrizzo in curva	$H_{sv} =$	0.00m
Spessore sub-ballast	$H_{sb} =$	0.12m
Spessore supercompattato	$H_{sc} =$	0.30m
Spessore rinterro	$H_r =$	0.82m
Spessore massetto impermeabilizzazione	$H_m =$	0.15m
Larghezza totale del tombino	$L_{tot} =$	2.60m
Larghezza utile del tombino	$L_{int} =$	2.00m
Larghezza mensola di fondazione sinistra	$L_{msx} =$	0.00m
Larghezza mensola di fondazione destra	$L_{mdx} =$	0.00m
Spessore della soletta di copertura	$S_s =$	0.30m
Spessore piedritti	$S_p =$	0.30m
Spessore ritto centrale	$S_{pc} =$	0.00m
Spessore della soletta di fondazione	$S_f =$	0.40m
Altezza libera del tombino	$H_{int} =$	2.00m
Altezza totale del tombino	$H_{tot} =$	2.70m
Quota falda da intradosso fondazione	$H_w =$	0.00m
Larghezza striscia di calcolo	$b =$	1.00m

L'asse del tombino è in retto rispetto all'asse ferroviario.

9. ANALISI DEI CARICHI

Nel seguente paragrafo si descrivono le condizioni di carico elementari assunte per l'analisi delle sollecitazioni e per le verifiche della struttura in esame. Tali condizioni di carico elementari saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

calcestruzzo armato:	$\gamma_{c.a.}$	= 25 kN/m ³ ;
sovrastuttura stradale:	γ_{ril}	= 20 kN/m ³ ;
massicciata + armamento:	γ_b	= 18 kN/m ³ .

9.1 Condizioni di carico

9.1.1 Peso proprio strutturale (PP)

Il peso proprio delle solette e dei piedritti risulta:

Peso soletta superiore	$P_{ss} = 25.00 \times 0.30 =$	7.50	kN/m
Peso soletta inferiore	$P_{si} = 25.00 \times 0.40 =$	10.00	kN/m
Peso piedritti	$P_p = 25.00 \times 0.30 =$	7.50	kN/m
Peso setto centrale	$P_{sc} = 25.00 \times 0.00 =$	0.00	kN/m

9.1.2 Carichi permanenti portati (PERM)

9.1.2.1 Soletta superiore

Ballast e armamento	0.80 m	x	18.00 kN/mc =	14.40	kN/mq
Sovralzo per linee in curva	0.00m	x	20.00 kN/mc =	0.00	kN/mq
Sub-ballast	0.12m	x	20.00 kN/mc =	2.40	kN/mq
Supercompattato	0.30m	x	20.00 kN/mc =	6.00	kN/mq
Rinterro	0.82m	x	20.00 kN/mc =	16.40	kN/mq
Massetto impermeabilizzazione	0.15m	x	25.00 kN/mc =	3.75	kN/mq

Peso totale permanenti portati sulla soletta superiore:

$$P_{ps} = 42.95 \quad \text{kN/m}$$

9.1.3 Spinta del terreno (SPTSX e SPTDX)

La struttura è stata analizzata nella condizione di spinta a riposo.

$$K_0 = 0.384$$

La pressione del terreno è stata calcolata come:

$$P = (P_b + h_{\text{variabile}} * \gamma_{\text{terreno_piedritto}}) * K_o$$

al di sopra della falda

$$P = [P_b + h_{\text{variabile}} * (\gamma_{\text{terreno_piedritto}} - \gamma_w)] * K_o$$

al di sotto della falda

per cui risulta quanto segue.

Pressione estradosso soletta superiore $P_1 = 16.51 \text{ kN/m}$

Pressione in asse soletta superiore $P_2 = 17.66 \text{ kN/m}$

Pressione in asse soletta inferiore $P_3 = 35.72 \text{ kN/m}$

Pressione intradosso soletta inferiore $P_4 = 37.26 \text{ kN/m}$

Nella figura seguente si riportano i diagrammi di spinta del terreno agenti sui piedritti.

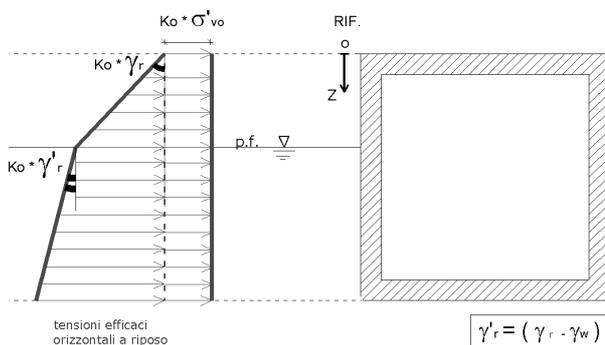


Figura 3 SPTSX

9.1.4 Azioni della falda (SPTW)

La falda è posizionata al di sotto del piano di posa della fondazione e non interagisce con l'opera in esame. I valori delle spinte agenti sui piedritti, sono stati calcolati come:

$$P = z \times \gamma_w$$

per cui risulta:

Pressione in asse soletta inferiore $P_{w1} = 0.00 \text{ kN/m}$

Pressione intradosso soletta inferiore $P_{w2} = 0.00 \text{ kN/m}$

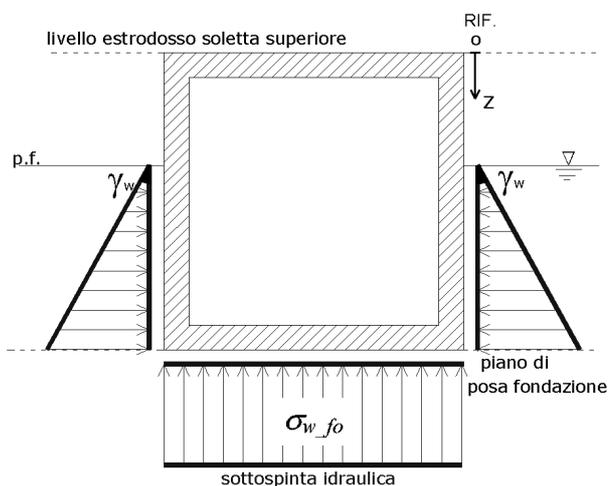


Figura 4 SPTW

9.1.5 Azioni termiche (TERM)

Sono stati considerati gli effetti dovuti alle variazioni termiche. In particolare, è stata considerata sulla soletta superiore una variazione termica uniforme di $\pm 15^\circ\text{C}$ ed una variazione termica nello spessore, tra estradosso ed intradosso, pari a $\Delta T_v = \pm 5^\circ\text{C}$. Il valore applicato della variazione termica uniforme viene ridotto di 1/3 per considerare gli effetti viscosi del calcestruzzo, ed è quindi pari a $\pm 5^\circ\text{C}$. Per il coefficiente di dilatazione termica si assume:

$$\alpha = 10 \cdot 10^{-6} = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}.$$

9.1.6 Ritiro (RITIRO)

Il ritiro viene applicato mediante una variazione termica uniforme della copertura, in grado di produrre la stessa deformazione nel calcestruzzo.

Gli effetti del ritiro sono stati valutati a lungo termine, attraverso il calcolo dei coefficienti di ritiro finale $\epsilon_{cs}(t, t_0)$ e di viscosità $\phi(t, t_0)$, come definiti dalle NTC2018 al paragrafo 11.2.10.7.

I fenomeni di ritiro sono stati considerati agenti sulla sola soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente pari a:

$$\Delta T_{\text{ritiro}} = -10.0 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Di seguito i risultati delle analisi.

L'analisi delle sollecitazioni viene svolta per una striscia di larghezza unitaria, assumendo la dimensione convenzionale h_0 pari a $2 \times A_c/u$ ed un calcestruzzo C30/37.

Caratteristiche della sezione:

$$B = 100 \text{ cm}$$

H = 50 cm

Caratteristiche del cls a tempo zero:

$$f_{ck} = 30.71 \text{ N/mm}^2$$

classe del cls

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38.71 \text{ N/mm}^2$$

resistenza a compressione media

Deformazione da ritiro:

$$U.R. = 75\%$$

umidità relativa

$$\epsilon_{ca}(t=\infty) = -2.5 \times (f_{ck} - 10) \times 10^{-6} = -2.5 \times (30.71 - 10) \times 10^{-6} = -5.18 \times 10^{-5}$$

ritiro autogeno

$$\epsilon_{cd}(t=\infty) = k_h \times \epsilon_{c0} = 0.7 \times (-2.68 \times 10^{-4}) = -1.88 \times 10^{-4}$$

ritiro per essiccamento

$$\epsilon_r = \epsilon_{ca} + \epsilon_{cd} = -2.39 \times 10^{-4}$$

Il modulo viscoso a tempo infinito, in considerazione del valore di h_0 , della resistenza del calcestruzzo e della U.R., può cautelativamente essere assunto pari a $\phi(t=\infty) = 1.8$.

Il ritiro viene considerato nel calcolo delle sollecitazioni come un'azione termica applicata alla soletta superiore di intensità pari a:

$$\alpha \times \Delta T \times E_c = \epsilon_r \times E_c / (1 + \phi)$$

$$\Delta T = \epsilon_r / [\alpha \times (1 + \phi)] = -2.39 \times 10^{-4} / [10 \times 10^{-6} \times (1 + 1.8)] = -8.55 \cong -10 \text{ }^\circ\text{C}$$

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura.

9.1.7 Azioni variabili da traffico

9.1.7.1 Coefficiente di incremento dinamico

Per il calcolo del coefficiente dinamico Φ si è fatto riferimento al paragrafo 2.5.1.4.2.5 del MdP RFI DTC SI PS MA IFS 001 C, tenendo conto di quanto riportato nella Tabella 2.5.1.4.2.5.3-1. In particolare, poiché la struttura ha altezza libera < 5.0m e luce libera < 8.0m, considerando la linea con normale standard manutentivo, vale quanto segue:

Lunghezza del trasverso	$L_{soletta} =$	2.30m
Altezza dei piedritti	$H_{int} =$	2.15m
Ricoprimento	$h_r =$	2.19m
Lunghezza media	$L_m =$	2.20m
Lunghezza caratteristica	$L_\phi =$	2.86
Coeff. incremento dinamico	$\phi_3 =$	1.35

	NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI	COMMESSA IA7K	LOTTO 00	CODIFICA D10CL	DOCUMENTO IN0000001	REV. B

In accordo alla normativa tale coefficiente dinamico è stato ridotto in quanto il ricoprimento è superiore ad un metro e risulta pari a 1.23.

9.1.7.2 Larghezza di diffusione

Il sovraccarico ferroviario è stato distribuito dalla rotaia alla quota del piano medio della soletta di copertura assumendo che detta diffusione avvenga con rapporto 4/1 lungo il ballast ed 1/1 nel massetto delle pendenze e nelle strutture in c.a., con un aumento dell'impronta di carico pari a:

$$\Delta_d = 1.13 \quad \text{m}$$

La diffusione del carico in senso trasversale all'asse binario risulta dunque pari a:

$$L_d = 2.40 + 2 \Delta_d = 4.65 \quad \text{m}$$

9.1.7.3 Treno LM71 (ACCM LM71)

Carichi verticali sulla soletta superiore

Il treno LM71 viene schematizzato da 4 assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m e da un carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni per una larghezza illimitata.

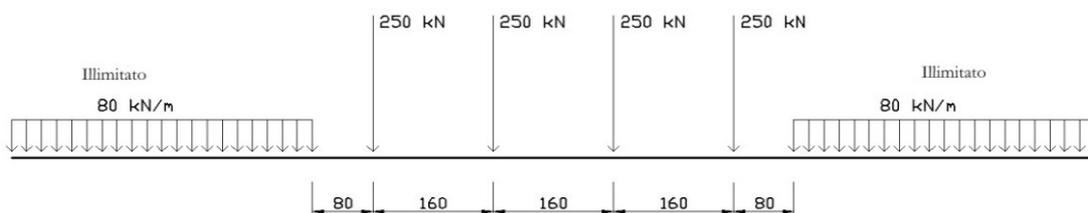


Figura 5 Treno LM71

La larghezza di diffusione in direzione longitudinale, considerando una larghezza della traversina pari a 0.30 m, risulta pari a:

$$L_l = 0.30 + 2 \times \Delta_d = 2.55 \quad \text{m}$$

Poiché la larghezza è maggiore dell'interasse degli assi di 1.6m, le larghezze di diffusione dei singoli assi si sovrappongono. Si assume, a favore di sicurezza, una lunghezza totale di diffusione dei quattro carichi concentrati pari a 6.4m.

Si assume una lunghezza totale di diffusione dei quattro carichi concentrati:

$$L_l = 6.40 \quad \text{m}$$

Pertanto il carico ripartito dovuto al treno LM71 (considerando il coefficiente di adattamento $\alpha=1.1$ ed il coefficiente dinamico Φ) risulta:

$$\text{Carico ripartito prodotto dalle forze concentrate} \quad P_{V,Q1.cop} = 45.47 \quad \text{kN/m}$$

$$\text{Carico ripartito prodotto dal carico distribuito} \quad P_{V,Q2.cop} = 23.28 \quad \text{kN/m}$$

Considerando che lo scatolare ha una larghezza inferiore a 6.40 m, il carico dovuto al treno LM71 viene distribuito per tutta la larghezza dello scatolare.

9.1.7.4 Treno SW/2 (ACCM_SW2)

Carichi verticali sulla soletta superiore

Tale carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante. Viene schematizzato da un carico lineare uniformemente ripartito di valore pari a 150 kN/m (coefficiente $\alpha = 1,00$):

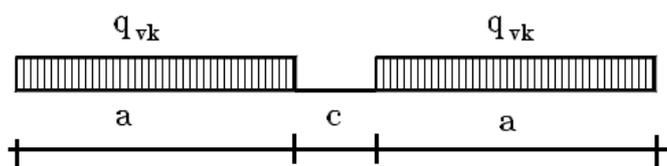


Figura 6 Treno di carico SW

Per la struttura scatolare in oggetto risulta:

$$q = q_{vk} / L_{d1} \times \phi = 39.68 \quad \text{kN/m}$$

Si considera il treno di carico SW/2 applicato su tutta la soletta superiore.

Nel caso in esame, è stato considerato il carico accidentale LM71 risultando quest'ultimo maggiore di quello dovuto all' SW/2.

9.1.7.5 Frenatura e avviamento (AVV e FREN)

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario nella direzione longitudinale.

Treno LM71

Avviamento $A_v = 33 \text{ kN/m}$

Carico distribuito su L_d :

$$q_{Av} = A_v \alpha / L_d = 7.80 \quad \text{kN/m}$$

Treno SW/2

Frenatura $A_v = 35 \text{ kN/m}$

Carico distribuito su L_d :

$$q_{Av} = A_v \alpha / L_d = 7.52 \quad \text{kN/m}$$

La spinta è applicata da sinistra verso destra per massimizzare gli effetti di sbilanciamento della struttura.

9.1.7.6 Spinta del sovraccarico sul rilevato (SPACCSX e SPACCDX)

Treno LM71

Si è considerata la sola spinta prodotta dal carico ripartito equivalente alle forze concentrate.

$$P_{H,Q,ritti} = (P_{V,Q1,cop} / \Phi) K_0 = 14.20 \text{ kN/m}$$

Treno SW/2

$$P_{H,Q,ritti} = (q_{sw/2} / \Phi) K_0 = 12.39 \text{ kN/m}$$

9.1.7.7 Serpeggio (SERP)

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario. Tale azione si applicherà sia in rettilineo che in curva. Il valore caratteristico di tale forza sarà assunto pari a $Q_{sk}=100 \text{ kN}$ e la componente trasversale al tombino risulta:

$$Q_{\perp} = 100 \text{ kN} * \sin(0.00^\circ) = 0.00 \text{ kN}$$

Considerando la diffusione del carico, si avrà:

$$q_{serp} = Q_{\perp} / (L_d * L_{tot}) = 0.00 \text{ kN/m}^2.$$

9.1.8 Azioni sismiche

Forze di inerzia

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudo-statica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k .

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

$$\begin{aligned} \text{Forza sismica orizzontale} & F_h = k_h \times W \\ \text{Forza sismica verticale} & F_v = k_v \times W \end{aligned}$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$\begin{aligned} k_h &= a_{max}/g \\ k_v &= \pm 0.5 \times k_h \end{aligned}$$

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}$$

Dove nel caso specifico si assumerà, per i carichi dovuti al transito dei convogli ferroviari, $\psi_{2j} = 0.2$. Come massa del treno è stato considerato il carico uniformemente distribuito sulla copertura di intensità maggiore tra LM71 e SW/2.

Pertanto avremo che:

Massa associata al peso proprio copertura	$G_1 =$	7.50	kN/m
Massa associata al carico permanente	$G_2 =$	42.95	kN/m
Massa treno	$Q_k =$	45.47	kN/m
Massa associata al peso proprio piedritti	$G_3 =$	7.50	kN/m

Massa associata al peso del setto centrale $G_4 = 0.00$ kN/m

9.1.8.1 Forze sismiche orizzontali (SISMA_H)

Forza orizzontale sulla soletta di copertura (carico orizzontale uniformemente distribuito applicato alla soletta di copertura):

$$F'_h = k_h (G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}) = 4.47 \text{ kN/m}$$

Forza orizzontale sui piedritti (carico orizzontale uniformemente distribuito applicato ai piedritti):

$$F''_h = k_h G_p = 0.56 \text{ kN/m}$$

9.1.8.2 Forze sismiche verticali (SISMA_V)

Per la forza sismica verticale avremo analogamente (carico verticale uniformemente distribuito applicato alla soletta di copertura):

Forza verticale sulla soletta di copertura:

$$F'_v = k_v (G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}) = 2.23 \text{ kN/m}$$

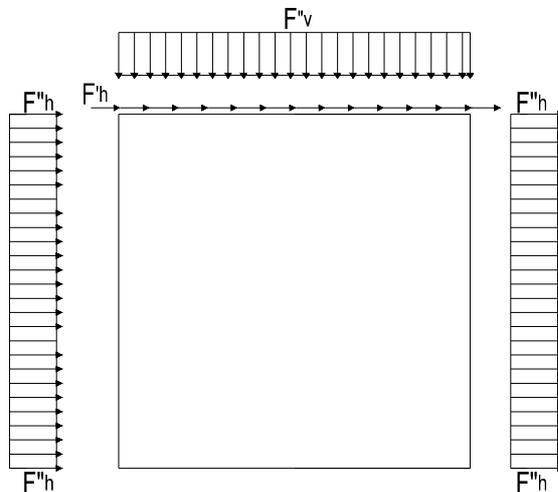


Figura 7 Forze sismiche agenti sulla struttura

9.1.8.3 Spinta delle terre in fase sismica (SPSDX e SPSSX)

Le spinte delle terre sono state determinate con la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinata con la seguente espressione:

$$\Delta S_E = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2 = 18.59 \text{ kN/m}$$

con risultante applicata ad un'altezza pari ad H/2.

Sisma proveniente da sinistra

Sisma proveniente da destra

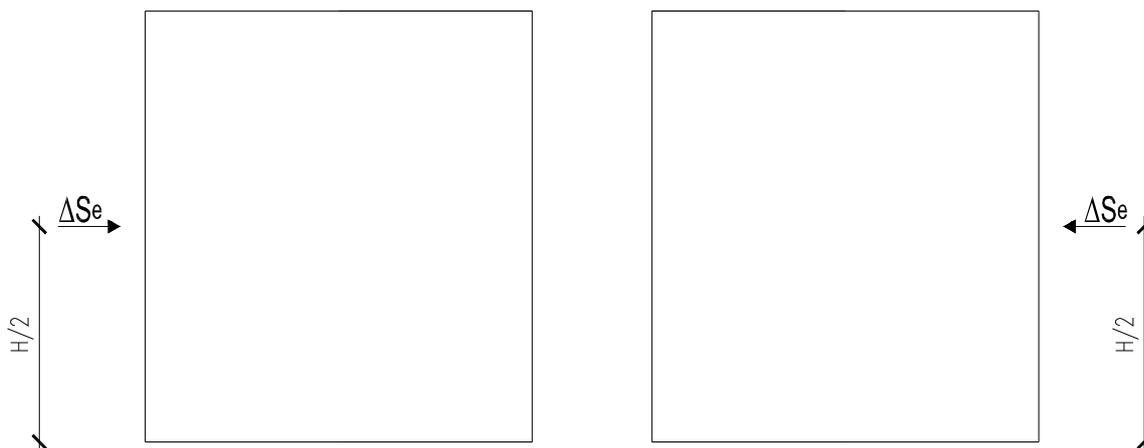


Figura 8 Spinta sismica del terreno secondo la teoria di Wood

Nel modello di calcolo si è applicato il valore della forza sismica per unità di superficie agente su un piedritto, pari a:

$$\Delta_{SE} = \Delta_{SE} / H = 6.88 \quad \text{kN/m}^2$$

9.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

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

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;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI	COMMESSA IA7K	LOTTO 00	CODIFICA D10CL	DOCUMENTO IN0000001	REV. B

per le altre azioni, vengono definiti diversi coefficienti di combinazione. Ogni gruppo massimizza una particolare condizione alla quale la struttura dovrà essere verificata.

Tabella 5.2.IV – Valutazione dei carichi da traffico (da DM 17/01/2018)

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			COMMENTI
	Carico Verticale (1)	Treno Scarico	Frenatura ed 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
		Azione dominante				

(1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc..)

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

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.

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

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

Di seguito viene riportata la Tabella 5.2.III delle NTC18 dove si mostrano i carichi mobili in funzione del numero di binari presenti:

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
2	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0)	-	1,0 SW/2
	secondo	1,0 (LM 71"+SW/0)	-	1,0 (LM 71"+SW/0)
≥3	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0)	0,75 (LM 71"+SW/0)	1,0 SW/2
	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

Si ripota la Tabella 5.2.V delle NTC18 dei coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico SLU:

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 17/01/2018)

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

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

(2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti 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 gr della Tab. 5.2.IV.

- (5) Aliquota di carico da traffico da considerare.
 (6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
 (7) 1,20 per effetti locali

Si riporta la Tabella 5.2.VI delle NTC18 in cui sono espressi i coefficienti di combinazione delle azioni:

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni (da DM 17/01/2018)

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
	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
Gruppi di	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
carico	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_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.

Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico ferroviario sono combinate con un coefficiente $\psi_2 = 0.2$ (paragrafo 5.1.3.12 del DM 17/01/2018) coerentemente con l'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

Si riportano di seguito le combinazioni delle azioni maggiormente significative per la determinazione delle sollecitazioni più gravose.

Tabella 2 Combinazioni di carico

	SLU01	SLU02	SLV01	SLV02	SLV03	SLV04	SLE_QPERM01	SLE_RARA01	SLE_RARA02	SLE_RARA03	SLE_RARA04
PP	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTSX	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTDX	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTW	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ACC_LM71/SW2	1.45	1.45	0.2	0.2	0.2	0.2	0	1	0.8	0.8	0.8
AVV/FREN	1.45	1.45	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0.8	1	0.8	0.8
SERP	1	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0	1	1	1	1
TERM	0	±0.9	±0.5	±0.5	±0.5	±0.5	0	±0.6	±0.6	±0.6	±1
RITIRO	0	±1.2	±1	±1	±1	±1	0	±1	±1	±1	±1
SISMA H_DX	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
SISMA H_SX	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
SISMA V	0	0	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0	0	0	0	0

10. CRITERI DI VERIFICA

10.1 Verifiche strutturali

Le verifiche strutturali condotte sono le seguenti:

- Verifiche di stato limite di esercizio:
 - Verifiche di deformabilità
 - Verifiche a fessurazione
 - Verifica delle tensioni
- Verifiche di stato limite di ultimo
 - Verifica a flessione
 - Verifica a taglio

10.1.1 Verifiche allo stato limite ultimo

10.1.1.1 Sollecitazioni flettenti

La verifica agli SLU è stata realizzata attraverso il calcolo dei domini di interazione N-M, ovvero il luogo dei punti rappresentativi di sollecitazioni che portano in crisi la sezione di verifica secondo i criteri di resistenza da normativa.

Nel calcolo dei domini sono state mantenute le consuete ipotesi, tra cui:

- conservazione delle sezioni piane;
- legame costitutivo del calcestruzzo parabola-rettangolo non reagente a trazione, con plateau ad una deformazione pari a 0.002 e a rottura pari a 0.0035 ($\sigma_{max} = 0.85 \times 0.83 \times R_{ck} / 1.5$);
- legame costitutivo dell'armatura d'acciaio elastico-perfettamente plastico con deformazione limite di rottura a 0.01 ($\sigma_{max} = f_{yk} / 1.15$)

10.1.1.2 Sollecitazioni taglianti

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi sprovvisti di specifica armatura è stata calcolata sulla base della resistenza a trazione del calcestruzzo.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con la seguente espressione:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

dove:

	NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI	COMMESSA IA7K	LOTTO 00	CODIFICA D10CL	DOCUMENTO IN0000001	REV. B

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \times d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2.5$$

La verifica di resistenza (SLU) è soddisfatta se è verificata la seguente relazione:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

La resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura trasversale è stata calcolata con la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" del calcestruzzo d'anima è stata calcolata con la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due relazioni sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

In cui:

d è l'altezza utile della sezione;

b_w è la larghezza minima della sezione;

σ_{cp} è la tensione media di compressione della sezione;

A_{sw} è l'area dell'armatura trasversale;

S è l'interasse tra due armature trasversali consecutive;

α è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

f'_{cd} è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd} = 0,5 f_{cd}$);

α_c è un coefficiente maggiorativo par ad 1 per membrature non compresse.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI	COMMESSA IA7K	LOTTO 00	CODIFICA D10CL	DOCUMENTO IN000001	REV. B

10.1.2 Verifiche allo stato limite di esercizio

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

Tabella 3 Descrizione delle condizioni ambientali (Tab. 4.1.III delle NTC18)

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nel caso in esame, le condizioni ambientali sono sempre “aggressive”.

10.1.2.1 Verifica a fessurazione

In relazione all’aggressività ambientale e alla sensibilità dell’acciaio, l’apertura limite delle fessure è pari a $w_1=0.2\text{mm}$ per la combinazione rara.

10.1.2.2 Verifica delle tensioni

I limiti tensionali considerati per i materiali sono relativi alla combinazione di carico quasi permanente e caratteristica.

Calcestruzzo:

Combinazione di azioni	Limite tensionale
Caratteristica (rara)	$\sigma_e \leq 0.55 f_{ck}$
Quasi permanente	$\sigma_e \leq 0.40 f_{ck}$

Acciaio:

Combinazione di azioni	Limite tensionale
Caratteristica (rara)	$\sigma_a \leq 0.75 f_{yk}$

10.2 Verifiche geotecniche

La verifica a capacità portante del complesso fondazione – terreno è stata effettuata applicando la combinazione (A1+M1+R3) dell’Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I delle NTC2018. I coefficienti γ_R sono riportati nella seguente tabella 6.4.I delle NTC18):

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

La pressione limite puo' essere calcolata in base alla formula generale di Brinch Hansen (1970):

$$q_{lim} = 0.5 \cdot \gamma \cdot B N_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma} + q \cdot N_q s_q d_q i_q b_q g_q + c N_c s_c d_c i_c b_c g_c$$

(valida in condizioni drenate)

$$q_{lim} = c_u N_c^* d_c^* i_c^* s_c^* b_c^* g_c^* + q$$

(valida in condizioni non drenate)

essendo

N_q, N_c, N_{γ} i fattori di capacità portante in condizioni drenate;

N_c^* il fattore di capacità portante in condizioni non drenate;

$s_{\gamma} s_q s_c$ i fattori di forma della fondazione;

$i_{\gamma} i_q i_c$ i fattori correttivi per l'inclinazione del carico;

$b_{\gamma} b_q b_c$ i fattori correttivi per l'inclinazione della base della fondazione;

$g_{\gamma} g_q g_c$ i fattori correttivi per l'inclinazione del piano campagna;

$d_{\gamma} d_q d_c$ i fattori correttivi per la profondità del piano di posa;

$d_c^* i_c^* s_c^* b_c^* g_c^*$ i fattori correttivi corrispondenti rispettivamente a quanto sopra esposto ma validi in condizioni non drenate.

In condizioni drenate valgono le seguenti espressioni:

$$N_q = \text{tg}^2(45 + \phi' / 2) * e^{(\sigma * \text{tg} \phi')}$$

$$N_c = (N_q - 1) / \text{tg} \phi'$$

$$N_{\gamma} = 1.5(N_q - 1) * \text{tg} \phi'$$

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	33 di 144

$$i_y = \left[1 - \frac{H}{N + B' \cdot c \cdot \cotg \phi'} \right]^{m+1}$$

$$i_q = i_c = \left[1 - \frac{H}{N + B' \cdot c \cdot \cotg \phi'} \right]^m$$

$$d_q = 1 + 2 \operatorname{tg} \phi' \cdot (1 - \sin \phi')^2 \cdot \frac{D}{B'} \quad \text{per } D/B' \leq 1$$

$$d_q = 1 + 2 \operatorname{tg} \phi' \cdot (1 - \sin \phi')^2 \cdot \operatorname{arctg} \left(\frac{D}{B'} \right) \quad \text{per } D/B' > 1$$

$$d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \operatorname{tg} \phi'}$$

$$s_q = 1 + (B/2) \operatorname{tg} \phi'$$

$$s_y = 1 - 0.4B/4$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$$

$$g_y = g_q = (1 - 0.5 \operatorname{tg} \beta)^5$$

$$g_c = 1 - \beta^2 / 147^\circ$$

$$b_q = e^{(-2.7 \operatorname{tg} \phi)}$$

$$b_y = e^{(-2.7 \operatorname{tg} \phi)}$$

$$\text{ove } \beta + \eta \leq 90^\circ \text{ e } \beta \leq \phi$$

In condizioni non drenate i fattori hanno le seguenti espressioni:

$$N_c^* = (2 + \pi)$$

$$s_c^* = 0.2 + \frac{B}{L}$$

$$i_c^* = \left[1 - \frac{mH}{B' c u N_c} \right]^m$$

$$d_c^* = 0.4 + \frac{D}{B} \quad \text{per } D/B \leq 1$$

$$d_c^* = 0.4 + \frac{\text{tg}^{-1}D}{B} \quad \text{per } D/B > 1$$

$$g_c^* = \beta^\circ / 147^\circ$$

$$b_c^* = \eta^\circ / 147^\circ$$

Si sono indicate con:

$q = \gamma \cdot D$ = pressione verticale totale agente alla quota di imposta della fondazione;

B' = larghezza efficace equivalente della fondazione;

γ = peso di volume naturale del terreno;

c_u = coesione non drenata;

D = affondamento della fondazione;

H = carico orizzontale agente.

Per valutare gli effetti dell'eccentricità è necessario inserire nell'equazione della capacità due dimensioni L' e B' ridotte secondo le:

$$L' = L - 2e_x$$

$$B' = B - 2e_y$$

dove B e L sono le reali dimensioni della fondazione e e_x e e_y sono le eccentricità.

	NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI	COMMESSA IA7K	LOTTO 00	CODIFICA D10CL	DOCUMENTO IN000001	REV. B

11. MODELLAZIONE STRUTTURALE

11.1 Codice di calcolo

Il modello di calcolo è stato implementato tramite il software specifico SCAT 14.0 di Aztec Informatica.

11.2 Modello di calcolo

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

La fondazione è schematizzata come una trave su suolo elastico alla Winkler non reagente a trazione, il calcolo della costante di sottofondo è riportata nel paragrafo 11.2.1.

Di seguito si riporta una descrizione del modello geometrico/geotecnico:

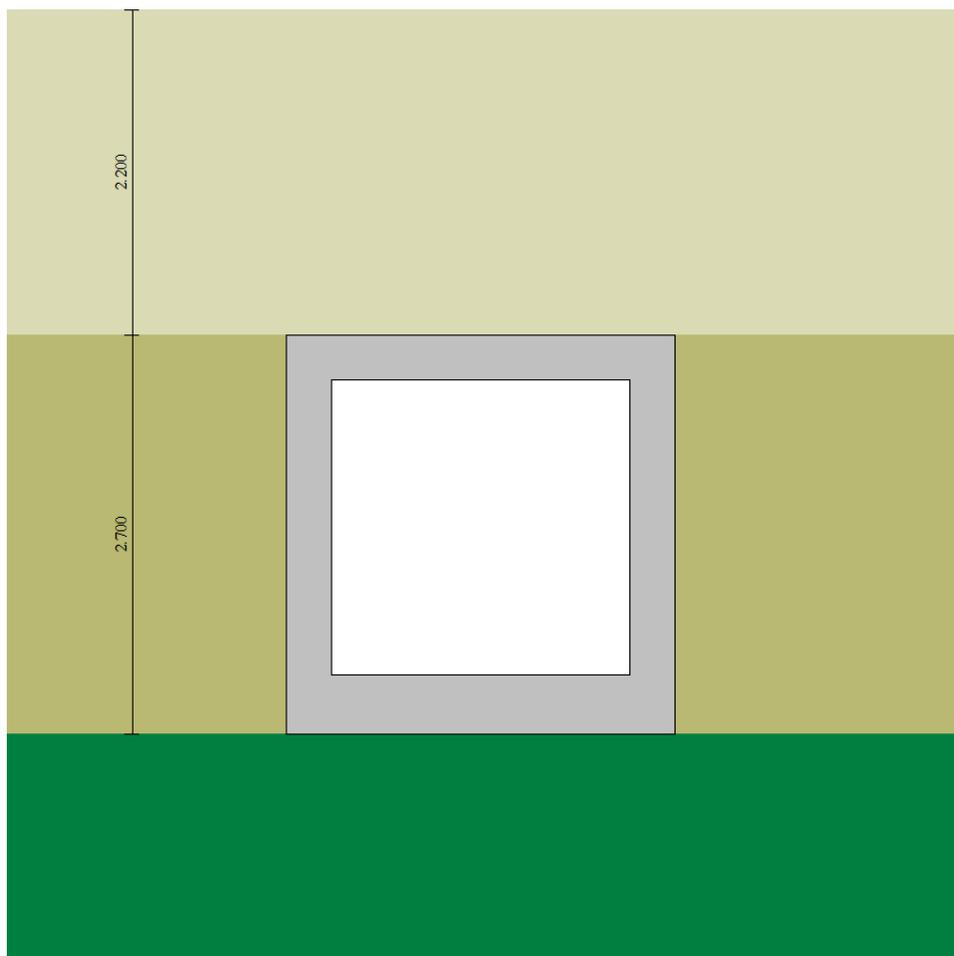


Figura 9 Modello geotecnico

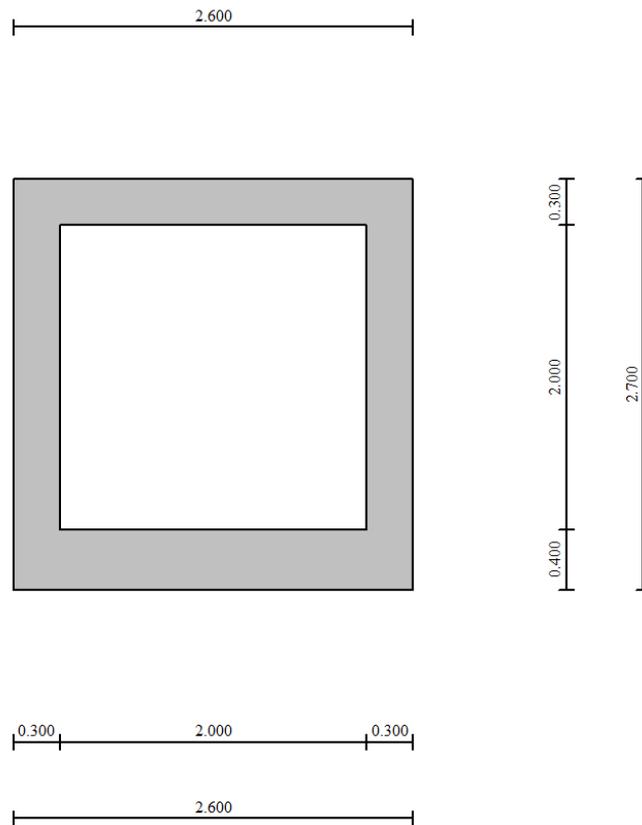


Figura 10 Modello geometrico

11.2.1 Interazione terreno-struttura

Nelle analisi strutturali, per la determinazione del coefficiente di sottofondo alla Winkler si è fatto riferimento alla seguente relazione (Vesic, 1965):

$$K = \frac{0.65E}{1-\nu^2} \sqrt[12]{\frac{Eb^4}{(EJ)_{fond}}}$$

dove:

E = modulo elastico del terreno;

ν = coefficiente di Poisson;

b = dimensione trasversale;

h = altezza;

J = inerzia;

E_c = modulo elastico del calcestruzzo della fondazione.



**NODO INTERMODALE DI BRINDISI
COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	37 di 144

Nel caso in esame K risulta pari a 6904 kN/mc. Tale rigidezza è stata applicata come beam support lungo l'elemento, in particolare considerando la striscia di calcolo pari ad 1m risulta $6904 \text{ kPa/m} \cdot 1\text{m} = 6904 \text{ kN/m/m}$.

12. RISULTATI E ANALISI

12.1 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Di seguito è riportato l'involuppo delle sollecitazioni flettenti e taglianti dello stato limite ultimo. Le unità di misura adottate nei diagrammi seguenti sono kN-m.

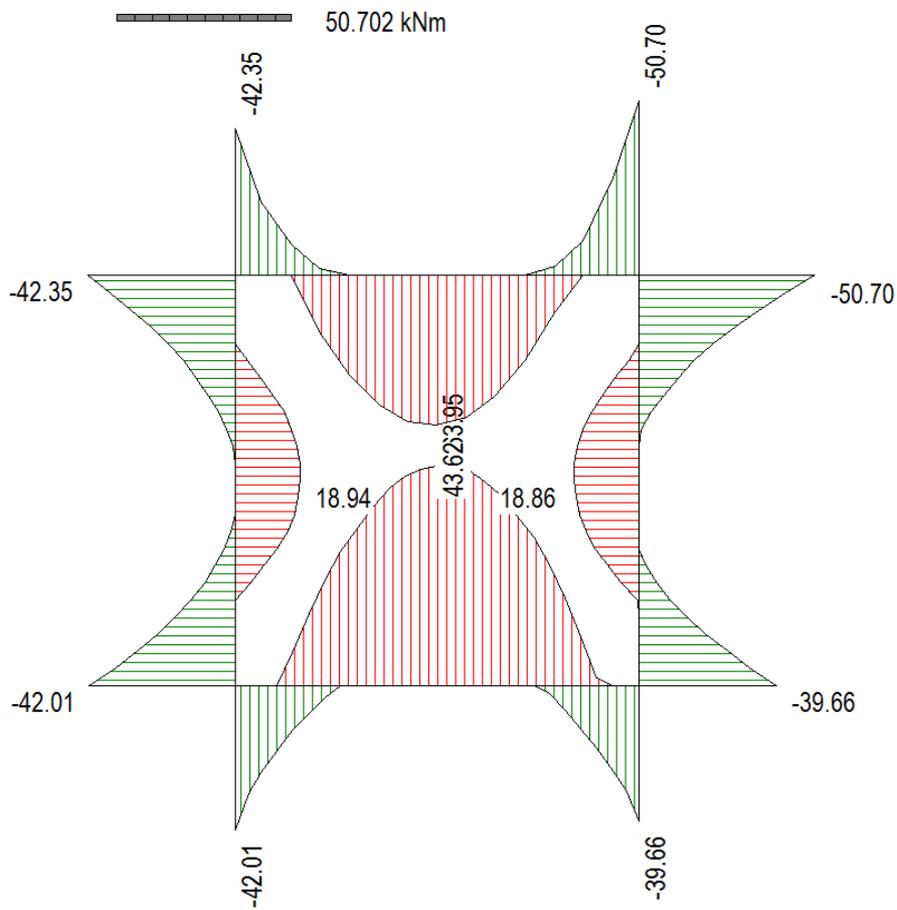


Figura 11 Involuppo SLU/Sisma: Momenti flettenti

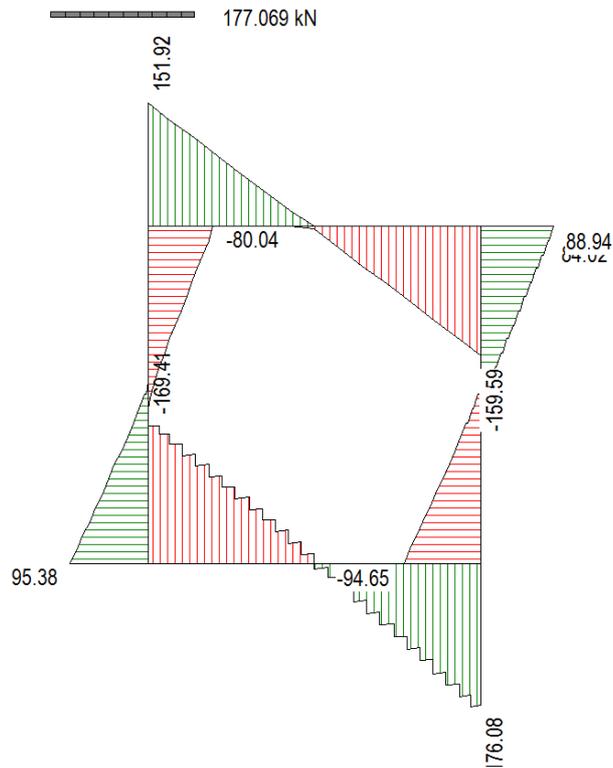


Figura 12 Inviluppo SLU/Sisma: sollecitazioni taglianti

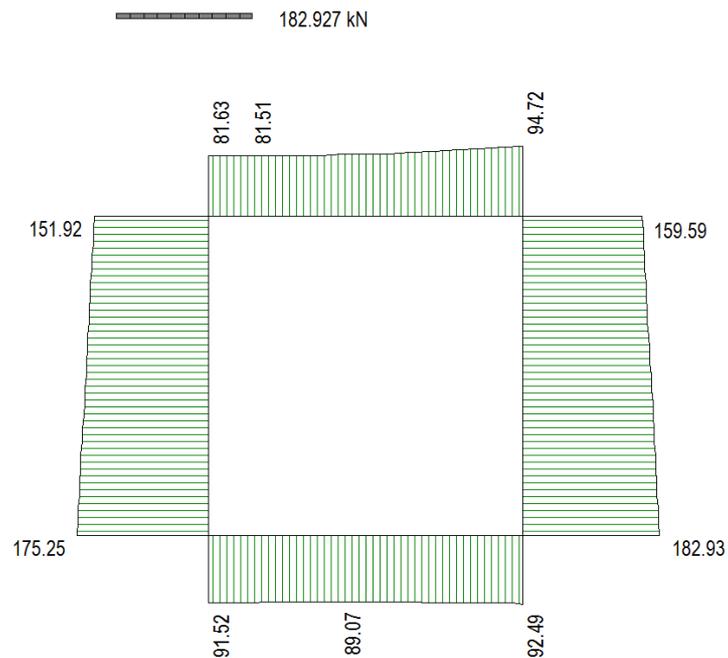


Figura 13 Inviluppo SLU/Sisma: sforzo normale

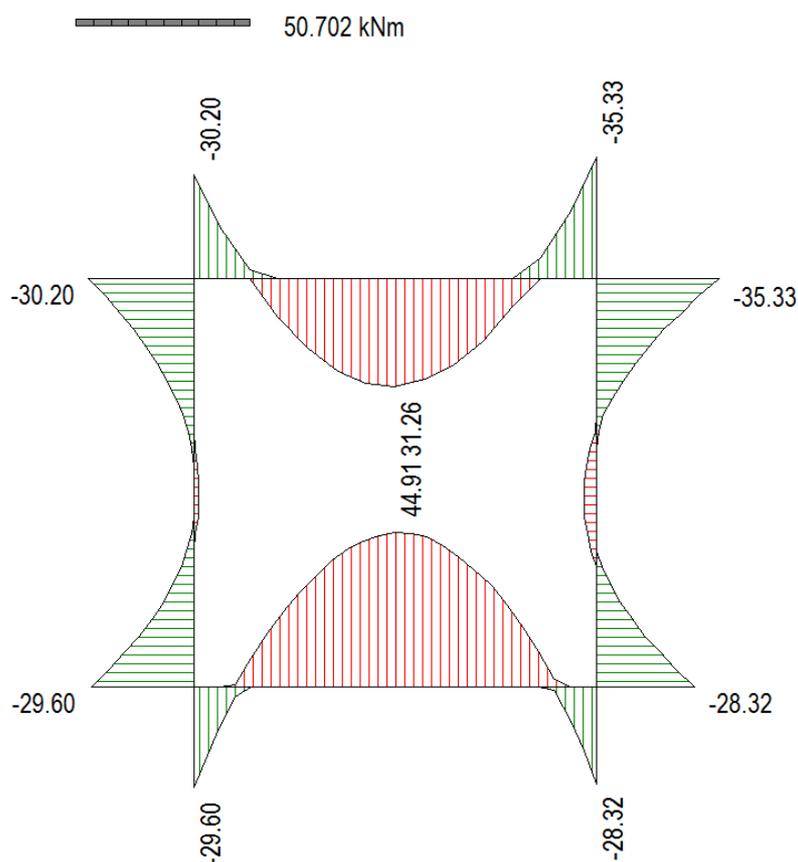


Figura 14 Involucro SLE Momenti flettenti

12.2 VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO

Le verifiche strutturali risultano soddisfatte allo stato limite ultimo e in esercizio per tutte le combinazioni di carico.

Per quanto riguarda il taglio il programma prevede sia la verifica per elementi non armati a taglio, sia quella per elementi dotati di apposita armatura a taglio, disponendo tuttavia ferri sagomati resistenti a taglio e non staffe o tiranti. Per questo motivo le verifiche a taglio vengono eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati ad hoc.

I criteri generali di verifica adottati dal Software, sono quelli esposti al paragrafo 9. Per i dettagli si rimanda i tabulati di calcolo in allegato.

12.2.1 Verifiche a taglio

12.2.1.1 Piedritti e soletta superiore

SEZIONE

bw = 100 cm

h = 30 cm

$$c = 6.8 \text{ cm}$$

$$d = h - c = 23.2 \text{ cm}$$

MATERIALI

$$f_{ywd} = 391.30 \text{ MPa}$$

$$R_{ck} = 37 \text{ MPa}$$

$$g_c = 1.5$$

$$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 30.71 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 0.85 \times f_{ck} / g_c = 17.40 \text{ MPa}$$

ARMATURE A TAGLIO

$$\phi_{st} = 10$$

$$\text{braccia} = 5$$

$$\phi_{st2} = 0$$

$$\text{braccia} = 0$$

$$\text{passo} = 20 \text{ cm}$$

$$(A_{sw} / s) = 19.635 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$a = 90^\circ \text{ (90}^\circ \text{ staffe verticali)}$$

$$V_{Rsd} = 401.07 \text{ (KN)}$$

$$V_{Rcd} = 626.48 \text{ (KN)}$$

$$V_{Rd} = 401 \text{ (KN)} \quad \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

12.2.1.2 Fondazione

SEZIONE

$$b_w = 100 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$c = 6.8 \text{ cm}$$

$$d = h - c = 33.2 \text{ cm}$$

MATERIALI

$$f_{ywd} = 391.30 \text{ MPa}$$

$$R_{ck} = 37 \text{ MPa}$$

$$g_c = 1.5$$

$$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 30.71 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 0.85 \times f_{ck} / g_c = 17.40 \text{ MPa}$$

ARMATURE A TAGLIO

$$\phi_{st} = 10$$

$$\text{braccia} = 5$$

$$\phi_{st2} = 0$$

$$\text{braccia} = 0$$

$$\text{passo} = 20 \text{ cm}$$

$$(A_{sw} / s) = 19.635 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$a = 90^\circ \text{ (90}^\circ \text{ staffe verticali)}$$

$$V_{Rsd} = 573.94 \text{ (KN)}$$

$$V_{Rcd} = 896.52 \text{ (KN)}$$

$$V_{Rd} = 574 \text{ (KN)} \quad \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

12.2.2 Armature di progetto

Il software esegue in automatico tutte le verifiche strutturali sia allo stato limite ultimo che allo stato limite di esercizio.

Si riporta di seguito l'armatura degli elementi strutturali nelle sezioni di mezzeria e di incastro.

Elemento	Sezione	Dimensioni [cm]		Flessione		Armatura a taglio
		B	H	Lato terra	Lato interno	
SOLETTA SUP.	INCASTRO	100	x 30	5Ø16	5Ø16	Φ10/20x20
	MEZZERIA			5Ø16	5Ø16	-
PIEDRITTI	TESTA	100	x 30	5Ø16	5Ø16	Φ10/20x20
	MEZZERIA			5Ø16	5Ø16	Φ10/20x20
	PIEDE			5Ø16	5Ø16	Φ10/20x20
SOLETTA INF.	INCASTRO	100	x 40	5Ø16	5Ø16	Φ10/20x20
	MEZZERIA			5Ø16	5Ø16	-

Per i risultati delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo riportati di seguito.

12.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche di capacità portante risultano soddisfatte per tutte le combinazioni di calcolo. Per i dettagli si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato.

12.4 VALUTAZIONE DELLE INCIDENZE

Si riportano, di seguito, i risultati ottenuti dalla valutazione delle incidenze degli elementi che costituiscono il sottovia.

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Armatura trasversale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza di calcolo [kg]	Incidenza di progetto [kg/m ³]
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]			
Fondazione	0.40	LATO A	16	5	7.89	LATO A	16	5	7.89	10	20x20	25	15.425	46.99	117	150
		LATO B	16	5	7.89	LATO B	16	5	7.89							
Soletta superiore	0.30	LATO A	16	5	7.89	LATO A	16	5	7.89	10	20x20	25	15.425	46.99	157	200
		LATO B	16	5	7.89	LATO B	16	5	7.89							
Piedritti	0.30	LATO A	16	5	7.89	LATO A	16	5	7.89	10	20x20	25	15.425	46.99	157	200
		LATO B	16	5	7.89	LATO B	16	5	7.89							



**NODO INTERMODALE DI BRINDISI
COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	44 di 144

13. ALLEGATO: TABULATI DI CALCOLO

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	2.70	[m]
Larghezza esterna	2.60	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.30	[m]
Spessore piedritto destro	0.30	[m]
Spessore fondazione	0.40	[m]
Spessore traverso	0.30	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	2.20	[m]
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	30.00	[°]
Coesione	0	[kPa]

Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	38.00	[°]

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	46 di 144

Angolo di attrito terreno struttura	25.33	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	6904	[kPa/m]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	25.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	16.67	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	6904	[kPa/m]
Tensione limite	875	[kPa]

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R _{ck} calcestruzzo	37000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	32532520	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	47 di 144

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (espresse in m) positive verso destra

Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X	ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y	ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
F _y	componente Y del carico concentrato
F _x	componente X del carico concentrato
M	momento

Forze distribuite

X _i , X _f	ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
Y _i , Y _f	ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
V _{ni}	componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
V _{nf}	componente normale del carico distribuito nel punto finale
V _{ti}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V _{tf}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
D _e	variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
D _i	variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	48 di 144

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (LM71)

Distr Terreno $X_i = -2.70$ $X_f = 5.30$ $V_{ni} = 45.47$ $V_{nf} = 45.47$

Condizione di carico n° 8 (AVVIAMENTO)

Distr Traverso $X_i = 0.00$ $X_f = 2.60$ $V_{ni} = 0.00$ $V_{nf} = 0.00$ $V_{ti} = 7.80$ $V_{tf} = 7.80$

Condizione di carico n° 9 (SERPEGGIO)

Distr Traverso $X_i = 0.00$ $X_f = 2.60$ $V_{ni} = 0.00$ $V_{nf} = 0.00$ $V_{ti} = 0.00$ $V_{tf} = 0.00$

Condizione di carico n° 10 (TERMICA UNIFORME)

Term Traverso $D_{te} = 15.00$ $D_{ti} = 15.00$

Condizione di carico n° 11 (RITIRO)

Term Traverso $D_{te} = -8.55$ $D_{ti} = -8.55$

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_c	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 * k * (100.0 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}] * b_w * d > (v_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 * d * A_{sw} / s * f_{yd} * (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) * \sin \alpha$$

$$V_{Red} = 0.9 * d * b_w * \alpha_c * f_{cd}' * (\operatorname{ctg}(\theta) + \operatorname{ctg}(\alpha) / (1.0 + \operatorname{ctg}^2 \theta))$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b _w	larghezza minima sezione [mm]
σ _{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ _l	rapporto geometrico di armatura
A _{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α _c	coefficiente maggiorativo, funzione di f _{cd} e σ _{cp}

$$f_{cd}' = 0.5 * f_{cd}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$$

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) 0.55 f_{ck}

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.) 0.40 f_{ck}

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare) 0.75 f_{yk}

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure w₁=0.20 w₂=0.20 w₃=0.20



**NODO INTERMODALE DI BRINDISI
COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	50 di 144

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2018 - Approccio 2

Copriferro sezioni 0.0500 [m]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2018

Simbologia adottata

γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_Q	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.35	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1.50	1.30

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	52 di 144

Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.45	1.25
Termici	Favorevole	$\gamma_{e,fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{e,sfav}$	1.20	1.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1s,fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G2s,fav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qis,fav}$	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00
Termici	Favorevole	$\gamma_{e,fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{e,sfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	53 di 144

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
LM71	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.45	0.69	1.00

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	0.74	1.00
LM71	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.45	0.69	1.00
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	54 di 144

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
LM71	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
LM71	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	55 di 144

LM71	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
LM71	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	56 di 144

LM71	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
LM71	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
LM71	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Rara)

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	57 di 144

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
LM71	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (espresse in m) positive verso destra

Y ordinate (espresse in m) positive verso l'alto

M momento espresso in kNm

V taglio espresso in kN

SN sforzo normale espresso in kN

ux spostamento direzione X espresso in m

uy spostamento direzione Y espresso in m

σ pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta

Pressione geostatica

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **valore 0.00**

Metodo di calcolo della portanza

Hansen

Spinta sui piedritti

- a Riposo [combinazione 1]
- a Riposo [combinazione 2]
- a Riposo [combinazione 3]
- a Riposo [combinazione 4]
- a Riposo [combinazione 5]
- a Riposo [combinazione 6]
- a Riposo [combinazione 7]
- a Riposo [combinazione 8]
- a Riposo [combinazione 9]
- a Riposo [combinazione 10]
- a Riposo [combinazione 11]

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g =$	1.80 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.43
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 26.24$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 13.12$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.72 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 11.01$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 5.50$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare

Spinta sismica Wood

Spostamenti

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00051	0.02264
0.75	-0.00051	0.02353
1.30	-0.00051	0.02438
1.85	-0.00052	0.02534
2.45	-0.00052	0.02646

Spostamenti traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00346	0.02268
0.80	0.00346	0.02396
1.30	0.00345	0.02485
1.80	0.00345	0.02561
2.45	0.00344	0.02650

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00051	0.02264
1.38	0.00142	0.02266
2.55	0.00346	0.02268

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 1)

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	61 di 144

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00052	0.02646
1.38	0.00149	0.02648
2.55	0.00344	0.02650

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00124	0.02256
0.75	0.00124	0.02349
1.30	0.00123	0.02438
1.85	0.00123	0.02538
2.45	0.00123	0.02655

Spostamenti traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00534	0.02260
0.80	0.00536	0.02392
1.30	0.00538	0.02485
1.80	0.00539	0.02565
2.45	0.00541	0.02660

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00124	0.02256
1.38	0.00323	0.02258
2.55	0.00534	0.02260

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00123	0.02655
1.38	0.00336	0.02658
2.55	0.00541	0.02660

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00512	0.01199
0.75	0.00512	0.01250
1.30	0.00512	0.01295
1.85	0.00511	0.01343
2.45	0.00511	0.01396

Spostamenti traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00718	0.01201
0.80	0.00717	0.01260
1.30	0.00716	0.01304
1.80	0.00715	0.01345
2.45	0.00713	0.01398

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
-------	-----------	-----------

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	63 di 144

0.20	0.00512	0.01199
1.38	0.00624	0.01200
2.55	0.00718	0.01201

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00511	0.01396
1.38	0.00603	0.01397
2.55	0.00713	0.01398

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00513	0.01076
0.75	0.00512	0.01127
1.30	0.00512	0.01173
1.85	0.00512	0.01221
2.45	0.00511	0.01274

Spostamenti traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00718	0.01078
0.80	0.00717	0.01136
1.30	0.00716	0.01181
1.80	0.00715	0.01222
2.45	0.00714	0.01275

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	64 di 144

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00513	0.01076
1.38	0.00625	0.01077
2.55	0.00718	0.01078

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00511	0.01274
1.38	0.00603	0.01274
2.55	0.00714	0.01275

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00525	0.01343
0.75	-0.00525	0.01318
1.30	-0.00526	0.01295
1.85	-0.00526	0.01275
2.45	-0.00526	0.01253

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 5)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00617	0.01345
0.80	-0.00618	0.01323
1.30	-0.00619	0.01305
1.80	-0.00620	0.01283
2.45	-0.00622	0.01255

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00525	0.01343
1.38	-0.00563	0.01344
2.55	-0.00617	0.01345

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00526	0.01253
1.38	-0.00583	0.01254
2.55	-0.00622	0.01255

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00525	0.01221
0.75	-0.00526	0.01195
1.30	-0.00526	0.01173
1.85	-0.00526	0.01153
2.45	-0.00527	0.01130

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 6)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00617	0.01222
0.80	-0.00619	0.01199

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	66 di 144

1.30	-0.00620	0.01181
1.80	-0.00621	0.01160
2.45	-0.00622	0.01132

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00525	0.01221
1.38	-0.00563	0.01222
2.55	-0.00617	0.01222

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00527	0.01130
1.38	-0.00584	0.01131
2.55	-0.00622	0.01132

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00000	0.01108
0.75	0.00000	0.01103
1.30	0.00000	0.01101
1.85	0.00000	0.01103
2.45	0.00000	0.01108

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 7)

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	67 di 144

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00000	0.01110
0.80	0.00000	0.01117
1.30	0.00000	0.01120
1.80	0.00000	0.01117
2.45	0.00000	0.01110

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00000	0.01108
1.38	-0.00001	0.01109
2.55	0.00000	0.01110

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00000	0.01108
1.38	0.00001	0.01109
2.55	0.00000	0.01110

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00028	0.01665
0.75	-0.00029	0.01711
1.30	-0.00029	0.01757
1.85	-0.00029	0.01811
2.45	-0.00029	0.01875

Spostamenti traverso (Combinazione n° 8)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00189	0.01668
0.80	0.00189	0.01741
1.30	0.00189	0.01791
1.80	0.00189	0.01832
2.45	0.00189	0.01878

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00028	0.01665
1.38	0.00077	0.01666
2.55	0.00189	0.01668

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00029	0.01875
1.38	0.00083	0.01876
2.55	0.00189	0.01878

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00035	0.01506
0.75	-0.00035	0.01567

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	69 di 144

1.30	-0.00035	0.01626
1.85	-0.00036	0.01692
2.45	-0.00036	0.01769

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 9)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00238	0.01508
0.80	0.00238	0.01595
1.30	0.00238	0.01657
1.80	0.00238	0.01709
2.45	0.00238	0.01772

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00035	0.01506
1.38	0.00098	0.01507
2.55	0.00238	0.01508

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00036	0.01769
1.38	0.00103	0.01770
2.55	0.00238	0.01772

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 10)

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	70 di 144

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00028	0.01532
0.75	-0.00028	0.01580
1.30	-0.00029	0.01626
1.85	-0.00029	0.01679
2.45	-0.00029	0.01743

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 10)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00190	0.01535
0.80	0.00190	0.01607
1.30	0.00190	0.01657
1.80	0.00190	0.01698
2.45	0.00190	0.01745

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00028	0.01532
1.38	0.00077	0.01534
2.55	0.00190	0.01535

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00029	0.01743
1.38	0.00083	0.01744
2.55	0.00190	0.01745

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	71 di 144

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00029	0.01536
0.75	-0.00029	0.01581
1.30	-0.00030	0.01626
1.85	-0.00030	0.01678
2.45	-0.00030	0.01740

Spostamenti traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00175	0.01538
0.80	0.00180	0.01607
1.30	0.00183	0.01656
1.80	0.00187	0.01696
2.45	0.00191	0.01743

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00029	0.01536
1.38	0.00070	0.01537
2.55	0.00175	0.01538

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00030	0.01740

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-42.0115	-168.9788	79.1390
0.75	37.1765	-79.1116	79.1390
1.30	61.8843	4.1177	79.1390
1.85	40.4297	90.7846	79.1390
2.45	-39.6552	176.0759	79.1390

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-41.1719	151.5068	67.6582
0.80	28.7337	63.5872	75.0097
1.30	43.6197	-4.0432	80.6647
1.80	24.6905	-71.6737	86.3197
2.45	-50.4713	-159.5932	93.6712

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-42.0115	78.2659	174.8409
1.38	1.1799	-2.0612	163.1739
2.55	-41.1719	-67.6582	151.5068

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	74 di 144

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-39.6552	-80.0362	182.9273
1.38	4.8094	4.8219	171.2603
2.55	-50.4713	88.9405	159.5932

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-40.6708	-169.4123	74.6700
0.75	38.8524	-79.7921	74.6700
1.30	63.9539	3.3660	74.6700
1.85	42.8980	90.1141	74.6700
2.45	-36.8445	175.6397	74.6700

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-42.3522	151.9195	68.7048
0.80	27.8216	63.9999	76.0563
1.30	42.9140	-3.6305	81.7113
1.80	24.1911	-71.2610	87.3663
2.45	-50.7024	-159.1805	94.7178

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-40.6708	76.8008	175.2536
1.38	1.2294	-3.1079	163.5865
2.55	-42.3522	-68.7048	151.9195

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	75 di 144

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-36.8445	-72.5618	182.5146
1.38	3.8595	5.9752	170.8476
2.55	-50.7024	87.2861	159.1805

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-38.1311	-86.5110	86.5765
0.75	2.7301	-41.2781	88.1321
1.30	16.0501	0.7247	89.5356
1.85	6.0636	44.4875	90.9391
2.45	-33.4207	87.1249	92.4947

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-28.1152	70.0642	79.8038
0.80	4.4528	30.1451	82.0722
1.30	11.8486	-0.5620	83.8171
1.80	3.8908	-31.2690	85.5621
2.45	-29.4077	-71.1881	87.8305

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
-------	---------	--------	--------

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	76 di 144

0.20	-38.1311	95.3849	89.6163
1.38	18.3375	2.4900	79.8402
2.55	-28.1152	-79.8038	70.0642

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-33.4207	-83.7134	90.7402
1.38	17.2327	0.7513	80.9642
2.55	-29.4077	78.0344	71.1881

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-37.2473	-80.0760	86.3349
0.75	0.6092	-38.4696	87.8905
1.30	13.0598	0.3393	89.2940
1.85	3.9454	40.9072	90.6976
2.45	-32.5320	80.6872	92.2532

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-27.7880	67.8461	80.0407
0.80	3.7459	29.1814	82.3091
1.30	10.9011	-0.5607	84.0540
1.80	3.1853	-30.3027	85.7989
2.45	-29.0775	-68.9675	88.0674

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-37.2473	95.1481	82.8630
1.38	18.9430	2.2531	75.3546
2.55	-27.7880	-80.0407	67.8461

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-32.5320	-83.4671	83.9844
1.38	17.8341	0.9869	76.4759
2.55	-29.0775	78.2667	68.9675

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-33.3097	-86.1467	91.5179
0.75	6.0540	-36.6527	89.9623
1.30	16.4960	6.4143	88.5587
1.85	3.6326	48.6829	87.1552
2.45	-37.3478	87.4886	85.5996

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-27.7928	70.0728	81.3922
0.80	4.7808	30.1537	81.1518
1.30	12.1809	-0.5534	80.9669
1.80	4.2274	-31.2604	80.7819
2.45	-29.0655	-71.1795	80.5415

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	78 di 144

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-33.3097	82.4971	89.6249
1.38	16.1600	-0.7150	79.8488
2.55	-27.7928	-72.9186	70.0728

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-37.3478	-94.6472	90.7316
1.38	18.2540	-1.7522	80.9556
2.55	-29.0655	80.5415	71.1795

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-32.4209	-79.7090	91.2763
0.75	3.9357	-33.8396	89.7207
1.30	13.5057	6.0339	88.3172
1.85	1.5117	45.1070	86.9136
2.45	-36.4639	81.0536	85.3580

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-27.4626	67.8521	81.6291
0.80	4.0752	29.1874	81.3887

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	79 di 144

1.30	11.2334	-0.5547	81.2037
1.80	3.5206	-30.2967	81.0188
2.45	-28.7384	-68.9615	80.7784

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-32.4209	82.2508	82.8690
1.38	16.7614	-0.9506	75.3606
2.55	-27.4626	-73.1509	67.8521

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-36.4639	-94.4103	83.9784
1.38	18.8595	-1.5153	76.4699
2.55	-28.7384	80.7784	68.9615

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-17.6652	-73.4743	35.6025
0.75	16.3219	-32.6721	35.6025
1.30	26.1726	3.4546	35.6025
1.85	16.3219	39.5944	35.6025
2.45	-17.6652	73.4743	35.6025

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 7)

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	80 di 144

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-17.3217	59.0584	28.2650
0.80	10.2174	25.6776	28.2650
1.30	16.6368	0.0000	28.2650
1.80	10.2174	-25.6776	28.2650
2.45	-17.3217	-59.0584	28.2650

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-17.6652	35.6079	76.3429
1.38	1.2771	-1.6275	67.7006
2.55	-17.3217	-28.2650	59.0584

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-17.6652	-35.6079	76.3429
1.38	1.2771	1.6275	67.7006
2.55	-17.3217	28.2650	59.0584

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-29.5974	-122.0942	56.3575
0.75	27.4174	-56.5099	56.3575
1.30	44.9054	3.5780	56.3575
1.85	29.1996	65.5613	56.3575
2.45	-28.3155	126.0084	56.3575

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	81 di 144

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-30.2035	109.1198	49.1152
0.80	20.2700	46.1835	53.1712
1.30	31.2586	-2.2291	56.2912
1.80	18.0410	-50.6416	59.4112
2.45	-35.3304	-113.5779	63.4672

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-29.5974	55.8715	126.4043
1.38	0.8845	-2.0460	117.7620
2.55	-30.2035	-49.1152	109.1198

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-28.3155	-56.8605	130.8624
1.38	2.8933	3.5578	122.2202
2.55	-35.3304	60.8658	113.5779

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-27.8727	-111.4913	53.1187
0.75	24.4283	-52.2747	53.1187

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	82 di 144

1.30	40.7968	2.6689	53.1187
1.85	26.6691	59.9796	53.1187
2.45	-26.2500	116.3809	53.1187

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-26.7995	98.1052	44.2958
0.80	18.4357	41.0800	49.3658
1.30	28.0093	-2.7856	53.2658
1.80	15.6501	-46.6511	57.1658
2.45	-33.2063	-103.6763	62.2358

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-27.8727	52.5171	115.3897
1.38	1.0385	-1.3333	106.7475
2.55	-26.7995	-44.2958	98.1052

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-26.2500	-53.7364	120.9608
1.38	3.5386	3.2316	112.3186
2.55	-33.2063	58.9679	103.6763

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	83 di 144

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-27.4789	-111.9795	52.5882
0.75	24.8817	-51.9771	52.5882
1.30	41.0224	3.1623	52.5882
1.85	26.6676	60.1968	52.5882
2.45	-26.1911	115.8924	52.5882

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-27.2731	98.6622	44.6623
0.80	18.3241	41.6369	48.7183
1.30	28.1761	-2.2286	51.8383
1.80	16.0955	-46.0942	54.9583
2.45	-32.3989	-103.1194	59.0143

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-27.4789	52.1043	115.9467
1.38	0.9955	-1.6999	107.3044
2.55	-27.2731	-44.6623	98.6622

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-26.1911	-53.0880	120.4039
1.38	3.0008	3.2137	111.7616
2.55	-32.3989	56.4078	103.1194

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	84 di 144

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-24.8392	-112.0039	50.7088
0.75	27.5084	-51.9135	50.7088
1.30	43.6098	3.2358	50.7088
1.85	29.2215	60.2332	50.7088
2.45	-23.6409	115.8646	50.7088

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-29.1680	98.6953	46.5953
0.80	16.4507	41.6701	50.6513
1.30	26.3194	-2.1955	53.7713
1.80	14.2553	-46.0610	56.8913
2.45	-34.2176	-103.0863	60.9473

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-24.8392	50.2085	115.9798
1.38	1.3719	-3.6328	107.3375
2.55	-29.1680	-46.5953	98.6953

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-23.6409	-51.2244	120.3707



**NODO INTERMODALE DI BRINDISI
COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	85 di 144

1.38	3.3736	5.0518	111.7285
2.55	-34.2176	58.3178	103.0863

Pressioni terreno

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	156
0.75	162
1.30	168
1.85	175
2.45	183

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	156
0.75	162
1.30	168
1.85	175
2.45	183

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	83
0.75	86
1.30	89
1.85	93
2.45	96

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	σ_t [kPa]
-------	------------------

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	87 di 144

0.15	74
0.75	78
1.30	81
1.85	84
2.45	88

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	93
0.75	91
1.30	89
1.85	88
2.45	86

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	84
0.75	83
1.30	81
1.85	80
2.45	78

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	76
0.75	76
1.30	76
1.85	76
2.45	76

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	115
0.75	118
1.30	121
1.85	125
2.45	129

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	104
0.75	108
1.30	112
1.85	117
2.45	122

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	106
0.75	109
1.30	112
1.85	116
2.45	120

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	106



**NODO INTERMODALE DI BRINDISI
COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	89 di 144

0.75 109

1.30 112

1.85 116

2.45 120

Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
N_u	Sforzo normale ultimo, espressa in kN
M_u	Momento ultimo, espressa in kNm
A_{fi}	Area armatura inferiore, espressa in mq
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in mq
CS	Coeff. di sicurezza sezione
V_{rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN
$V_{r,c,d}$	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
V_{Rsd}	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
A_{sv}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in mq

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione $B = 100 \text{ cm}$

Altezza sezione $H = 0.4000 \text{ m}$

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.15	42.01 (42.01)	79.14	353.60	187.71	0.001005	0.001005	4.47
2	0.75	-37.18 (-61.88)	79.14	250.59	-195.96	0.001005	0.001206	3.17
3	1.30	-61.88 (-61.88)	79.14	211.77	-165.60	0.001005	0.001005	2.68
4	1.85	-40.43 (-61.88)	79.14	250.59	-195.96	0.001005	0.001206	3.17
5	2.45	39.66 (42.01)	79.14	353.60	187.71	0.001005	0.001005	4.47

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	91 di 144

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000000	-168.98	170.00	0.00	0.00	1.006
2	0.75	0.000000	-79.11	170.00	0.00	0.00	2.149
3	1.30	0.000000	4.12	170.00	0.00	0.00	41.285
4	1.85	0.000000	90.78	170.00	0.00	0.00	1.873
5	2.45	0.000201	176.08	0.00	204.45	1365.22	1.161

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	-41.17 (-50.47)	67.66	148.94	-111.10	0.001005	0.001005	2.20
2	0.80	28.73 (43.04)	75.01	203.85	116.97	0.001005	0.001005	2.72
3	1.30	43.62 (43.62)	80.66	219.38	118.63	0.001005	0.001005	2.72
4	1.80	24.69 (40.82)	86.32	260.08	122.98	0.001005	0.001005	3.01
5	2.45	-50.47 (-50.47)	93.67	220.37	-118.74	0.001005	0.001005	2.35

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	151.51	0.00	219.05	976.66	1.446
2	0.80	0.000000	63.59	141.69	0.00	0.00	2.228
3	1.30	0.000000	-4.04	142.40	0.00	0.00	35.219
4	1.80	0.000000	-71.67	143.10	0.00	0.00	1.997
5	2.45	0.000201	-159.59	0.00	219.05	981.37	1.373

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-42.01 (-42.01)	174.84	708.86	-170.33	0.001005	0.001005	4.05
2	1.38	1.18 (1.18)	163.17	4882.37	35.31	0.001005	0.001005	29.92
3	2.55	-41.17 (-42.01)	151.51	558.55	-154.88	0.001005	0.001005	3.69

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	78.27	154.17	0.00	0.00	1.970
2	1.38	0.000000	-2.06	152.71	0.00	0.00	74.086
3	2.55	0.000000	-67.66	151.25	0.00	0.00	2.236

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-39.66 (-50.47)	182.93	563.12	-155.37	0.001005	0.001005	3.08
2	1.38	4.81 (4.88)	171.26	4658.71	132.85	0.001005	0.001005	27.20
3	2.55	-50.47 (-50.47)	159.59	454.62	-143.77	0.001005	0.001005	2.85

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	93 di 144

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	-80.04	155.18	0.00	0.00	1.939
2	1.38	0.000000	4.82	153.72	0.00	0.00	31.880
3	2.55	0.000000	88.94	152.26	0.00	0.00	1.712

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	40.67 (40.67)	74.67	341.03	185.75	0.001005	0.001005	4.57
2	0.75	-38.85 (-63.95)	74.67	224.03	-191.88	0.001005	0.001206	3.00
3	1.30	-63.95 (-63.95)	74.67	189.25	-162.09	0.001005	0.001005	2.53
4	1.85	-42.90 (-63.95)	74.67	224.03	-191.88	0.001005	0.001206	3.00
5	2.45	36.84 (40.67)	74.67	341.03	185.75	0.001005	0.001005	4.57

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000000	-169.41	169.42	0.00	0.00	1.000
2	0.75	0.000000	-79.79	169.42	0.00	0.00	2.123
3	1.30	0.000000	3.37	169.42	0.00	0.00	50.332
4	1.85	0.000000	90.11	169.42	0.00	0.00	1.880
5	2.45	0.000201	175.64	0.00	204.45	1364.37	1.164

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	-42.35 (-50.70)	68.70	150.82	-111.30	0.001005	0.001005	2.20
2	0.80	27.82 (42.22)	76.06	212.34	117.88	0.001005	0.001005	2.79
3	1.30	42.91 (42.91)	81.71	227.54	119.50	0.001005	0.001005	2.78
4	1.80	24.19 (40.22)	87.37	269.23	123.96	0.001005	0.001005	3.08
5	2.45	-50.70 (-50.70)	94.72	222.17	-118.93	0.001005	0.001005	2.35

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	151.92	0.00	219.05	976.85	1.442
2	0.80	0.000000	64.00	141.82	0.00	0.00	2.216
3	1.30	0.000000	-3.63	142.53	0.00	0.00	39.258
4	1.80	0.000000	-71.26	143.23	0.00	0.00	2.010
5	2.45	0.000201	-159.18	0.00	219.05	981.56	1.376

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	95 di 144

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-40.67 (-42.35)	175.25	702.26	-169.71	0.001005	0.001005	4.01
2	1.38	1.23 (1.23)	163.59	4878.89	36.82	0.001005	0.001005	29.82
3	2.55	-42.35 (-42.35)	151.92	553.71	-154.36	0.001005	0.001005	3.64

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	76.80	154.22	0.00	0.00	2.008
2	1.38	0.000000	-3.11	152.76	0.00	0.00	49.154
3	2.55	0.000000	-68.70	151.30	0.00	0.00	2.202

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-36.84 (-50.70)	182.51	556.89	-154.70	0.001005	0.001005	3.05
2	1.38	3.86 (4.00)	170.85	4710.38	110.31	0.001005	0.001005	27.57
3	2.55	-50.70 (-50.70)	159.18	449.74	-143.25	0.001005	0.001005	2.83

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	-72.56	155.13	0.00	0.00	2.138
2	1.38	0.000000	5.98	153.67	0.00	0.00	25.718
3	2.55	0.000000	87.29	152.21	0.00	0.00	1.744

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	38.13 (38.13)	86.58	465.97	205.23	0.001005	0.001005	5.38
2	0.75	-2.73 (-15.73)	88.13	2517.58	-449.42	0.001005	0.001206	28.57
3	1.30	-16.05 (-16.05)	89.54	2370.34	-424.91	0.001005	0.001005	26.47
4	1.85	-6.06 (-16.05)	90.94	2559.81	-451.79	0.001005	0.001206	28.15
5	2.45	33.42 (38.13)	92.49	517.19	213.21	0.001005	0.001005	5.59

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000000	-86.51	170.98	0.00	0.00	1.976
2	0.75	0.000000	-41.28	171.18	0.00	0.00	4.147
3	1.30	0.000000	0.72	171.37	0.00	0.00	236.457
4	1.85	0.000000	44.49	171.55	0.00	0.00	3.856
5	2.45	0.000201	87.12	0.00	204.45	1367.76	2.347

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	97 di 144

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	-28.12 (-29.41)	79.80	363.82	-134.07	0.001005	0.001005	4.56
2	0.80	4.45 (11.24)	82.07	1861.44	254.82	0.001005	0.001005	22.68
3	1.30	11.85 (11.85)	83.82	1777.34	251.25	0.001005	0.001005	21.20
4	1.80	3.89 (10.93)	85.56	2045.86	261.26	0.001005	0.001005	23.91
5	2.45	-29.41 (-29.41)	87.83	417.58	-139.81	0.001005	0.001005	4.75

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	70.06	0.00	219.05	978.86	3.126
2	0.80	0.000000	30.15	142.57	0.00	0.00	4.730
3	1.30	0.000000	-0.56	142.79	0.00	0.00	254.092
4	1.80	0.000000	-31.27	143.01	0.00	0.00	4.574
5	2.45	0.000201	-71.19	0.00	219.05	980.32	3.077

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-38.13 (-38.13)	89.62	298.74	-127.11	0.001005	0.001005	3.33
2	1.38	18.34 (18.34)	79.84	764.18	175.52	0.001005	0.001005	9.57
3	2.55	-28.12 (-38.13)	70.06	217.64	-118.44	0.001005	0.001005	3.11

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
----	---	-----------------	---	-----------------	------------------	------------------	----

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	98 di 144

1	0.20	0.000000	95.38	143.52	0.00	0.00	1.505
2	1.38	0.000000	2.49	142.29	0.00	0.00	57.147
3	2.55	0.000000	-79.80	141.07	0.00	0.00	1.768

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-33.42 (-33.42)	90.74	364.09	-134.10	0.001005	0.001005	4.01
2	1.38	17.23 (17.23)	80.96	872.20	185.64	0.001005	0.001005	10.77
3	2.55	-29.41 (-33.42)	71.19	262.51	-123.24	0.001005	0.001005	3.69

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	-83.71	143.66	0.00	0.00	1.716
2	1.38	0.000000	0.75	142.43	0.00	0.00	189.581
3	2.55	0.000000	78.03	141.21	0.00	0.00	1.810

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	99 di 144

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	37.25 (37.25)	86.33	481.19	207.60	0.001005	0.001005	5.57
2	0.75	-0.61 (-12.73)	87.89	3185.17	-461.24	0.001005	0.001206	36.24
3	1.30	-13.06 (-13.06)	89.29	3081.77	-450.88	0.001005	0.001005	34.51
4	1.85	-3.95 (-13.06)	90.70	3199.65	-460.88	0.001005	0.001206	35.28
5	2.45	32.53 (37.25)	92.25	534.93	215.98	0.001005	0.001005	5.80

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000000	-80.08	170.95	0.00	0.00	2.135
2	0.75	0.000000	-38.47	171.15	0.00	0.00	4.449
3	1.30	0.000000	0.34	171.33	0.00	0.00	504.944
4	1.85	0.000000	40.91	171.52	0.00	0.00	4.193
5	2.45	0.000201	80.69	0.00	204.45	1367.72	2.534

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	-27.79 (-29.08)	80.04	371.22	-134.86	0.001005	0.001005	4.64
2	0.80	3.75 (10.31)	82.31	2092.54	262.16	0.001005	0.001005	25.42
3	1.30	10.90 (10.90)	84.05	2008.98	260.55	0.001005	0.001005	23.90
4	1.80	3.19 (10.00)	85.80	2279.31	265.75	0.001005	0.001005	26.57
5	2.45	-29.08 (-29.08)	88.07	426.27	-140.74	0.001005	0.001005	4.84

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	100 di 144

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	67.85	0.00	219.05	978.91	3.229
2	0.80	0.000000	29.18	142.60	0.00	0.00	4.887
3	1.30	0.000000	-0.56	142.82	0.00	0.00	254.734
4	1.80	0.000000	-30.30	143.04	0.00	0.00	4.720
5	2.45	0.000201	-68.97	0.00	219.05	980.36	3.176

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-37.25 (-37.25)	82.86	277.81	-124.88	0.001005	0.001005	3.35
2	1.38	18.94 (18.94)	75.35	658.68	165.58	0.001005	0.001005	8.74
3	2.55	-27.79 (-37.25)	67.85	215.29	-118.19	0.001005	0.001005	3.17

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	95.15	142.67	0.00	0.00	1.499
2	1.38	0.000000	2.25	141.73	0.00	0.00	62.906
3	2.55	0.000000	-80.04	140.79	0.00	0.00	1.759

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	101 di 144

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-32.53 (-32.53)	83.98	339.36	-131.45	0.001005	0.001005	4.04
2	1.38	17.83 (17.83)	76.48	744.88	173.71	0.001005	0.001005	9.74
3	2.55	-29.08 (-32.53)	68.97	260.91	-123.07	0.001005	0.001005	3.78

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	-83.47	142.81	0.00	0.00	1.711
2	1.38	0.000000	0.99	141.87	0.00	0.00	143.758
3	2.55	0.000000	78.27	140.93	0.00	0.00	1.801

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	33.31 (37.35)	91.52	525.72	214.54	0.001005	0.001005	5.74
2	0.75	-6.05 (-16.50)	89.96	2421.64	-444.04	0.001005	0.001206	26.92
3	1.30	-16.50 (-16.50)	88.56	2236.18	-416.54	0.001005	0.001005	25.25
4	1.85	-3.63 (-16.50)	87.16	2314.30	-438.03	0.001005	0.001206	26.55
5	2.45	37.35 (37.35)	85.60	472.82	206.29	0.001005	0.001005	5.52

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	102 di 144

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000000	-86.15	171.63	0.00	0.00	1.992
2	0.75	0.000000	-36.65	171.42	0.00	0.00	4.677
3	1.30	0.000000	6.41	171.24	0.00	0.00	26.696
4	1.85	0.000000	48.68	171.05	0.00	0.00	3.514
5	2.45	0.000201	87.49	0.00	204.45	1366.45	2.337

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 5 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	-27.79 (-29.07)	81.39	380.39	-135.84	0.001005	0.001005	4.67
2	0.80	4.78 (11.57)	81.15	1756.84	250.38	0.001005	0.001005	21.65
3	1.30	12.18 (12.18)	80.97	1620.44	243.78	0.001005	0.001005	20.01
4	1.80	4.23 (11.26)	80.78	1813.33	252.78	0.001005	0.001005	22.45
5	2.45	-29.07 (-29.07)	80.54	374.74	-135.24	0.001005	0.001005	4.65

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	70.07	0.00	219.05	979.15	3.126
2	0.80	0.000000	30.15	142.46	0.00	0.00	4.724
3	1.30	0.000000	-0.55	142.43	0.00	0.00	257.398
4	1.80	0.000000	-31.26	142.41	0.00	0.00	4.556
5	2.45	0.000201	-71.18	0.00	219.05	979.00	3.077

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 5 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-33.31 (-33.31)	89.62	359.49	-133.61	0.001005	0.001005	4.01
2	1.38	16.16 (16.16)	79.85	956.20	193.52	0.001005	0.001005	11.98
3	2.55	-27.79 (-33.31)	70.07	258.32	-122.79	0.001005	0.001005	3.69

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	82.50	143.52	0.00	0.00	1.740
2	1.38	0.000000	-0.72	142.29	0.00	0.00	199.008
3	2.55	0.000000	-72.92	141.07	0.00	0.00	1.935

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 5 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-37.35 (-37.35)	90.73	312.33	-128.57	0.001005	0.001005	3.44
2	1.38	18.25 (18.25)	80.96	788.52	177.80	0.001005	0.001005	9.74
3	2.55	-29.07 (-37.35)	71.18	227.81	-119.53	0.001005	0.001005	3.20

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	104 di 144

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	-94.65	143.66	0.00	0.00	1.518
2	1.38	0.000000	-1.75	142.43	0.00	0.00	81.287
3	2.55	0.000000	80.54	141.21	0.00	0.00	1.753

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 6 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	32.42 (36.46)	91.28	544.28	217.44	0.001005	0.001005	5.96
2	0.75	-3.94 (-13.51)	89.72	3081.11	-463.80	0.001005	0.001206	34.34
3	1.30	-13.51 (-13.51)	88.32	2947.77	-450.78	0.001005	0.001005	33.38
4	1.85	-1.51 (-13.51)	86.91	2995.81	-465.52	0.001005	0.001206	34.47
5	2.45	36.46 (36.46)	85.36	488.71	208.77	0.001005	0.001005	5.73

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000000	-79.71	171.60	0.00	0.00	2.153
2	0.75	0.000000	-33.84	171.39	0.00	0.00	5.065
3	1.30	0.000000	6.03	171.21	0.00	0.00	28.374
4	1.85	0.000000	45.11	171.02	0.00	0.00	3.791
5	2.45	0.000201	81.05	0.00	204.45	1366.41	2.522

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 6 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	-27.46 (-28.74)	81.63	388.22	-136.68	0.001005	0.001005	4.76
2	0.80	4.08 (10.64)	81.39	1989.74	260.18	0.001005	0.001005	24.45
3	1.30	11.23 (11.23)	81.20	1833.47	253.64	0.001005	0.001005	22.58
4	1.80	3.52 (10.34)	81.02	2047.92	261.30	0.001005	0.001005	25.28
5	2.45	-28.74 (-28.74)	80.78	382.44	-136.06	0.001005	0.001005	4.73

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	67.85	0.00	219.05	979.19	3.228
2	0.80	0.000000	29.19	142.49	0.00	0.00	4.882
3	1.30	0.000000	-0.55	142.46	0.00	0.00	256.848
4	1.80	0.000000	-30.30	142.44	0.00	0.00	4.702
5	2.45	0.000201	-68.96	0.00	219.05	979.04	3.176

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 6 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	106 di 144

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-32.42 (-32.42)	82.87	334.74	-130.96	0.001005	0.001005	4.04
2	1.38	16.76 (16.76)	75.36	807.31	179.56	0.001005	0.001005	10.71
3	2.55	-27.46 (-32.42)	67.85	256.60	-122.61	0.001005	0.001005	3.78

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	82.25	142.67	0.00	0.00	1.735
2	1.38	0.000000	-0.95	141.73	0.00	0.00	149.100
3	2.55	0.000000	-73.15	140.80	0.00	0.00	1.925

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 6 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-36.46 (-36.46)	83.98	290.79	-126.26	0.001005	0.001005	3.46
2	1.38	18.86 (18.86)	76.47	679.45	167.57	0.001005	0.001005	8.89
3	2.55	-28.74 (-36.46)	68.96	225.62	-119.30	0.001005	0.001005	3.27

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	-94.41	142.81	0.00	0.00	1.513
2	1.38	0.000000	-1.52	141.87	0.00	0.00	93.624
3	2.55	0.000000	80.78	140.93	0.00	0.00	1.745



**NODO INTERMODALE DI BRINDISI
COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	107 di 144

Verifiche combinazioni SLE

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
A_{fi}	Area armatura inferiore, espressa in mq
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in mq
σ_{fi}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in kPa
σ_{fs}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in kPa
σ_c	Tensione nel calcestruzzo, espresse in kPa
τ_c	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in kPa
A_{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in mq

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione $B = 100 \text{ cm}$

Altezza sezione $H = 0.4000 \text{ m}$

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.15	17.67	35.60	0.001005	0.001005	9553	38041	1166
2	0.75	-16.32	35.60	0.001005	0.001206	28710	8913	1012
3	1.30	-26.17	35.60	0.001005	0.001005	64323	13069	1731
4	1.85	-16.32	35.60	0.001005	0.001206	28710	8913	1012
5	2.45	17.67	35.60	0.001005	0.001005	9553	38041	1166

Verifiche taglio

N°	X	A_{sw}	V	τ_c
-----------	-----	----------	-----	----------

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	109 di 144

1	0.15	0.000000	-73.47	-247
2	0.75	0.000000	-32.67	-110
3	1.30	0.000000	3.45	12
4	1.85	0.000000	39.59	133
5	2.45	0.000201	73.47	247

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	-17.32	28.27	0.001005	0.001005	62864	11308	1990
2	0.80	10.22	28.27	0.001005	0.001005	7717	31512	1168
3	1.30	16.64	28.27	0.001005	0.001005	10968	59832	1911
4	1.80	10.22	28.27	0.001005	0.001005	7717	31512	1168
5	2.45	-17.32	28.27	0.001005	0.001005	62864	11308	1990

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.15	0.000201	59.06	278
2	0.80	0.000000	25.68	121
3	1.30	0.000000	0.00	0
4	1.80	0.000000	-25.68	-121
5	2.45	0.000201	-59.06	-278

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	110 di 144

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-17.67	76.34	0.001005	0.001005	41991	15436	1986
2	1.38	1.28	67.70	0.001005	0.001005	3827	2325	280
3	2.55	-17.32	59.06	0.001005	0.001005	48244	13985	1970

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000000	35.61	168
2	1.38	0.000000	-1.63	-8
3	2.55	0.000000	-28.27	-133

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-17.67	76.34	0.001005	0.001005	41991	15436	1986
2	1.38	1.28	67.70	0.001005	0.001005	3827	2325	280
3	2.55	-17.32	59.06	0.001005	0.001005	48244	13985	1970

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	111 di 144

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000000	-35.61	-168
2	1.38	0.000000	1.63	8
3	2.55	0.000000	28.27	133

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	29.60	56.36	0.001005	0.001005	15810	65244	1955
2	0.75	-27.42	56.36	0.001005	0.001206	49511	14794	1701
3	1.30	-44.91	56.36	0.001005	0.001005	112595	22099	2970
4	1.85	-29.20	56.36	0.001005	0.001206	54103	15561	1811
5	2.45	28.32	56.36	0.001005	0.001005	15271	61300	1869

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.15	0.000000	-122.09	-410
2	0.75	0.000000	-56.51	-190
3	1.30	0.000000	3.58	12
4	1.85	0.000000	65.56	220
5	2.45	0.000201	126.01	424

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	112 di 144

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	-30.20	49.12	0.001005	0.001005	109697	19702	3470
2	0.80	20.27	53.17	0.001005	0.001005	15061	63886	2320
3	1.30	31.26	56.29	0.001005	0.001005	20910	110865	3590
4	1.80	18.04	59.41	0.001005	0.001005	14401	51212	2054
5	2.45	-35.33	63.47	0.001005	0.001005	125383	23619	4058

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.15	0.000201	109.12	514
2	0.80	0.000000	46.18	217
3	1.30	0.000000	-2.23	-10
4	1.80	0.000000	-50.64	-238
5	2.45	0.000201	-113.58	-534

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-29.60	126.40	0.001005	0.001005	71011	25759	3330

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	113 di 144

2	1.38	0.88	117.76	0.001005	0.001005	5870	4830	409
3	2.55	-30.20	109.12	0.001005	0.001005	81323	24856	3427

Verifiche taglio

N°	X	A_{sw}	V	τ_c
1	0.20	0.000000	55.87	263
2	1.38	0.000000	-2.05	-10
3	2.55	0.000000	-49.12	-231

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.20	-28.32	130.86	0.001005	0.001005	63640	25304	3169
2	1.38	2.89	122.22	0.001005	0.001005	7254	3852	540
3	2.55	-35.33	113.58	0.001005	0.001005	101569	27983	4025

Verifiche taglio

N°	X	A_{sw}	V	τ_c
1	0.20	0.000000	-56.86	-268
2	1.38	0.000000	3.56	17
3	2.55	0.000000	60.87	286

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	114 di 144

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	27.87	53.12	0.001005	0.001005	14892	61422	1841
2	0.75	-24.43	53.12	0.001005	0.001206	43031	13332	1515
3	1.30	-40.80	53.12	0.001005	0.001005	101386	20209	2698
4	1.85	-26.67	53.12	0.001005	0.001206	48796	14301	1654
5	2.45	26.25	53.12	0.001005	0.001005	14209	56430	1732

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.15	0.000000	-111.49	-375
2	0.75	0.000000	-52.27	-176
3	1.30	0.000000	2.67	9
4	1.85	0.000000	59.98	202
5	2.45	0.000201	116.38	391

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	-26.80	44.30	0.001005	0.001005	96984	17550	3079

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	115 di 144

2	0.80	18.44	49.37	0.001005	0.001005	13785	57628	2109
3	1.30	28.01	53.27	0.001005	0.001005	19001	97968	3216
4	1.80	15.65	57.17	0.001005	0.001005	12926	41855	1775
5	2.45	-33.21	62.24	0.001005	0.001005	116589	22441	3813

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.15	0.000201	98.11	462
2	0.80	0.000000	41.08	193
3	1.30	0.000000	-2.79	-13
4	1.80	0.000000	-46.65	-220
5	2.45	0.000201	-103.68	-488

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-27.87	115.39	0.001005	0.001005	68475	24006	3142
2	1.38	1.04	106.75	0.001005	0.001005	5460	4239	384
3	2.55	-26.80	98.11	0.001005	0.001005	71576	22151	3039

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000000	52.52	247
2	1.38	0.000000	-1.33	-6

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	116 di 144

3 2.55 0.000000 -44.30 -208

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-26.25	120.96	0.001005	0.001005	59149	23435	2939
2	1.38	3.54	112.32	0.001005	0.001005	7183	3023	548
3	2.55	-33.21	103.68	0.001005	0.001005	96886	26054	3786

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000000	-53.74	-253
2	1.38	0.000000	3.23	15
3	2.55	0.000000	58.97	277

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	27.48	52.59	0.001005	0.001005	14694	60453	1815

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	117 di 144

2	0.75	-24.88	52.59	0.001005	0.001206	44393	13501	1543
3	1.30	-41.02	52.59	0.001005	0.001005	102336	20264	2713
4	1.85	-26.67	52.59	0.001005	0.001206	48991	14272	1654
5	2.45	26.19	52.59	0.001005	0.001005	14153	56491	1728

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.15	0.000000	-111.98	-376
2	0.75	0.000000	-51.98	-175
3	1.30	0.000000	3.16	11
4	1.85	0.000000	60.20	202
5	2.45	0.000201	115.89	390

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	-27.27	44.66	0.001005	0.001005	98902	17820	3133
2	0.80	18.32	48.72	0.001005	0.001005	13671	57444	2097
3	1.30	28.18	51.84	0.001005	0.001005	18951	99399	3236
4	1.80	16.10	54.96	0.001005	0.001005	13001	44792	1830
5	2.45	-32.40	59.01	0.001005	0.001005	114584	21736	3721

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
----	---	-----------------	---	----------------

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	118 di 144

1	0.15	0.000201	98.66	464
2	0.80	0.000000	41.64	196
3	1.30	0.000000	-2.23	-10
4	1.80	0.000000	-46.09	-217
5	2.45	0.000201	-103.12	-485

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-27.48	115.95	0.001005	0.001005	66545	23818	3094
2	1.38	1.00	107.30	0.001005	0.001005	5460	4290	384
3	2.55	-27.27	98.66	0.001005	0.001005	73374	22454	3094

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000000	52.10	245
2	1.38	0.000000	-1.70	-8
3	2.55	0.000000	-44.66	-210

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	119 di 144

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-26.19	120.40	0.001005	0.001005	59139	23364	2933
2	1.38	3.00	111.76	0.001005	0.001005	6842	3314	515
3	2.55	-32.40	103.12	0.001005	0.001005	93620	25579	3692

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000000	-53.09	-250
2	1.38	0.000000	3.21	15
3	2.55	0.000000	56.41	265

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	24.84	50.71	0.001005	0.001005	13471	53194	1639
2	0.75	-27.51	50.71	0.001005	0.001206	51870	14530	1706
3	1.30	-43.61	50.71	0.001005	0.001005	111256	21180	2884
4	1.85	-29.22	50.71	0.001005	0.001206	56298	15260	1812
5	2.45	23.64	50.71	0.001005	0.001005	12963	49517	1558

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
----	---	-----------------	---	----------------

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	120 di 144

1	0.15	0.000000	-112.00	-376
2	0.75	0.000000	-51.91	-174
3	1.30	0.000000	3.24	11
4	1.85	0.000000	60.23	202
5	2.45	0.000201	115.86	389

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	-29.17	46.60	0.001005	0.001005	106345	18946	3351
2	0.80	16.45	50.65	0.001005	0.001005	12850	48329	1876
3	1.30	26.32	53.77	0.001005	0.001005	18199	90256	3021
4	1.80	14.26	56.89	0.001005	0.001005	12127	35961	1610
5	2.45	-34.22	60.95	0.001005	0.001005	121687	22826	3930

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.15	0.000201	98.70	464
2	0.80	0.000000	41.67	196
3	1.30	0.000000	-2.20	-10
4	1.80	0.000000	-46.06	-217
5	2.45	0.000201	-103.09	-485

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	121 di 144

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-24.84	115.98	0.001005	0.001005	55321	22274	2778
2	1.38	1.37	107.34	0.001005	0.001005	5683	4070	406
3	2.55	-29.17	98.70	0.001005	0.001005	81584	23491	3317

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000000	50.21	236
2	1.38	0.000000	-3.63	-17
3	2.55	0.000000	-46.60	-219

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-23.64	120.37	0.001005	0.001005	48463	21817	2626
2	1.38	3.37	111.73	0.001005	0.001005	7059	3093	537
3	2.55	-34.22	103.09	0.001005	0.001005	101580	26543	3905



**NODO INTERMODALE DI BRINDISI
COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	122 di 144

Verifiche taglio

N°	X	A_{sw}	V	τ_c
1	0.20	0.000000	-51.22	-241
2	1.38	0.000000	5.05	24
3	2.55	0.000000	58.32	274

Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X_i	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M_p	Momento, espresse in kNm
M_n	Momento, espresse in kNm
w_k	Ampiezza fessure, espresse in mm
w_{lim}	Apertura limite fessure, espresse in mm
s	Distanza media tra le fessure, espresse in mm
ϵ_{sm}	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	84.52	-84.52	17.67	0.00	0.20	0.00	0.000
2	0.75	0.001005	0.001206	84.70	-85.66	-16.32	0.00	0.20	0.00	0.000
3	1.30	0.001005	0.001005	84.52	-84.52	-26.17	0.00	0.20	0.00	0.000
4	1.85	0.001005	0.001206	84.70	-85.66	-16.32	0.00	0.20	0.00	0.000
5	2.45	0.001005	0.001005	84.52	-84.52	17.67	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-17.32	0.00	0.20	0.00	0.000
2	0.80	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	10.22	0.00	0.20	0.00	0.000
3	1.30	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	16.64	0.00	0.20	0.00	0.000
4	1.80	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	10.22	0.00	0.20	0.00	0.000
5	2.45	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-17.32	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-17.67	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.38	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	1.28	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.55	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-17.32	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-17.67	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.38	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	1.28	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.55	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-17.32	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	84.52	-84.52	29.60	0.00	100.00	0.00	0.000
2	0.75	0.001005	0.001206	84.70	-85.66	-27.42	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.30	0.001005	0.001005	84.52	-84.52	-44.91	0.00	100.00	0.00	0.000
4	1.85	0.001005	0.001206	84.70	-85.66	-29.20	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.45	0.001005	0.001005	84.52	-84.52	28.32	0.00	100.00	0.00	0.000

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	125 di 144

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-30.20	0.00	100.00	0.00	0.000
2	0.80	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	20.27	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.30	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	31.26	0.00	100.00	0.00	0.000
4	1.80	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	18.04	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.45	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-35.33	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-29.60	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.38	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	0.88	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.55	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-30.20	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-28.32	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.38	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	2.89	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.55	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-35.33	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
----	---	-----------------	-----------------	----------------	----------------	---	---	------------------	----------------	-----------------

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	126 di 144

1	0.15	0.001005	0.001005	84.52	-84.52	27.87	0.00	100.00	0.00	0.000
2	0.75	0.001005	0.001206	84.70	-85.66	-24.43	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.30	0.001005	0.001005	84.52	-84.52	-40.80	0.00	100.00	0.00	0.000
4	1.85	0.001005	0.001206	84.70	-85.66	-26.67	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.45	0.001005	0.001005	84.52	-84.52	26.25	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-26.80	0.00	100.00	0.00	0.000
2	0.80	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	18.44	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.30	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	28.01	0.00	100.00	0.00	0.000
4	1.80	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	15.65	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.45	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-33.21	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-27.87	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.38	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	1.04	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.55	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-26.80	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-26.25	0.00	100.00	0.00	0.000

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	127 di 144

2	1.38	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	3.54	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.55	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-33.21	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	84.52	-84.52	27.48	0.00	100.00	0.00	0.000
2	0.75	0.001005	0.001206	84.70	-85.66	-24.88	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.30	0.001005	0.001005	84.52	-84.52	-41.02	0.00	100.00	0.00	0.000
4	1.85	0.001005	0.001206	84.70	-85.66	-26.67	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.45	0.001005	0.001005	84.52	-84.52	26.19	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-27.27	0.00	100.00	0.00	0.000
2	0.80	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	18.32	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.30	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	28.18	0.00	100.00	0.00	0.000
4	1.80	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	16.10	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.45	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-32.40	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-27.48	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.38	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	1.00	0.00	100.00	0.00	0.000

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	128 di 144

3	2.55	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-27.27	0.00	100.00	0.00	0.000
---	------	----------	----------	-------	--------	--------	------	--------	------	-------

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-26.19	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.38	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	3.00	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.55	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-32.40	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	84.52	-84.52	24.84	0.00	100.00	0.00	0.000
2	0.75	0.001005	0.001206	84.70	-85.66	-27.51	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.30	0.001005	0.001005	84.52	-84.52	-43.61	0.00	100.00	0.00	0.000
4	1.85	0.001005	0.001206	84.70	-85.66	-29.22	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.45	0.001005	0.001005	84.52	-84.52	23.64	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-29.17	0.00	100.00	0.00	0.000
2	0.80	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	16.45	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.30	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	26.32	0.00	100.00	0.00	0.000
4	1.80	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	14.26	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.45	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-34.22	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-24.84	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.38	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	1.37	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.55	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-29.17	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-23.64	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.38	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	3.37	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.55	0.001005	0.001005	47.86	-47.86	-34.22	0.00	100.00	0.00	0.000

Inviluppo spostamenti nodali

Inviluppo spostamenti fondazione

X [m]	u_{Xmin} [m]	u_{Xmax} [m]	u_{Ymin} [m]	u_{Ymax} [m]
0.15	-0.005251	0.005127	0.010765	0.022642
0.75	-0.005255	0.005123	0.011029	0.023528
1.30	-0.005259	0.005120	0.011008	0.024383
1.85	-0.005263	0.005116	0.011029	0.025377
2.38	-0.005267	0.005112	0.011080	0.026554

Inviluppo spostamenti traverso

X [m]	u_{Xmin} [m]	u_{Xmax} [m]	u_{Ymin} [m]	u_{Ymax} [m]
0.15	-0.006172	0.007184	0.010783	0.022682
0.80	-0.006186	0.007170	0.011169	0.023957
1.30	-0.006196	0.007160	0.011195	0.024853
1.80	-0.006207	0.007149	0.011169	0.025647
2.45	-0.006220	0.007135	0.011096	0.026596

Inviluppo spostamenti piedritto sinistro

Y [m]	u_{Xmin} [m]	u_{Xmax} [m]	u_{Ymin} [m]	u_{Ymax} [m]
0.20	-0.005251	0.005127	0.010765	0.022642
1.38	-0.005630	0.006253	0.010774	0.022663
2.55	-0.006172	0.007184	0.010783	0.022682

Inviluppo spostamenti piedritto destro

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	131 di 144

Y [m]	u_{Xmin} [m]	u_{Xmax} [m]	u_{Ymin} [m]	u_{Ymax} [m]
0.20	-0.005267	0.005112	0.011080	0.026554
1.38	-0.005840	0.006034	0.011089	0.026576
2.55	-0.006220	0.007135	0.011096	0.026596

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.15	-42.01	-17.67	-169.41	-73.47	35.60	91.52
0.75	0.61	38.85	-79.79	-32.67	35.60	89.96
1.30	13.06	63.95	0.34	6.41	35.60	89.54
1.85	1.51	42.90	39.59	90.78	35.60	90.94
2.45	-39.66	-17.67	73.47	176.08	35.60	92.49

Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.15	-42.35	-17.32	59.06	151.92	28.27	81.63
0.80	3.75	28.73	25.68	64.00	28.27	82.31
1.30	10.90	43.62	-4.04	0.00	28.27	84.05
1.80	3.19	24.69	-71.67	-25.68	28.27	87.37
2.45	-50.70	-17.32	-159.59	-59.06	28.27	94.72

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	132 di 144

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.20	-42.01	-17.67	35.61	95.38	76.34	175.25
1.38	0.88	18.94	-3.63	2.49	67.70	163.59
2.55	-42.35	-17.32	-80.04	-28.27	59.06	151.92

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.20	-39.66	-17.67	-94.65	-35.61	76.34	182.93
1.38	1.28	18.86	-1.75	5.98	67.70	171.26
2.55	-50.70	-17.32	28.27	88.94	59.06	159.59

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{min} [kPa]	σ_{max} [kPa]
0.15	74	156
0.75	76	162
1.30	76	168
1.85	76	175
2.45	76	183

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	133 di 144

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

X	A _n	A _{fs}	CS
0.15	0.001005	0.001005	4.47
0.75	0.001005	0.001206	3.00
1.30	0.001005	0.001005	2.53
1.85	0.001005	0.001206	3.00
2.45	0.001005	0.001005	4.47

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.15	170.00	0.00	0.00	0.000000
0.75	170.00	0.00	0.00	0.000000
1.30	170.00	0.00	0.00	0.000000
1.85	170.00	0.00	0.00	0.000000
2.45	0.00	204.45	1365.22	0.000201

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

X	A _n	A _{fs}	CS
0.15	0.001005	0.001005	2.20
0.80	0.001005	0.001005	2.72
1.30	0.001005	0.001005	2.72
1.80	0.001005	0.001005	3.01
2.45	0.001005	0.001005	2.35

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	134 di 144

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.15	0.00	219.05	976.66	0.000201
0.80	141.69	0.00	0.00	0.000000
1.30	142.40	0.00	0.00	0.000000
1.80	143.10	0.00	0.00	0.000000
2.45	0.00	219.05	981.37	0.000201

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.20	0.001005	0.001005	3.33
1.38	0.001005	0.001005	8.74
2.55	0.001005	0.001005	3.11

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.20	154.17	0.00	0.00	0.000000
1.38	152.71	0.00	0.00	0.000000
2.55	151.25	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	135 di 144

Altezza sezione H = 0.3000 m

Y	A _{ri}	A _{fs}	CS
0.20	0.001005	0.001005	3.05
1.38	0.001005	0.001005	8.89
2.55	0.001005	0.001005	2.83

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.20	155.18	0.00	0.00	0.000000
1.38	153.72	0.00	0.00	0.000000
2.55	152.26	0.00	0.00	0.000000

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

X	A _{ri}	A _{fs}	σ _c	σ _{ri}	σ _{fs}
0.15	0.001005	0.001005	1955	65244	15810
0.75	0.001005	0.001206	1706	14794	51870
1.30	0.001005	0.001005	2970	22099	112595
1.85	0.001005	0.001206	1812	15561	56298
2.45	0.001005	0.001005	1869	61300	15271

X	τ _c	A _{sw}
---	----------------	-----------------

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	136 di 144

0.15	-410	0.000000
0.75	-190	0.000000
1.30	12	0.000000
1.85	220	0.000000
2.45	424	0.000201

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

X	A _{fl}	A _{fs}	σ _c	σ _{fl}	σ _{fs}
0.15	0.001005	0.001005	3470	19702	109697
0.80	0.001005	0.001005	2320	63886	15061
1.30	0.001005	0.001005	3590	110865	20910
1.80	0.001005	0.001005	2054	51212	14401
2.45	0.001005	0.001005	4058	23619	125383

X	τ _c	A _{sv}
0.15	514	0.000201
0.80	217	0.000000
1.30	-13	0.000000
1.80	-238	0.000000
2.45	-534	0.000201

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN000001	B	137 di 144

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.20	0.001005	0.001005	3330	25759	71011
1.38	0.001005	0.001005	409	4830	5870
2.55	0.001005	0.001005	3427	24856	81584

Y	τ_c	A_{sw}
0.20	263	0.000000
1.38	-17	0.000000
2.55	-231	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.20	0.001005	0.001005	3169	25304	63640
1.38	0.001005	0.001005	548	3852	7254
2.55	0.001005	0.001005	4025	27983	101580

Y	τ_c	A_{sw}
0.20	-268	0.000000
1.38	24	0.000000
2.55	286	0.000000

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

<i>IC</i>	Indice della combinazione
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
<i>q_u</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]
<i>Q_U</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m
<i>Q_Y</i>	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m
<i>FS</i>	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ	q_u	Q_U	Q_Y	FS
1	20.72	10.66	6.76	24.56	12.02	5.32	1152	2994.89	388.22	7.71
2	20.72	10.66	6.76	18.26	9.28	3.67	888	2309.66	388.22	5.95
3	20.72	10.66	6.76	2.60	2.47	0.47	237	615.14	205.87	2.99
4	20.72	10.66	6.76	1.46	1.97	0.32	189	490.60	186.44	2.63
5	20.72	10.66	6.76	3.34	2.79	0.57	271	703.74	205.87	3.42
6	20.72	10.66	6.76	2.15	2.27	0.41	220	572.58	186.44	3.07

Schema Strutturale

Area ed Inerzia elementi

Destinazione	Area [mq]	Inerzia [m ⁴]
Fondazione	0.400000	0.0053333333
Piedritto sinistro	0.300000	0.0022500000
Piedritto destro	0.300000	0.0022500000
Traverso	0.300000	0.0022500000

Simbologia adottata ed unità di misura

N	indice elemento
N_i	indice nodo iniziale elemento
N_j	indice nodo finale elemento
(X_i, Y_i)	coordinate nodo iniziale, espresse in m
(X_j, Y_j)	coordinate nodo finale, espresse in m
$Dest$	appartenenza elemento

N	N_i	N_j	X_i	Y_i	X_j	Y_j	Dest
1	1	2	0.1500	0.2000	0.2250	0.2000	Fond
2	2	3	0.2250	0.2000	0.3000	0.2000	Fond
3	3	4	0.3000	0.2000	0.3909	0.2000	Fond
4	4	5	0.3909	0.2000	0.4818	0.2000	Fond
5	5	6	0.4818	0.2000	0.5727	0.2000	Fond
6	6	7	0.5727	0.2000	0.6636	0.2000	Fond
7	7	8	0.6636	0.2000	0.7545	0.2000	Fond
8	8	9	0.7545	0.2000	0.8455	0.2000	Fond
9	9	10	0.8455	0.2000	0.9364	0.2000	Fond
10	10	11	0.9364	0.2000	1.0273	0.2000	Fond
11	11	12	1.0273	0.2000	1.1182	0.2000	Fond

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	140 di 144

12	12	13	1.1182	0.2000	1.2091	0.2000	Fond
13	13	14	1.2091	0.2000	1.3000	0.2000	Fond
14	14	15	1.3000	0.2000	1.3909	0.2000	Fond
15	15	16	1.3909	0.2000	1.4818	0.2000	Fond
16	16	17	1.4818	0.2000	1.5727	0.2000	Fond
17	17	18	1.5727	0.2000	1.6636	0.2000	Fond
18	18	19	1.6636	0.2000	1.7545	0.2000	Fond
19	19	20	1.7545	0.2000	1.8455	0.2000	Fond
20	20	21	1.8455	0.2000	1.9364	0.2000	Fond
21	21	22	1.9364	0.2000	2.0273	0.2000	Fond
22	22	23	2.0273	0.2000	2.1182	0.2000	Fond
23	23	24	2.1182	0.2000	2.2091	0.2000	Fond
24	24	25	2.2091	0.2000	2.3000	0.2000	Fond
25	25	26	2.3000	0.2000	2.3750	0.2000	Fond
26	26	27	2.3750	0.2000	2.4500	0.2000	Fond
27	1	57	0.1500	0.2000	0.1500	0.2979	PiedL
28	57	58	0.1500	0.2979	0.1500	0.3958	PiedL
29	58	59	0.1500	0.3958	0.1500	0.4938	PiedL
30	59	60	0.1500	0.4938	0.1500	0.5917	PiedL
31	60	61	0.1500	0.5917	0.1500	0.6896	PiedL
32	61	62	0.1500	0.6896	0.1500	0.7875	PiedL
33	62	63	0.1500	0.7875	0.1500	0.8854	PiedL
34	63	64	0.1500	0.8854	0.1500	0.9833	PiedL
35	64	65	0.1500	0.9833	0.1500	1.0813	PiedL
36	65	66	0.1500	1.0813	0.1500	1.1792	PiedL
37	66	67	0.1500	1.1792	0.1500	1.2771	PiedL
38	67	68	0.1500	1.2771	0.1500	1.3750	PiedL
39	68	69	0.1500	1.3750	0.1500	1.4729	PiedL
40	69	70	0.1500	1.4729	0.1500	1.5708	PiedL
41	70	71	0.1500	1.5708	0.1500	1.6688	PiedL
42	71	72	0.1500	1.6688	0.1500	1.7667	PiedL
43	72	73	0.1500	1.7667	0.1500	1.8646	PiedL

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	141 di 144

44	73	74	0.1500	1.8646	0.1500	1.9625	PiedL
45	74	75	0.1500	1.9625	0.1500	2.0604	PiedL
46	75	76	0.1500	2.0604	0.1500	2.1583	PiedL
47	76	77	0.1500	2.1583	0.1500	2.2563	PiedL
48	77	78	0.1500	2.2563	0.1500	2.3542	PiedL
49	78	79	0.1500	2.3542	0.1500	2.4521	PiedL
50	79	149	0.1500	2.4521	0.1500	2.5500	PiedL
51	27	103	2.4500	0.2979	2.4500	0.2979	PiedR
52	103	104	2.4500	0.2979	2.4500	0.3958	PiedR
53	104	105	2.4500	0.3958	2.4500	0.4938	PiedR
54	105	106	2.4500	0.4938	2.4500	0.5917	PiedR
55	106	107	2.4500	0.5917	2.4500	0.6896	PiedR
56	107	108	2.4500	0.6896	2.4500	0.7875	PiedR
57	108	109	2.4500	0.7875	2.4500	0.8854	PiedR
58	109	110	2.4500	0.8854	2.4500	0.9833	PiedR
59	110	111	2.4500	0.9833	2.4500	1.0813	PiedR
60	111	112	2.4500	1.0813	2.4500	1.1792	PiedR
61	112	113	2.4500	1.1792	2.4500	1.2771	PiedR
62	113	114	2.4500	1.2771	2.4500	1.3750	PiedR
63	114	115	2.4500	1.3750	2.4500	1.4729	PiedR
64	115	116	2.4500	1.4729	2.4500	1.5708	PiedR
65	116	117	2.4500	1.5708	2.4500	1.6688	PiedR
66	117	118	2.4500	1.6688	2.4500	1.7667	PiedR
67	118	119	2.4500	1.7667	2.4500	1.8646	PiedR
68	119	120	2.4500	1.8646	2.4500	1.9625	PiedR
69	120	121	2.4500	1.9625	2.4500	2.0604	PiedR
70	121	122	2.4500	2.0604	2.4500	2.1583	PiedR
71	122	123	2.4500	2.1583	2.4500	2.2563	PiedR
72	123	124	2.4500	2.2563	2.4500	2.3542	PiedR
73	124	125	2.4500	2.3542	2.4500	2.4521	PiedR
74	125	163	2.4500	2.4521	2.4500	2.5500	PiedR
75	149	150	0.1500	2.5500	0.3000	2.5500	Trav

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	142 di 144

76	150	151	0.3000	2.5500	0.4667	2.5500	Trav
77	151	152	0.4667	2.5500	0.6333	2.5500	Trav
78	152	153	0.6333	2.5500	0.8000	2.5500	Trav
79	153	154	0.8000	2.5500	0.9667	2.5500	Trav
80	154	155	0.9667	2.5500	1.1333	2.5500	Trav
81	155	156	1.1333	2.5500	1.3000	2.5500	Trav
82	156	157	1.3000	2.5500	1.4667	2.5500	Trav
83	157	158	1.4667	2.5500	1.6333	2.5500	Trav
84	158	159	1.6333	2.5500	1.8000	2.5500	Trav
85	159	160	1.8000	2.5500	1.9667	2.5500	Trav
86	160	161	1.9667	2.5500	2.1333	2.5500	Trav
87	161	162	2.1333	2.5500	2.3000	2.5500	Trav
88	162	163	2.3000	2.5500	2.4500	2.5500	Trav
89	1	28	0.1500	0.2000	0.1500	-0.8000	MollaF
90	2	29	0.2250	0.2000	0.2250	-0.8000	MollaF
91	3	30	0.3000	0.2000	0.3000	-0.8000	MollaF
92	4	31	0.3909	0.2000	0.3909	-0.8000	MollaF
93	5	32	0.4818	0.2000	0.4818	-0.8000	MollaF
94	6	33	0.5727	0.2000	0.5727	-0.8000	MollaF
95	7	34	0.6636	0.2000	0.6636	-0.8000	MollaF
96	8	35	0.7545	0.2000	0.7545	-0.8000	MollaF
97	9	36	0.8455	0.2000	0.8455	-0.8000	MollaF
98	10	37	0.9364	0.2000	0.9364	-0.8000	MollaF
99	11	38	1.0273	0.2000	1.0273	-0.8000	MollaF
100	12	39	1.1182	0.2000	1.1182	-0.8000	MollaF
101	13	40	1.2091	0.2000	1.2091	-0.8000	MollaF
102	14	41	1.3000	0.2000	1.3000	-0.8000	MollaF
103	15	42	1.3909	0.2000	1.3909	-0.8000	MollaF
104	16	43	1.4818	0.2000	1.4818	-0.8000	MollaF
105	17	44	1.5727	0.2000	1.5727	-0.8000	MollaF
106	18	45	1.6636	0.2000	1.6636	-0.8000	MollaF
107	19	46	1.7545	0.2000	1.7545	-0.8000	MollaF

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	143 di 144

108	20	47	1.8455	0.2000	1.8455	-0.8000	MollaF
109	21	48	1.9364	0.2000	1.9364	-0.8000	MollaF
110	22	49	2.0273	0.2000	2.0273	-0.8000	MollaF
111	23	50	2.1182	0.2000	2.1182	-0.8000	MollaF
112	24	51	2.2091	0.2000	2.2091	-0.8000	MollaF
113	25	52	2.3000	0.2000	2.3000	-0.8000	MollaF
114	26	53	2.3750	0.2000	2.3750	-0.8000	MollaF
115	27	54	2.4500	0.2000	2.4500	-0.8000	MollaF
116	1	55	0.1500	0.2000	-0.8500	0.2000	MollaPL
117	57	80	0.1500	0.2979	-0.8500	0.2979	MollaPL
118	58	81	0.1500	0.3958	-0.8500	0.3958	MollaPL
119	59	82	0.1500	0.4938	-0.8500	0.4938	MollaPL
120	60	83	0.1500	0.5917	-0.8500	0.5917	MollaPL
121	61	84	0.1500	0.6896	-0.8500	0.6896	MollaPL
122	62	85	0.1500	0.7875	-0.8500	0.7875	MollaPL
123	63	86	0.1500	0.8854	-0.8500	0.8854	MollaPL
124	64	87	0.1500	0.9833	-0.8500	0.9833	MollaPL
125	65	88	0.1500	1.0813	-0.8500	1.0813	MollaPL
126	66	89	0.1500	1.1792	-0.8500	1.1792	MollaPL
127	67	90	0.1500	1.2771	-0.8500	1.2771	MollaPL
128	68	91	0.1500	1.3750	-0.8500	1.3750	MollaPL
129	69	92	0.1500	1.4729	-0.8500	1.4729	MollaPL
130	70	93	0.1500	1.5708	-0.8500	1.5708	MollaPL
131	71	94	0.1500	1.6688	-0.8500	1.6688	MollaPL
132	72	95	0.1500	1.7667	-0.8500	1.7667	MollaPL
133	73	96	0.1500	1.8646	-0.8500	1.8646	MollaPL
134	74	97	0.1500	1.9625	-0.8500	1.9625	MollaPL
135	75	98	0.1500	2.0604	-0.8500	2.0604	MollaPL
136	76	99	0.1500	2.1583	-0.8500	2.1583	MollaPL
137	77	100	0.1500	2.2563	-0.8500	2.2563	MollaPL
138	78	101	0.1500	2.3542	-0.8500	2.3542	MollaPL
139	79	102	0.1500	2.4521	-0.8500	2.4521	MollaPL

Relazione di calcolo strutturale tombini FERROVIARI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10CL	IN0000001	B	144 di 144

140	149	164	0.1500	2.5500	-0.8500	2.5500	MollaPL
141	27	56	2.4500	0.2000	3.4500	0.2000	MollaPR
142	103	126	2.4500	0.2979	3.4500	0.2979	MollaPR
143	104	127	2.4500	0.3958	3.4500	0.3958	MollaPR
144	105	128	2.4500	0.4938	3.4500	0.4938	MollaPR
145	106	129	2.4500	0.5917	3.4500	0.5917	MollaPR
146	107	130	2.4500	0.6896	3.4500	0.6896	MollaPR
147	108	131	2.4500	0.7875	3.4500	0.7875	MollaPR
148	109	132	2.4500	0.8854	3.4500	0.8854	MollaPR
149	110	133	2.4500	0.9833	3.4500	0.9833	MollaPR
150	111	134	2.4500	1.0813	3.4500	1.0813	MollaPR
151	112	135	2.4500	1.1792	3.4500	1.1792	MollaPR
152	113	136	2.4500	1.2771	3.4500	1.2771	MollaPR
153	114	137	2.4500	1.3750	3.4500	1.3750	MollaPR
154	115	138	2.4500	1.4729	3.4500	1.4729	MollaPR
155	116	139	2.4500	1.5708	3.4500	1.5708	MollaPR
156	117	140	2.4500	1.6688	3.4500	1.6688	MollaPR
157	118	141	2.4500	1.7667	3.4500	1.7667	MollaPR
158	119	142	2.4500	1.8646	3.4500	1.8646	MollaPR
159	120	143	2.4500	1.9625	3.4500	1.9625	MollaPR
160	121	144	2.4500	2.0604	3.4500	2.0604	MollaPR
161	122	145	2.4500	2.1583	3.4500	2.1583	MollaPR
162	123	146	2.4500	2.2563	3.4500	2.2563	MollaPR
163	124	147	2.4500	2.3542	3.4500	2.3542	MollaPR
164	125	148	2.4500	2.4521	3.4500	2.4521	MollaPR
165	163	165	2.4500	2.5500	3.4500	2.5500	MollaPR