

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA**

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

TOMBINI IDRAULICI

IN27-Tombino alla pk. 13+520

Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

SCALA:

-

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

RS3E 50 D 78 CL IN2700 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	M.Piscitelli	Dicembre 2019	A. Iorio L. Fanelli	Dicembre 2019	F. Sparacino	Dicembre 2019	D. Tiberti Dicembre 2019

File:RS3E50D78CLIN2700001A.doc

n. Elab.: 654

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Dittaino
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Danilo Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10472

INDICE

1.	GENERALITA'	4
2.	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	4
3.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
4.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
4.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	7
5.	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA	8
5.1	INTERAZIONE TERRENO-FONDAZIONE	9
6.	CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	10
6.1	VITA NOMINALE	11
6.2	CLASSE D'USO	12
6.3	PERIODO DI RIFERIMENTO	13
6.4	VALUTAZIONE DEI PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	13
6.5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRENO	14
6.6	PARAMETRI SISMICI DI CALCOLO	15
7.	MATERIALI	16
8.	CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE	18
8.1	METODOLOGIA DI CALCOLO	18
8.2	AZIONI	19
8.2.1	<i>Peso proprio (cond. di carico 1)</i>	<i>20</i>
8.2.2	<i>Permanenti (cond. di carico 2).....</i>	<i>20</i>
8.2.3	<i>Spinta del terreno (cond. di carico 3/4)</i>	<i>21</i>
8.2.4	<i>Spinta in presenza di falda (cond. di carico 5).....</i>	<i>21</i>
8.2.5	<i>Azioni Sismiche (cond. di carico 6/7).....</i>	<i>22</i>
8.2.6	<i>Ritiro e viscosità (cond. di carico 8).....</i>	<i>23</i>
8.2.7	<i>Variazioni termiche della struttura (cond. di carico 9).....</i>	<i>23</i>
8.2.8	<i>Azioni variabili da traffico (cond. di carico 10/11).....</i>	<i>24</i>
8.2.9	<i>Azioni di avviamento/frenatura associati al passaggio dei treni sul traverso (cond. 10/11).....</i>	<i>27</i>
8.3	APPROCCI PROGETTUALI E METODI DI VERIFICA	28
8.4	COMBINAZIONI DI CARICO	28



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	3 di 106

8.5	CARICO LIMITE DI FONDAZIONI DIRETTE	28
9.	RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE	30
9.1	MODELLO DI CALCOLO.....	30
9.2	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO.....	31
9.3	ARMATURE DI PROGETTO.....	33
9.4	VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE.....	33
9.5	VERIFICHE GEOTECNICHE	34
10.	TABULATI DI CALCOLO	35



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700.001	A	4 di 106

1. GENERALITA'

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo relativo alla tratta a semplice binario Dittaino – Catenanuova del Nuovo Collegamento Palermo – Catania. L'intera tratta Dittaino – Catenanuova ha uno sviluppo complessivo di circa 22,8 km.

L'opera oggetto delle analisi riportate nei paragrafi seguenti rientra fra quelle inserite nella categoria denominata "TOMBINI IDRAULICI".

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all'opera.

2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Le Analisi e Verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento al tombino idraulico IN27 previsto lungo l'asse principale di progetto in corrispondenza della pk. 13+520.

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Di seguito si riportano in tabella le principali informazioni geometriche delle sezioni di calcolo presenti lungo lo sviluppo dell'opera, ed a seguire alcune immagini rappresentative. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento:

WBS	OPERA	pk. [m]	Sez. di calcolo	Risoluzione Interferenza	B (m)	H (m)	Sp (m)	St (m)	Sf (m)	r (m)
IN27	Tombino scatolare	13+520	B - B	Linea PA- CT	2.0	2.0	0.4	0.4	0.5	2.71

Dove si è indicato con:

B : Larghezza netta interna dell'opera

H : Altezza netta interna dell'opera

Sp, St, Sf : Spessore piedritti, traverso, fondazione

*r : Spessore ricoprimento (da estradosso traverso a intradosso ballast/sede stradale).

* Il ricoprimento dato dal Ballast è invece considerato come un carico applicato al p.c. valutato come definito al par.8.2.2 considerando uno spessore convenzionale aggiuntivo di 0.8m.

La sezione di calcolo analizzata nel seguito è la sez. B-B, che risulta essere la più gravosa per condizioni di carico tra quelle presenti lungo lo sviluppo dell'opera.

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	5 di 106

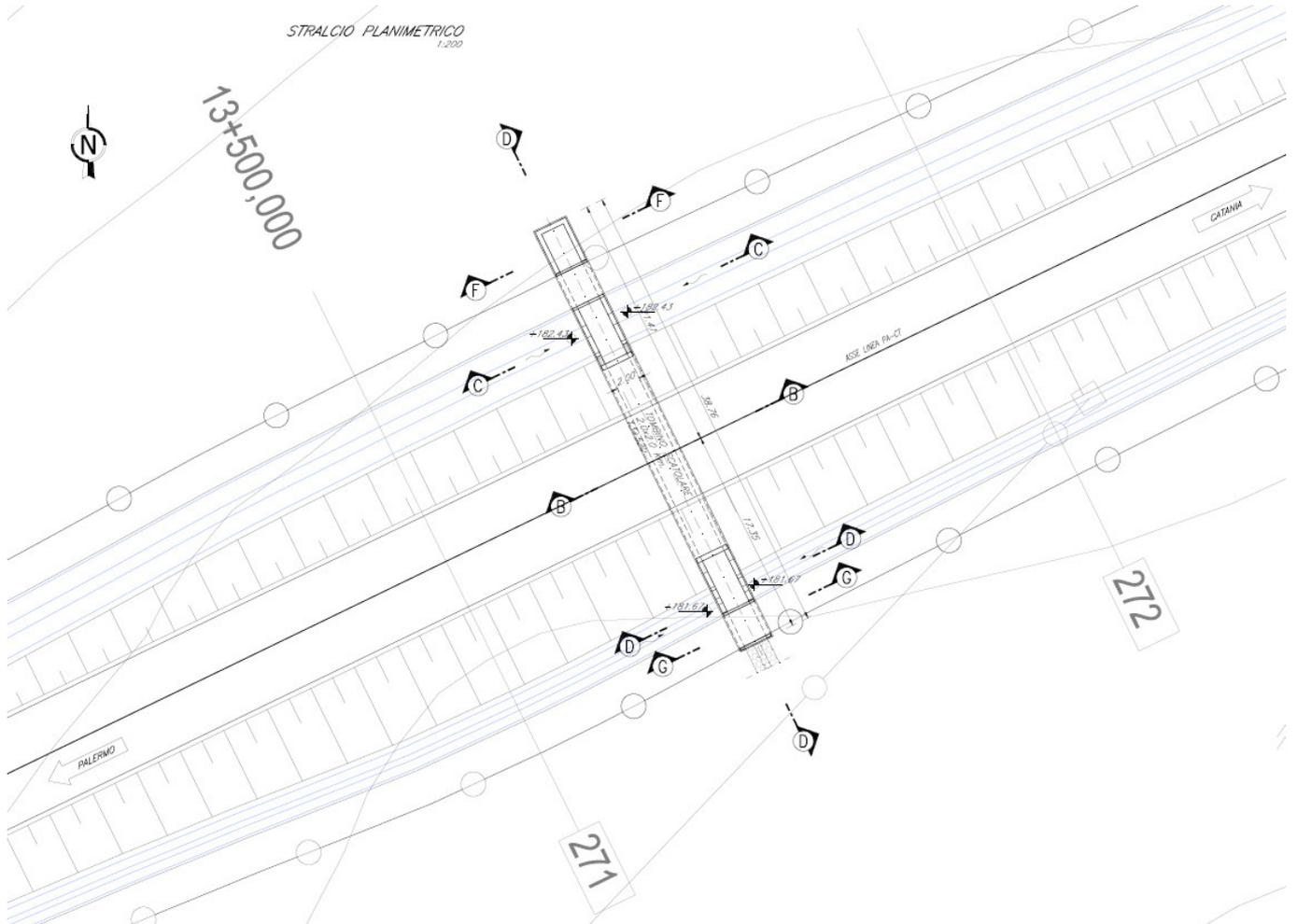


Figura 1 – Inquadramento planimetrico

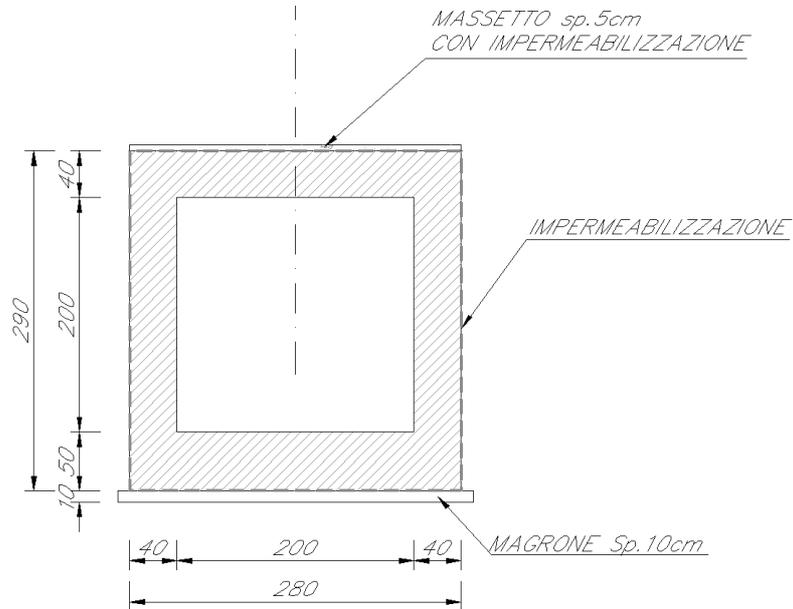


Figura 2 – Sezione trasversale tipo

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IN2700 001	REV. A

4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1 Documenti Referenziati

Di seguito è riportato l'elenco delle Normative e dei Documenti assunti come riferimento per il progetto delle opere trattate nell'ambito del presente documento:

Normative e Documenti tecnici generali

Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture dei Trasporti, DM 14 gennaio 2008 – «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»

Rif. [2] Circolare Applicativa n 617 del 2 Febbraio 2009 - «Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008»

Rif. [3] UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

Documenti Tecnici RFI e/o di ambito ferroviario

Rif. [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 B– rev 22/12/2017)

Rif. [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)

Rif. [6] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)

Rif. [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)

Rif. [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A – rev 30/12/2016)

Rif. [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 B– rev 22/12/2017)

Rif. [10] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 7 / Geologia (RFI DTC SI CS GE IFS 001 A – rev 22/12/2017)

Rif. [11] Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

Rif. [12] Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili (RFI DTC SI CS SP IFS 005 B - rev 22/12/2017)

5. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Dall'esame di quanto riportato nella relazione geotecnica di riferimento e in relazione alle progressive in esame, emerge che il volume di terreno direttamente interagente con l'opera, significativo per la verifica a carico limite, è costituito dall'alternanza delle unità b2 e bnc che presentano le seguenti proprietà:

Unità b2 – Depositi eluvio-colluviali

$$\gamma_{\text{nat}} = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$k = 5 \cdot 10^{-7} \div 4 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$E'_{\text{op}} = 15 \div 30 \text{ MPa}$$

Unità bnc – Depositi terrazzati coesivi limoso argillosi

$$\gamma_{\text{nat}} = 19.0 \div 20.0 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 5 \div 12 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 23 \div 25^\circ$$

$$c_u = 50 \div 400 \text{ kPa}$$

$$k = 6.5 \cdot 10^{-8} \div 1.5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$V_s = 160 \div 190 \text{ m/s}$$

$$G_o = 50 \div 70 \text{ MPa}$$

$$E_o = 130 \div 180 \text{ MPa}$$

I moduli di deformabilità “operativi” (E') da adottare per le opere di sostegno e per le fondazioni, saranno assunti pari a $1/3 \div 1/5$ di quello iniziale (E_o).

Per il terreno di ricoprimento e rinfiacco, salvo più accurate determinazioni, in via cautelativa, per le caratteristiche dei rilevati ferroviari si possono assumere i seguenti valori dei parametri geotecnici caratteristici:

peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/mc}$;

angolo di attrito $\varphi' = 38^\circ$;

Il livello di falda locale è posto a circa 10 m dal piano campagna locale e pertanto non interagisce con l'opera.

In fase di analisi è stato dunque considerato il seguente modello geotecnico:

Terreno	Litotipo	γ	φ'	c'	E'	k_w
		(kN/m^3)	($^\circ$)	(kPa)	(MPa)	(kPa/m)
Terreno di Ricoprimento	Terreno da rilevato ferroviario	20	38	0	50	-
Terreno di Rinfiacco	Terreno da rilevato ferroviario	20	38	0	50	0
*Terreno di Fondazione	bnc	19.5	24	0	40	8252

Dove k_w è la costante di sottofondo definita al paragrafo seguente.

*Cautelativamente si considera come terreno di fondazione l'unità bnc assumendo $c'=0$ ed $E'=40 \text{ MPa}$.

5.1 interazione terreno-fondazione

Per le analisi d'interazione struttura-terreno in direzione verticale, il coefficiente di sottofondo alla Winkler può essere determinato con la seguente relazione:

$$k_w = \frac{E}{(1 - \nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

dove:

E' = modulo di deformazione elastico del terreno;

ν = coefficiente di Poisson = 0.3;

B = larghezza della fondazione.

c_t = fattore di forma, coefficiente adimensionale ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (vedasi tabella seguente).

Fondazione Rigida	c_t
- rettangolare con $L/B \leq 10$	$c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$
- rettangolare con $L/B > 10$	$c_t = 2 + 0.0089 (L/B)$
dove L è il lato maggiore della fondazione.	

Sulla base della geometria della fondazione e delle condizioni geotecniche locali verrà valutato il modulo di deformazione elastico per il calcolo dei coefficienti di sottofondo.

In particolare il modulo di deformazione elastico potrà essere determinato dal modulo di deformazione elastico iniziale (E_0) come $E = E_0 / (3 \div 5)$.

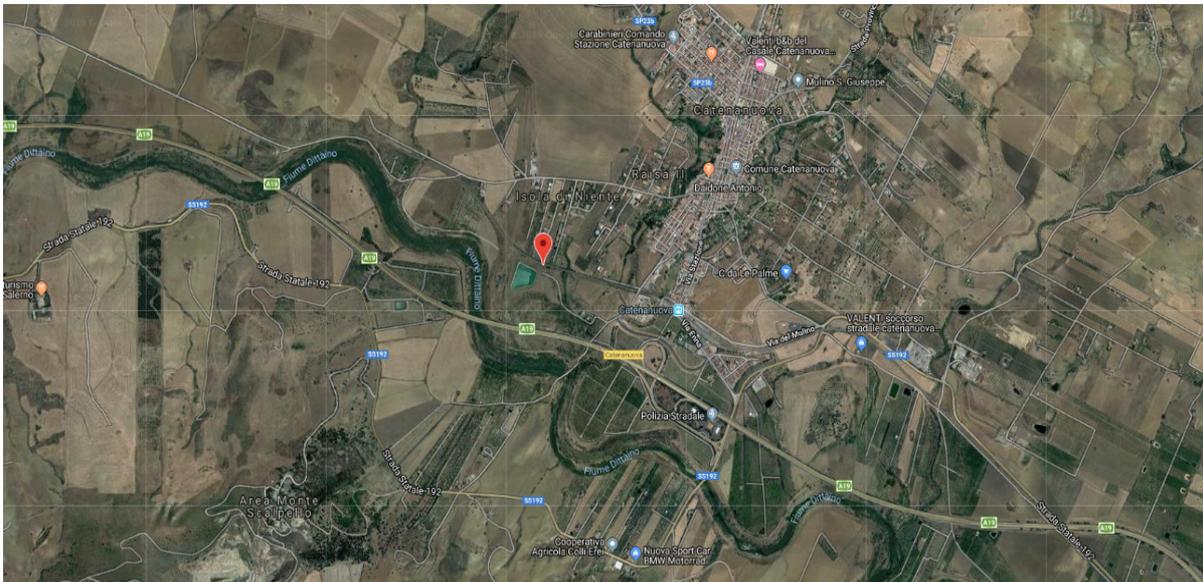
Di seguito si riportano, in forma tabellare, i risultati delle valutazioni effettuate per il caso in esame, sulla scorta del valore di progetto di E attribuito allo strato di Fondazione, avendo considerato una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaboranti:

$E'(\text{KN/m}^2) =$	40000
$n =$	0.25
$B \text{ (m)} =$	2.80
$L \text{ (m)} =$	18.0
$c_t =$	1.85
$K_w \text{ [kN/m}^3] =$	8252

6. CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo si riporta la descrizione e la valutazione dell'azione sismica secondo le specifiche del D.M. 14 gennaio 2008.

L'opera oggetto della presente relazione presenta le seguenti coordinate geografiche:



LATITUDINE	37.56
LONGITUDINE	14.598
COMUNE	Agira
PROVINCIA	ENNA

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei paragrafi seguenti è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica per la zona sismica di riferimento in cui ricade l'opera.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	11 di 106

6.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Per la definizione della Vita Nominale da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di una infrastruttura ferroviaria si rimanda al “*MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI*” - RFI DTC SI PS MA IFS 001 B.

Tabella 1 Vita Nominale in funzione del tipo di costruzione

TIPO DI COSTRUZIONE ⁽¹⁾	Vita Nominale $[V_N]^{(1)}$
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE ESISTENTI OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14/01/2008 A VELOCITA' CONVENZIONALE ($V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITA' ($V < 250$ km/h)	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITA' ($V \geq 250$ Km/h)	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 ⁽²⁾
(1) - La medesima V_N si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di RFI.	

Tenendo conto delle indicazioni precedenti le strutture di progetto avranno vita nominale $V_N = 75$.

6.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per la definizione della Classe di uso da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di una infrastruttura ferroviaria esistente si rimanda al "MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI" - RFI DTC SI PS MA IFS 001 B.

Tabella 2 Classe d'uso Coeff. d'uso in funzione del tipo di costruzione per l'infrastruttura ferroviaria

TIPO DI COSTRUZIONE	Classe d'uso	Coefficiente d'uso [C _U]
GRANDI STAZIONI	C IV	2,0
OPERE D'ARTE DEL SISTEMA DI GRANDE VIABILITÀ FERROVIARIA	C III	1,5
ALTRE OPERE D'ARTE	C II	1,0

Facendo riferimento all'Allegato 5 della specifica alla pagina 151 del "MANUALE DI PROGETTAZIONE DI PONTI E STRUTTURE" - RFI DTC SICS MA IFS 001 B si ricade in classe d'uso tipo **Classe III con coefficiente d'uso C_U=1,5**.

6.3 Periodo di riferimento

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U = 75 \cdot 1.50 = 112.5 \text{ anni (periodo di riferimento).}$$

6.4 Valutazione dei parametri di pericolosità sismica

Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{V_R} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})} = - \frac{C_U \cdot V_g}{\ln(1 - P_{V_g})}$$

da cui si ottiene la seguente Tabella:

Tabella 3 Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato

	STATO LIMITE	probabilità di superamento PVR	Valori in anni del periodo di ritorno TR
SLE	SLO - Stato Limite di Operatività	81%	68
	SLD - Stato Limite di Danno	63%	113
SLU	SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%	1068
	SLC - Stato Limite di prevenzione del Collasso	5%	2193

Per il sito in esame, in base ai parametri precedentemente adottati si ha:

STATO LIMITE	SLV
VITA NOMINALE V_N	75
CLASSE D'USO	C III
COEFFICIENTE D'USO C_U	1.5
VITA DI RIFERIMENTO V_R	112.5

6.5 Caratterizzazione sismica del terreno

Categorie di Sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale.

Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle NTC2008.

Amplificazione Stratigrafica e Topografica

In riferimento a quanto indicato nel §3.2.3.2.1 delle NTC2008 per la definizione dello spettro elastico in accelerazione è necessario valutare il valore del coefficiente $S = S_S \cdot S_T$ e di C_C in base alla categoria di sottosuolo e alle condizioni topografiche; si fa riferimento nella valutazione dei coefficienti alle Tab.18 e 19 che sono riportate di seguito:

Tabella 4 Tabella delle espressioni per S_S e C_C

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 5 Valori massimi del coeff. di amplificazione topografica S_T

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Nel caso in esame:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

E

CATEGORIA TOPOGRAFICA

T1

6.6 Parametri sismici di calcolo

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_q	0.157 g
F_0	2.527
T_C^*	0.537 s
S_S	1.563
C_C	1.475
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.563
η	1.000
T_B	0.264 s
T_C	0.792 s
T_D	2.229 s

Tabella 1 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	16 di 106

7. MATERIALI

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei diversi materiali impiegati nelle opere in progetto, con l'indicazione dei valori di resistenza e deformabilità adottati nelle verifiche, nel rispetto delle indicazioni del DM 14/01/2008 e del "Manuale di progettazione delle opere civili" RFI DTC SI MA IFS 001 B.

Calcestruzzo armato Opere	
Classe di resistenza	C 30/37
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0.85 f_{ck} / 1.5 = 17.0 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000 (f_{cm} / 10)^{0.3} = 32836 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio (RFI DTC SI MA IFS 001 B)	$\sigma_c = 0.55 f_{ck} = 16.5 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara)
Tensione massima di compressione in esercizio (NTC 2008)	$\sigma_c = 0.60 f_{ck} = 18.0 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara)

Acciaio per barre di armatura	
Tipo	B 450 C
Tensione caratteristica di rottura	$f_{yd} \geq 540 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yd} \geq 450 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio (RFI DTC SI MA IFS 001 B)	$\sigma_{lim} = 0.75 f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio (NTC 2008)	$\sigma_{lim} = 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

In merito alla verifica a fessurazione, la verifica consiste nel controllo dell'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio i cui valori limite sono stabiliti, nell'ambito del progetto di opere ferroviarie, nel documento RFI DTC SICS MA IFS 001 B – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 22/12/2017*).

In particolare l'apertura convenzionale delle fessure δ_f dovrà rispettare i seguenti limiti:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.01.2008 – Tab 4.1.III), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

Tabella 4.1.III – *Descrizione delle condizioni ambientali*

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

Tabella 4.1.III – DM 14.01.2008

In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si adotta il limite $w_1=0,20$ mm sia per le parti in elevazione che per quelle in fondazione, in quanto in entrambi i casi trattasi di strutture a permanente contatto col terreno.

 <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IN2700 001	REV. A	FOGLIO 18 di 106

8. CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE

Le verifiche sono state condotte in accordo con le prescrizioni e le indicazioni del DM 14/01/2008 e della Circolare n.617/09.

8.1 Metodologia di calcolo

Le analisi finalizzate al dimensionamento delle strutture sono state condotte con il programma di calcolo “SCAT - Analisi Strutture Scatolari- Versione 11.0” della Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS).

La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfianco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione.

A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.

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. Il terreno di fondazione viene schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa. A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento, K_e , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura K . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali p . Indicando con u il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti u

$$u = K^{-1} p$$

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione). L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);
- Calcolo della spinta del terreno;

- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- Progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

8.2 Azioni

Le azioni considerate per la verifica delle strutture di sostegno sono le seguenti:

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI	
1	Peso Proprio
2	Permanenti
3	Spinta terreno sinistra
4	Spinta terreno destra
5	Spinta Falda
6	Sisma sinistra
7	Sisma destra
8	Ritiro e Viscosità
9	Termica
10	QCEN (+Azioni da avviamento/frenatura)
11	QLAT (+Azioni da avviamento/frenatura)

Per quanto riguarda tuttavia le condizioni 5 e 7, proposte di default dal software di calcolo utilizzato, nel caso in esame non assumono significato.

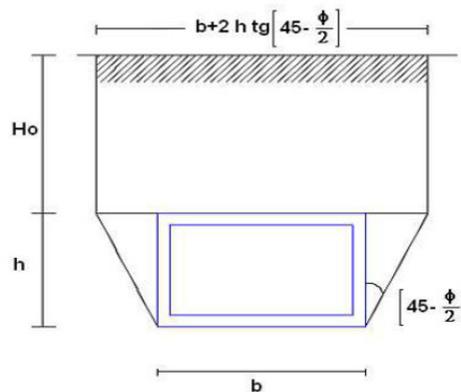
Nel seguito si andranno ad esporre in dettaglio, le valutazioni di calcolo effettuate per ciascuna delle condizioni citate.

8.2.1 Peso proprio (cond. di carico 1)

Il peso proprio delle strutture è determinato automaticamente dal programma di calcolo, avendo considerato un peso dell'unità di volume del c.a. $\gamma_{cls} = 25 \text{ KN/m}^3$.

8.2.2 Permanenti (cond. di carico 2)

Peso proprio del terreno di ricoprimento. Per la valutazione del carico permanente in copertura, si è fatto riferimento al metodo di Terzaghi secondo il quale, il carico sul traverso si manifesta come semplice peso di una massa parabolica o ellittica di distacco.



Più in dettaglio Terzaghi fornisce due espressioni differenti della pressione a seconda della maggiore o minore altezza del ricoprimento, H_0 .

Facendo riferimento ai simboli della figura precedente, ed indicando con C la coesione, con ϕ l'angolo di attrito e con γ il peso di volume del terreno di ricoprimento, le due espressioni sono le seguenti:

$$p_v = \frac{\gamma B_1 - C}{K \operatorname{tg} \phi} \left(1 - e^{-K \frac{H_0}{B_1} \operatorname{tg} \phi} \right)$$

nella quale K è un coefficiente sperimentale, che, secondo misure eseguite dallo stesso Terzaghi è circa uguale ad 1, mentre il coefficiente B_1 , si ricava attraverso la seguente espressione:

$$B_1 = \frac{b}{2} + h \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

nella quale ϕ è l'angolo di attrito dello strato di rinfianco.

Il ricoprimento dato dal Ballast è invece considerato come peso permanente non strutturale G_2 sulla base del peso specifico del ballast (18 kN/m^2) valutato con uno spessore convenzionale di 0.8m: $G_2 = 18 \text{ kN/m}^2 \times 0.8\text{m} = 14.4 \text{ kN/m}^2$.

8.2.3 Spinta del terreno (cond. di carico 3/4)

Per la valutazione delle Spinte del terreno sui piedritti, in considerazione della ridotta capacità de formativa dell'opera, si è assunto che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo. L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume γ , su una parete di altezza H, risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente) :

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_0$$

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione:

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

Dove ϕ rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono:

$$\sigma = \gamma \cdot z \cdot K_0 + p_v \cdot K_0$$

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_0 + p_v \cdot K_0 \cdot H$$

dove p_v è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

8.2.4 Spinta in presenza di falda (cond. di carico 5)

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento:

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua.

Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Nel caso in esame, in relazione a quanto specificato al paragrafo 5, il regime di spinta non è influenzato dalla presenza della falda.

8.2.5 Azioni Sismiche (cond. di carico 6/7)

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudostatica 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 .

Forze d'inerzia

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v * W$

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

$$k_h = a_{max} / g$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$$

Nel caso specifico, in accordo a quanto già riportato al paragrafo 6 risulta:

Condizione	Categoria sottosuolo	a_g/g	$S=S_s S_t$	a_{max}/g	β_m (-)	K_h (-)
SLV	E	0.157	1.563	0.245	1.00	0.245

dove:

- a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito,
- β è il coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 14/01/2008).

Nel caso in esame si assume $\beta=1$ in accordo alla teoria di Wood.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	23 di 106

Spinta sismica terreno

In corrispondenza di un evento sismico è necessario tener conto dell'amplificazione/deamplificazione delle spinte del terreno a monte e a valle dell'opera. Si trascurano gli effetti inerziali sulle masse che costituiscono la struttura di sostegno (DM 14/01/2008).

Le spinte del terreno in fase sismica, 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: $\Delta S_E = K_h \cdot \gamma \cdot H^2$

L'effetto del sisma è ottenuto applicando un incremento di spinta del terreno valutato secondo la teoria di Wood, agente direttamente sulla paratia secondo una distribuzione uniforme sull'intera altezza dell'opera. Utilizzando la formulazione seguente:

$$\Delta P_d = \frac{a_g}{g} \cdot S \gamma \cdot H^2 = E$$

Dove γ rappresenta il peso del volume di terreno che interagisce con l'opera, H rappresenta l'altezza totale dell'opera (comprensiva del tratto infisso), S è il coeff. di amplificazione locale mentre a_g è la PGA.

8.2.6 Ritiro e viscosità (cond. di carico 8)

Gli effetti del ritiro del calcestruzzo e della viscosità sono assimilati ad una variazione termica uniforme della soletta superiore.

Nello specifico, si è assunto di modellare la deformazione da ritiro totale comprensiva anche degli effetti da deformazione viscosa, attraverso l'introduzione di un carico termico uniforme nella soletta superiore di -10°C

8.2.7 Variazioni termiche della struttura (cond. di carico 9)

La variazione termica applicata sulla struttura è pari a $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$, con una variazione termica aggiuntiva a farfalla pari a $\Delta T = \pm 5^\circ\text{C}$ (variabile linearmente da -2.5°C all'estradosso della soletta superiore, a $+2.5^\circ\text{C}$) all'intradosso della soletta superiore applicata sulla soletta di copertura.

8.2.8 Azioni variabili da traffico (cond. di carico 10/11)

Il carico accidentale più sfavorevole per l'opera in esame è quello rappresentato dal treno LM71.

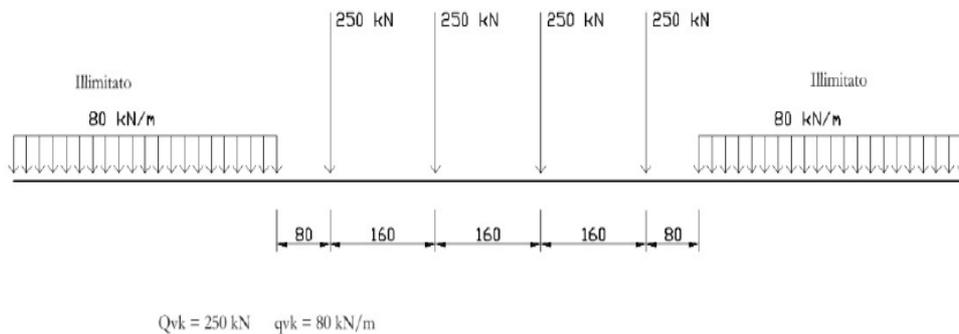


Figura 8 - Treno LM71

Il sovraccarico ferroviario (LM71) come evidente dallo schema di figura, è costituito da un totale di 4 assi del peso di 250 kN ciascuno distribuiti su una lunghezza complessiva 6.40m, nonché da carichi uniformi di 80kN/m

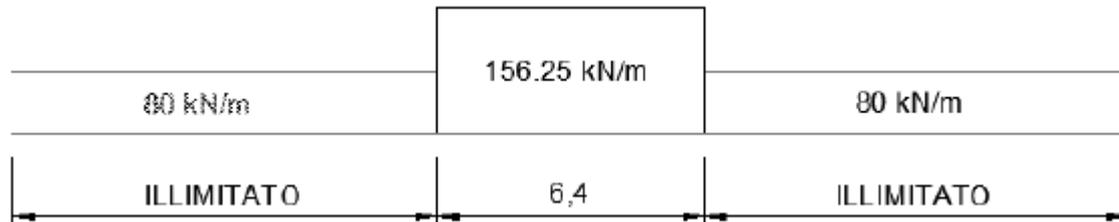
TRENO DI CARICO LM71	
Assi di carico "Q _{1k} "	250 kN
n° assi di carico	4
Carico illimitato "q _{1k} "	80 kN/m

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

Determinazione delle larghezze di diffusione dei carichi mobili:

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

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



Mentre in direzione trasversale la diffusione dei carichi attraverso Ballast avviene con pendenza 1:4, attraverso il ricoprimento con angolo di attrito mentre, nella soletta in cls con pendenza 1:1. Quindi il carico equivalente a livello dell'asse della soletta risulta pari a:

spessore Ballast+Armamento	0.80	m
spessore ricoprimento "hr"	2.71	m
spessore soletta "hs"	0.40	m
Larghezza traversina	2.4	m
Larghezza diffusione trasv. "b"	7.43	m
Qvk (a livello dell'asse della soletta)	21.0	kPa
qvk (a livello dell'asse della soletta)	10.8	kPa

I carichi effettivi di progetto vanno tuttavia valutati portando in conto anche gli eventuali effetti dinamici; attraverso la determinazioni dei coefficienti $\Phi 2$ o $\Phi 3$ e del coefficiente di adattamento (α), secondo quanto specificato a riguardo nel documento RFIDTCINCPOSPIFS001B.

Per la valutazione del coefficiente α si fa riferimento in particolare a quanto specificato in Tab 1.4.1.1-1 del suddetto documento, da cui risulta:

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE " α "
LM71	1.1
SW/0	1.1
SW/2	1.0

Tab 1.4.1.1-1 Coefficiente " α "

Per il calcolo del coefficiente dinamico, si fa riferimento invece alle indicazioni di cui al par. 1.4.2.5, considerando il caso di Linee con "Normale Standar Manutentivo" ovvero al coefficiente $\Phi 3$.

Per il caso delle solette di scatolare, dalla Tab 1.4.5.3-1, punto 5.4 (per sottovia di altezza libera minore o uguale di 5m) risulta: $\Phi 3 = 1.35$.

In ottemperanza al punto 2.5.1.4.2.5.2 delle norme RFI tale coefficiente viene ridotto in quanto l'altezza di ricoprimento è superiore ad 1m:

$$\phi_{(2,3),rid} = \phi_{(2,3)} - \frac{h-1,00}{10} \geq 1,00$$

Dove h, in metri, è l'altezza della copertura, incluso il ballast, dall'estradosso della struttura alla faccia superiore delle traverse.

Pertanto i carichi di progetto dinamizzati, da considerare su una fascia longitudinale di calcolo di 1m risultano i seguenti:

Coefficiente di adattamento α	1.10	
Coefficiente dinamico ϕ_3	1.35	
Coefficiente dinamico ridotto $\phi_{3,rid}$	1.10	
Carico Assi Dinamizzato $Q_{vk,din}$	25.4 kPa	$q = q_{equivalente} \times \alpha \times \phi$
Carico Illimitato Dinamizzato $q_{vk,din}$	13.01 kPa	$q = q_{equivalente} \times \alpha \times \phi$

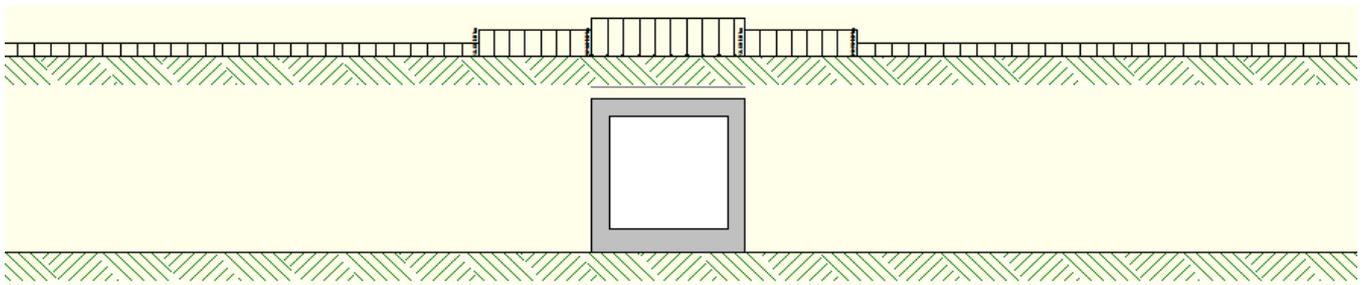
Il carico Q_{vk} è dunque applicato ad intradosso ballast su una fascia di 6.40m trascurando cautelativamente la diffusione all'interno del ballast. In direzione longitudinale la diffusione all'interno del terreno di ricoprimento, è svolta in automatico dal software di calcolo considerando come angolo di diffusione l'angolo d'attrito del terreno di rilevato ferroviario.

Si fa notare inoltre che per il carico sono state considerate due condizioni di carico:

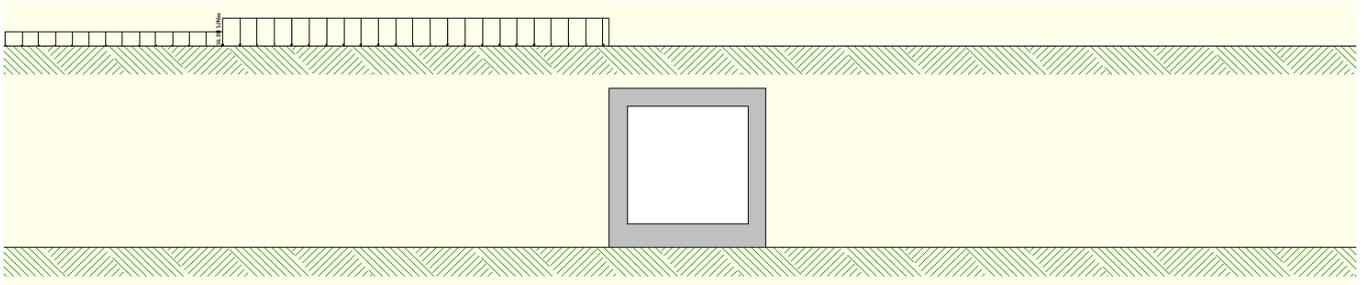
- una prima condizione di carico (Q_{CEN}) finalizzata alla massimizzazione degli effetti flessionali su traverso ed a testa piedritti;
- una seconda condizione (Q_{LAT}) con finalità di massimizzare gli effetti flessionali in mezzera piedritto.

In virtù degli schemi di carico considerati, per la parte di carico che ricade al di fuori dell'ingombro della struttura scatolare, non si è considerato l'effetto dinamico.

Di seguito si riportano gli schemi grafici riferiti alle due condizioni di carico citate:



Condizione di Carico QCEN



Condizione di Carico Q LAT

8.2.9 Azioni di avviamento/frenatura associati al passaggio dei treni sul traverso (cond. 10/11)

I valori caratteristici da considerare, da moltiplicare per i coefficienti di adattamento α , sono:

Avviamento:

$$Q_{1a,k} = 33 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ KN} \quad \text{per modelli di carico LM71, SW/0, SW/2}$$

Frenatura:

$$Q_{1b,k} = 20 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ KN} \quad \text{per modelli di carico LM71, SW/0}$$

$$Q_{1b,k} = 35 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \quad \text{per modelli di carico SW/2}$$

Nel caso in esame:

Avviamento Treno LM71 su traverso

<i>Avviamento a quota piattaforma</i>	33.0	KN/m
Coefficiente di adattamento α	1.1	
Larghezza diffusione trasv. "b"	7.43	m
<i>Avviamento su traverso superiore</i>	4.9	KN/m

Frenatura Treno LM71 su traverso

<i>Avviamento a quota piattaforma</i>	35.0	KN/m
Coefficiente di adattamento α	1.1	
Larghezza diffusione trasv. "b"	7.43	m
<i>Frenatura su traverso superiore</i>	5.2	KN/m

In fase progettuale, dovendo considerare una fascia di un metro in direzione trasversale, si considera nel modello unicamente l'azione massima tra quelle di avviamento e frenatura. Queste azioni tangenziali al traverso sono incluse nelle condizioni di carico 10/11.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	28 di 106

8.3 Approcci progettuali e metodi di verifica

Come prescritto dal DM 14/01/2008 per le verifiche dell'opera è stata considerata la combinazione A1-M1-R3 con i coefficienti di combinazione riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I del DM 14/01/2008.

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV). Per le verifiche in condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni sono pari all'unità.

8.4 Combinazioni di carico

Sulla base della definizione dei carichi di cui sopra, in accordo a quanto prescritto dal DM 14/01/2008, sono state individuate le combinazioni di carico per le verifiche di stati limite ultimi e di esercizio in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

- combinazione fondamentale (SLU)
- combinazione sismica (SLV): il coefficiente di combinazione per il carico variabile Q_1 è pari a 0
- coefficienti di partecipazione Ψ per carichi di tipo variabile :

Variabili da traffico: $\Psi_0 = 0.80$ $\Psi_1 = 0.80$ $\Psi_2 = 0.00$ ($\Psi_2 = 0.20$ in combinazioni sismiche)

Azioni Termiche : $\Psi_0 = 0.60$ $\Psi_1 = 0.60$ $\Psi_2 = 0.50$

Per un riepilogo delle Combinazioni di Calcolo considerate nelle analisi si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato.

8.5 Carico limite di fondazioni dirette

Per la valutazione del carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di **Meyerhof**, di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

- c Coesione
- ca Adesione lungo la base della fondazione ($ca \leq c$)
- θ Angolo che la retta d'azione del carico forma con la verticale
- φ Angolo d'attrito
- δ Angolo di attrito terreno fondazione
- γ Peso specifico del terreno
- K_p Coefficiente di spinta passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$
- B Larghezza della fondazione
- L Lunghezza della fondazione
- D Profondità del piano di posa della fondazione
- η inclinazione piano posa della fondazione
- P Pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione
- qult Carico ultimo della fondazione

Meyerhof propone per la valutazione di q_{ult} , le seguenti espressioni generali:

Carico verticale

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma$$

Carico inclinato

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot i_c \cdot d_c + q \cdot N_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

in cui d_c , d_q e d_γ sono i fattori di profondità, s_c , s_q e s_γ sono i fattori di forma, i_c , i_q e i_γ sono i fattori di inclinazione del carico,

In particolare risulta:

$$N_q = e^{\pi \cdot \text{tg} \phi} K_p$$

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \text{tg} (1.4\phi)$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \frac{D}{B}$$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$d_q = d_\gamma = 1$	$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \sqrt{K_p} \frac{D}{B}$

Fattori di forma

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B}{L}$$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_q = s_\gamma = 1$	$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 K_p \frac{B}{L}$

Fattori inclinazione del carico

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$i_\gamma = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\phi}\right)^2$

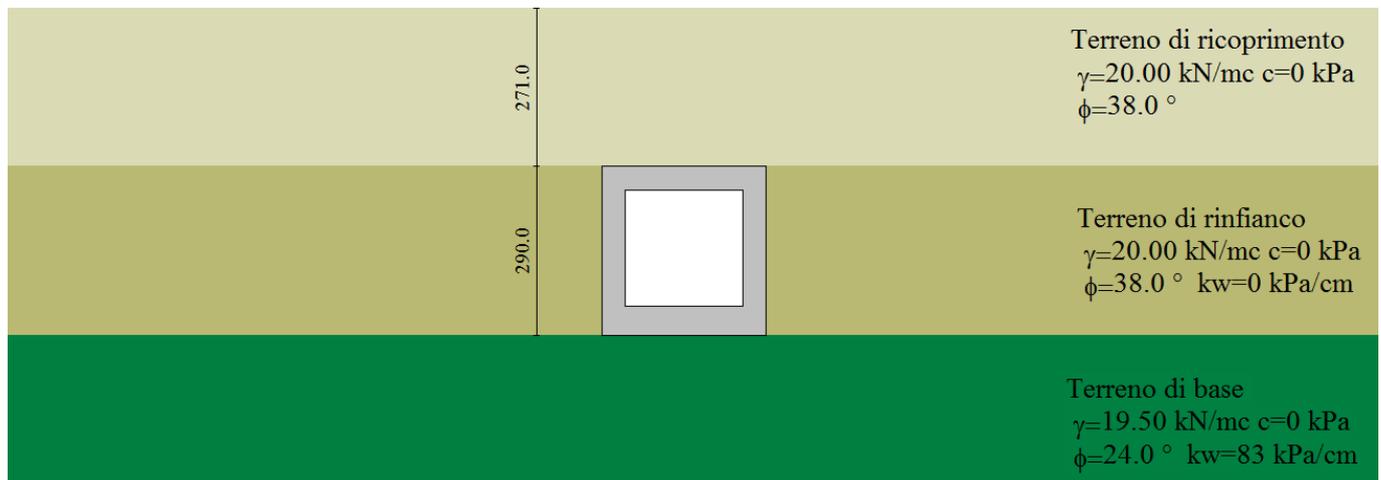
L'espressione di Meyerhof presuppone pertanto l'orizzontalità del piano di posa, condizione verificata per il caso in esame.

9. RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE

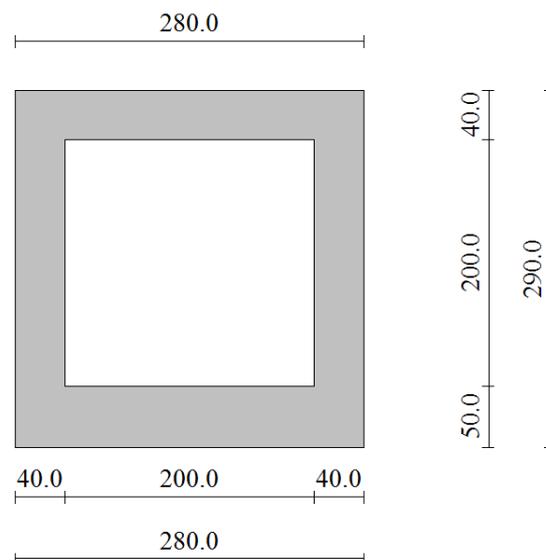
Di seguito di riporta una descrizione della modellazione effettuata mediante ausilio del software di calcolo SCAT v.11 prodotto dalla AZTEC Informativa, con una descrizione del modello strutturale implementato, sollecitazioni di calcolo ottenute e risultati delle verifiche effettuate.

9.1 MODELLO DI CALCOLO

Di seguito di riporta una descrizione del modello geometrico/geotecnico considerato ai fini del dimensionamento:

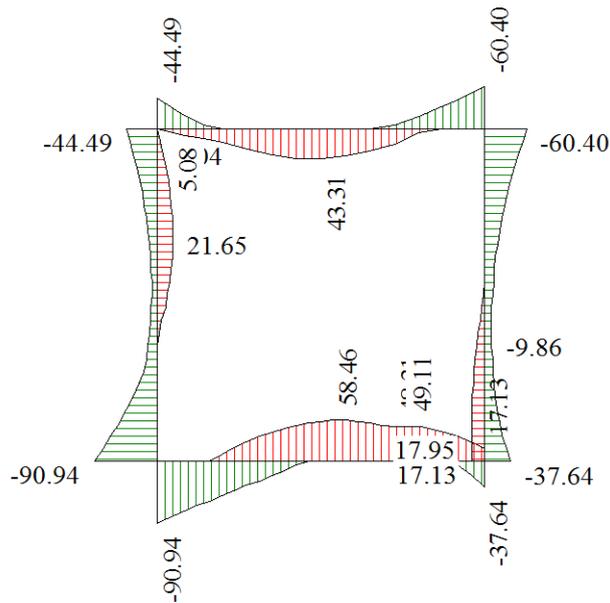


Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 1/2

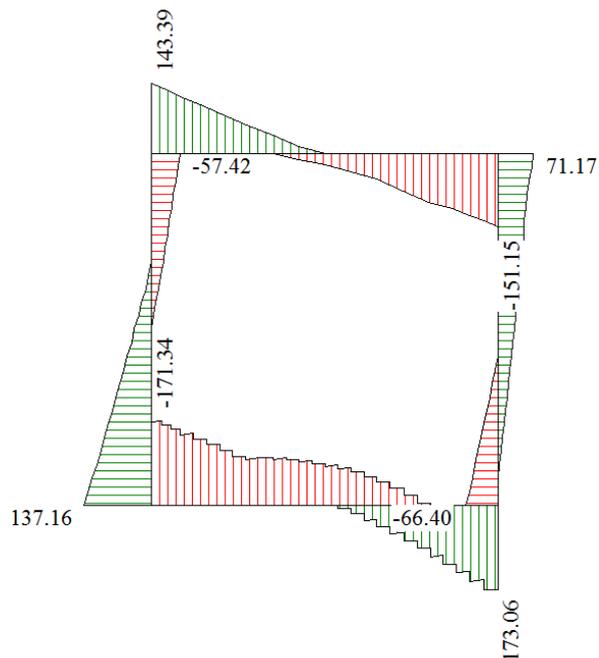


Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 2/2

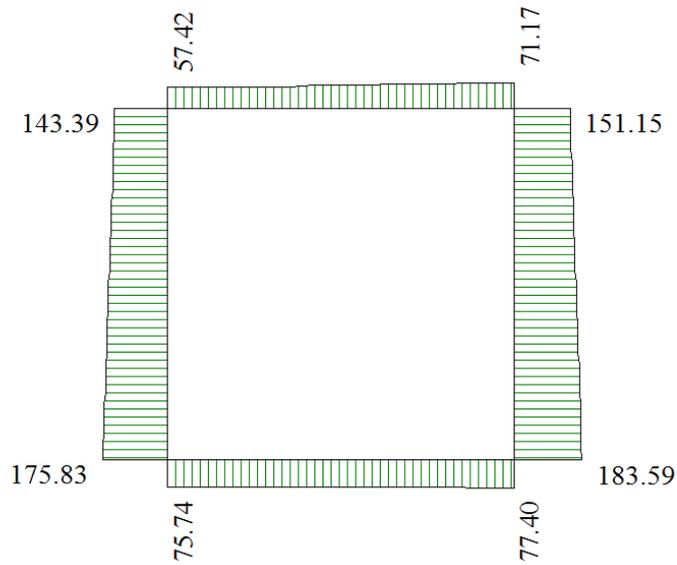
9.2 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO



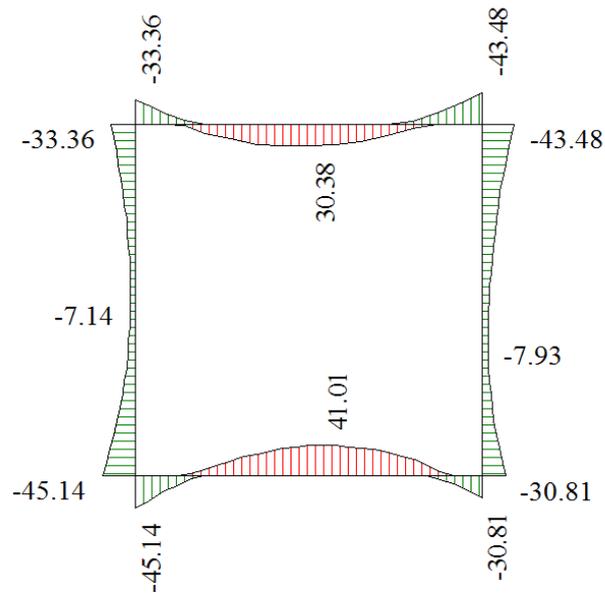
Inviluppo diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico



Inviluppo diagrammi del taglio – SLU statico e sismico



Inviluppo diagrammi dello sforzo normale – SLU statico e sismico



Inviluppo diagrammi del momento flettente – SLE

9.3 ARMATURE DI PROGETTO

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative:

Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	Af 1	Af 2	Af t
TRAVERSO	Φ16/10 cm	Φ16/10 cm	Spilli 6 φ 8mq
PIEDRITTI	Φ16/10 cm	Φ16/10 cm	Spilli 6 φ 8mq
FONDAZIONE	Φ16/10 cm	Φ16/10 cm	Spilli 6 φ 8mq

Af1 : Armatura lato esterno (terreno)

Af2 : Armatura lato interno

L'armatura longitudinale porta, come si evince dai tabulati di calcolo a F.S. elevati (superiori a 3). Tuttavia si necessita di tale armatura per garantire il soddisfacimento delle verifiche a taglio in assenza di armature a taglio.

Per l'incidenza dell'opera oggetto della presente relazione di calcolo si rimanda all'elaborato dal titolo: Tabella Incidenza Armature opere civili.

9.4 VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE

Il software esegue in automatico tutte le verifiche strutturali sia allo stato limite ultimo che allo stato limite di esercizio. Per i risultati delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato. I criteri generali di verifica adottati dal Software, sono quelli esposti al paragrafo 8.1.

Per quanto riguarda il taglio il programma prevede sia la verifica per elementi non armati a taglio e 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 sulla base del DM2008. Le sollecitazioni taglianti sono valutate a filo elementi e sono intese come inviluppo tra le sollecitazioni taglianti delle varie combinazioni di calcolo considerate

VERIFICA A TAGLIO						
Sezione	V _{Ed}	b	h	V _{Rd}	Verificato	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Traverso	140	100	40	189.3	SI	*Spilli 6 φ 8mq
Piedritti	130	100	40	189.3	SI	*Spilli 6 φ 8mq



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	34 di 106

Fondazione	170	100	50	213	SI	*Spilli 6 ϕ 8mq
------------	-----	-----	----	-----	----	----------------------

*è stato verificato come un elemento in c.a. non armato a taglio ($V_{Ed} < V_{Rct}$). Tuttavia si considera un minimo di armatura a taglio costituito da Spilli 6 ϕ 8mq.

Ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio si è provveduto a verificare che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai valori massimi pari rispettivamente a 14,9 MPa (per calcestruzzo di classe C25/30 combinazioni rare) e di 360 MPa (per acciaio B 450 C), nonché di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite di $w_1=0,2\text{mm}$ (Classe di esposizione XC2 ed armature poco sensibili).

Come si evince dai tabulati le verifiche risultano soddisfatte.

9.5 VERIFICHE GEOTECNICHE

La verifica a carico limite è stata eseguita in automatico dal software di calcolo attraverso l'utilizzo di della formula di Meyerhof,. Per i risultati delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	35 di 106

10. TABULATI DI CALCOLO

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software impiegati ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore dei software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Le stesse società produttrici hanno verificato l'affidabilità e la robustezza dei codici di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati sono contenuti in apposita documentazione fornita a corredo dell'acquisto del prodotto, che per brevità espositiva si omette di allegare al presente documento.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni esposte nel documento sono state inoltre sottoposte a controlli dal sottoscritto utente del software.

Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali, che per brevità espositiva si omette dall'allegare al presente documento.

Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, Il Progettista dichiara pertanto che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, validando conseguentemente i risultati dei calcoli esposti nella presente.

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	2.90	[m]
Larghezza esterna	2.80	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.40	[m]
Spessore piedritto destro	0.40	[m]
Spessore fondazione	0.50	[m]
Spessore trasverso	0.40	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	2.71	[m]
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	38.00	[°]
Coesione	0	[kPa]

Strato di rinfiacco

Descrizione	Terreno di rinfiacco	
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	38.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	25.33	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	0	[kPa/cm]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	19.5000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.5000	[kN/mc]
Angolo di attrito	24.00	[°]

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	37 di 106

Angolo di attrito terreno struttura	24.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	83	[kPa/cm]
Tensione limite	1000	[kPa]

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiali calcestruzzo

R_{ck} calcestruzzo	37000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	32836450	[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

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

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	38 di 106

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_{ie} variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
 D_{ii} 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)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (Qcentrale)

Distr	Terreno	$X_i = -1.80$	$X_f = 0.00$	$V_{ni} = 21.00$	$V_{nf} = 21.00$	
Distr	Terreno	$X_i = 0.00$	$X_f = 2.80$	$V_{ni} = 25.40$	$V_{nf} = 25.40$	
Distr	Terreno	$X_i = 2.80$	$X_f = 4.40$	$V_{ni} = 21.00$	$V_{nf} = 21.00$	
Distr	Traverso	$X_i = 0.00$	$X_f = 2.80$	$V_{ni} = 0.00$	$V_{nf} = 0.00$	$V_{ti} = 5.20$ $V_{tf} = 5.20$
Distr	Terreno	$X_i = -10.00$	$X_f = -1.80$	$V_{ni} = 10.80$	$V_{nf} = 10.80$	
Distr	Terreno	$X_i = 4.40$	$X_f = 12.80$	$V_{ni} = 10.80$	$V_{nf} = 10.80$	

Condizione di carico n° 8 (Qlaterale)

Distr	Terreno	$X_i = -10.00$	$X_f = -6.40$	$V_{ni} = 22.80$	$V_{nf} = 22.80$
Distr	Terreno	$X_i = -6.40$	$X_f = 0.00$	$V_{ni} = 44.50$	$V_{nf} = 44.50$

Condizione di carico n° 9 (TERMICO)

Term	Traverso	$D_{ie} = -2.50$	$D_{ii} = 2.50$
Term	Traverso	$D_{ie} = -15.0$	$D_{ii} = -15.0$

Condizione di carico n° 10 (RITIRO)

Term	Traverso	$D_{ie} = -10.00$	$D_{ii} = -10.00$
------	----------	-------------------	-------------------

Condizione di carico n° 11 (BALLAST)

Distr	Terreno	$X_i = -10.00$	$X_f = 12.80$	$V_{ni} = 14.40$	$V_{nf} = 14.40$
-------	---------	----------------	---------------	------------------	------------------

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

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

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

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mmq]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatura trasversale [mmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}

$$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$$

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

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

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:



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	40 di 106

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure $w_1=0.20$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 2

Copriferro sezioni 6.00 [cm]

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 2008

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_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.45	1.25
Termici	Favorevole	$\gamma_{\epsilon fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\epsilon sfav}$	1.20	1.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	M1	M2

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	42 di 106

Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_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:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Q1fav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1.00	1.00
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_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

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

Effetto

γ

Ψ

C

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	43 di 106

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
Qcentrale	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
BALLAST	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

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	1.00	1.35
Qcentrale	Sfavorevole	1.45	0.75	1.09
TERMICO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
BALLAST	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 3 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
Qlaterale	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
BALLAST	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

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

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	44 di 106

Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 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
Qlaterale	Sfavorevole	1.45	0.75	1.09
TERMICO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
BALLAST	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

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
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 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

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	45 di 106

Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 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
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 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
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

	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

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	46 di 106

BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Frequente)

	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
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Frequente)

	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
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 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
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700.001	A	47 di 106

RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
--------	-------------	------	------	------

Combinazione n° 14 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
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 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
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 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
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
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 cm

uy spostamento direzione Y espresso in cm

σ pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta

Teoria di Terzaghi

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **valore 38.00**

Metodo di calcolo della portanza

Meyerhof

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]
a Riposo [combinazione 12]
a Riposo [combinazione 13]
a Riposo [combinazione 14]
a Riposo [combinazione 15]
a Riposo [combinazione 16]

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	49 di 106

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	37.560000
Longitudine	14.598000
Comune	
Provincia	
Regione	
Punti di interpolazione del reticolo	47637 - 47636 - 47858 - 47859

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
Vita di riferimento	113 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g =$	1.54 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.56
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)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 24.60$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 12.30$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.00 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.60
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)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.00$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Wood



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	50 di 106

Angolo diffusione sovraccarico

38.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.384	0.000
2	0.384	0.000
3	0.384	0.000
4	0.384	0.730
5	0.384	0.000
6	0.384	0.730
7	0.384	0.730
8	0.384	0.730
9	0.384	0.000
10	0.384	0.000
11	0.384	0.000
12	0.384	0.000
13	0.384	0.000
14	0.384	0.000
15	0.384	0.000
16	0.384	0.000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	27
Numero elementi trasverso	16
Numero elementi piedritto sinistro	26
Numero elementi piedritto destro	26
Numero molle fondazione	28
Numero molle piedritto sinistro	27
Numero molle piedritto destro	27

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-61.2389	-160.4754	75.7378
1.40	54.8159	-12.1660	75.7378
2.60	-37.6402	173.0576	75.7378

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-34.7020	131.8140	53.0735
1.40	39.8972	-8.7984	62.1215
2.60	-56.1860	-151.1495	71.1695

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-61.2389	85.1054	164.2500
1.48	-5.6518	8.2298	148.0320
2.70	-34.7020	-53.0735	131.8140

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-37.6402	-66.3992	183.5855
1.48	-4.7813	10.1713	167.3675
2.70	-56.1860	71.1695	151.1495

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-54.0086	-153.6008	68.0857
1.40	53.6145	-7.6388	68.0857
2.60	-36.3091	162.4895	68.0857

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-42.1271	125.0909	55.0453
1.40	29.5607	-6.5986	61.8313

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	52 di 106

2.60 -58.2396 -139.5922 68.6173

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-54.0086	75.1135	157.5270
1.48	-8.2053	2.2480	141.3089
2.70	-42.1271	-55.0453	125.0909

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-36.3091	-61.0839	172.0282
1.48	-7.5520	11.5528	155.8102
2.70	-58.2396	68.6173	139.5922

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-62.1346	-171.3445	68.1326
1.40	57.4242	-10.6053	68.1326
2.60	-32.3178	163.8158	68.1326

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-37.8503	143.3943	56.2352
1.40	43.3113	-8.1249	56.2352
2.60	-52.8259	-140.8994	56.2352

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-62.1346	86.4282	175.8303
1.48	-6.3004	7.3104	159.6123
2.70	-37.8503	-56.2352	143.3943

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-32.3178	-49.8630	173.3354

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	53 di 106

1.48	-10.0779	10.9722	157.1174
2.70	-52.8259	56.2352	140.8994

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-87.8435	-75.6043	69.2227
1.40	10.1570	-79.7561	72.8419
2.60	16.3120	109.3609	76.4612

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-1.0090	54.5332	56.8139
1.40	17.0375	-24.6372	60.9573
2.60	-60.1891	-104.0475	65.1007

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-87.8435	135.3800	75.6042
1.48	14.4342	33.5156	65.0687
2.70	-1.0090	-56.8139	54.5332

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	16.3120	-10.3317	125.1185
1.48	1.1636	33.1520	114.5830
2.70	-60.1891	65.1007	104.0475

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-54.6803	-161.7526	62.3818
1.40	55.5707	-6.4683	62.3818
2.60	-32.3173	155.5581	62.3818

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 5)

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

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	54 di 106

0.20	-44.4884	133.7762	57.4165
1.40	32.1213	-6.0935	57.4165
2.60	-55.7196	-131.9046	57.4165

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-54.6803	76.1056	166.2122
1.48	-8.6918	1.5585	149.9942
2.70	-44.4884	-57.4165	133.7762

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-32.3173	-48.6817	164.3406
1.48	-11.5245	12.1535	148.1226
2.70	-55.7196	57.4165	131.9046

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-88.5145	-77.0592	68.4660
1.40	11.1062	-79.9584	72.0852
2.60	17.1269	108.3582	75.7044

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-1.2746	55.9881	57.3537
1.40	17.5062	-24.6868	60.2491
2.60	-59.8988	-102.7761	63.1445

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-88.5145	136.2508	77.0591
1.48	14.3978	33.6811	66.5236
2.70	-1.2746	-57.3537	55.9881

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	55 di 106

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	17.1269	-7.9472	123.8471
1.48	0.3869	33.3661	113.3116
2.70	-59.8988	63.1445	102.7761

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-90.3116	-84.3970	70.1587
1.40	18.1300	-78.2174	73.7779
2.60	13.8101	118.7207	77.3971

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-1.1835	57.4145	55.8778
1.40	18.5833	-24.6513	60.0212
2.60	-60.3974	-106.9570	64.1645

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-90.3116	136.3162	84.3969
1.48	13.1129	34.4517	70.9057
2.70	-1.1835	-55.8778	57.4145

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	13.8101	-11.2678	133.9394
1.48	-0.1915	32.2158	120.4482
2.70	-60.3974	64.1645	106.9570

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-90.9384	-85.8558	69.3780
1.40	18.8602	-78.1956	72.9972
2.60	14.6787	117.6320	76.6164

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-1.4637	58.8734	56.4415
1.40	19.0422	-24.6969	59.3369
2.60	-60.1122	-105.6816	62.2323

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-90.9384	137.1630	85.8557
1.48	13.0913	34.5932	72.3646
2.70	-1.4637	-56.4415	58.8734

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	14.6787	-8.8593	132.6640
1.48	-0.9439	32.4540	119.1728
2.70	-60.1122	62.2323	105.6816

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-30.8148	-96.5368	45.2333
1.40	28.9721	4.3276	45.2333
2.60	-30.8135	94.9428	45.2333

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-23.7098	75.6958	31.7611
1.40	21.7080	0.0006	31.7611
2.60	-23.7085	-75.6946	31.7611

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-30.8148	45.2419	99.7224
1.48	-3.6791	0.9729	87.7091

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	57 di 106

2.70 -23.7098 -31.7611 75.6958

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-30.8135	-45.2419	99.7213
1.48	-3.6778	-0.9729	87.7080
2.70	-23.7085	31.7611	75.6946

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-42.1290	-111.7065	53.4887
1.40	36.2555	-5.6647	53.4887
2.60	-29.1087	118.2628	53.4887

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-23.8337	90.5328	36.0435
1.40	28.0093	-4.8542	41.0355
2.60	-35.6866	-101.2004	46.0275

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-42.1290	58.6592	114.5595
1.48	-3.9776	5.5404	102.5462
2.70	-23.8337	-36.0435	90.5328

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-29.1087	-48.3386	125.2271
1.48	-3.4970	4.6119	113.2138
2.70	-35.6866	46.0275	101.2004

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-42.6232	-117.7032	49.2927

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	58 di 106

1.40	37.6946	-4.8037	49.2927
2.60	-26.1722	113.1639	49.2927

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-25.5707	96.9220	37.7879
1.40	29.8930	-4.4826	37.7879
2.60	-33.8328	-95.5452	37.7879

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-42.6232	59.3891	120.9487
1.48	-4.3355	5.0331	108.9353
2.70	-25.5707	-37.7879	96.9220

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-26.1722	-39.2152	119.5719
1.48	-6.4193	5.0538	107.5585
2.70	-33.8328	37.7879	95.5452

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-30.3766	-96.5366	44.4184
1.40	29.4094	4.3275	44.4184
2.60	-30.3752	94.9426	44.4184

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-25.2684	75.6958	32.5761
1.40	20.1494	0.0006	32.5761
2.60	-25.2671	-75.6946	32.5761

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

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

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	59 di 106

0.25	-30.3766	44.4269	99.7224
1.48	-4.2393	0.1579	87.7091
2.70	-25.2684	-32.5761	75.6958

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-30.3752	-44.4269	99.7213
1.48	-4.2379	-0.1579	87.7080
2.70	-25.2671	32.5761	75.6946

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-44.5193	-115.4987	54.7376
1.40	38.5136	-8.1629	54.7376
2.60	-28.2442	124.0926	54.7376

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-25.4233	94.2421	37.9291
1.40	28.0261	-6.0679	44.1691
2.60	-40.2397	-107.5769	50.4091

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-44.5193	61.1985	118.2688
1.48	-4.6124	5.8672	106.2554
2.70	-25.4233	-37.9291	94.2421

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-28.2442	-48.2977	131.6036
1.48	-4.0120	6.8232	119.5902
2.70	-40.2397	50.4091	107.5769

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 14)

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	60 di 106

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-45.1370	-122.9946	49.4927
1.40	40.3124	-7.0866	49.4927
2.60	-24.5736	117.7189	49.4927

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-27.5945	102.2286	40.1096
1.40	30.3806	-5.6034	40.1096
2.60	-37.9224	-100.5078	40.1096

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-45.1370	62.1108	126.2552
1.48	-5.0597	5.2331	114.2419
2.70	-27.5945	-40.1096	102.2286

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-24.5736	-36.8934	124.5345
1.48	-7.6648	7.3756	112.5212
2.70	-37.9224	40.1096	100.5078

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-39.9377	-111.7056	49.4143
1.40	38.4419	-5.6653	49.4143
2.60	-26.9174	118.2615	49.4143

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-31.6266	90.5328	40.1187
1.40	20.2164	-4.8542	45.1107
2.60	-43.4795	-101.2004	50.1027

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	61 di 106

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-39.9377	54.5840	114.5595
1.48	-6.7784	1.4652	102.5462
2.70	-31.6266	-40.1187	90.5328

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-26.9174	-44.2634	125.2271
1.48	-6.2978	8.6871	113.2138
2.70	-43.4795	50.1027	101.2004

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-40.4319	-117.7023	45.2183
1.40	39.8809	-4.8043	45.2183
2.60	-23.9809	113.1626	45.2183

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-33.3636	96.9220	41.8630
1.40	22.1000	-4.4826	41.8630
2.60	-41.6257	-95.5452	41.8630

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 16)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-40.4319	55.3139	120.9487
1.48	-7.1363	0.9579	108.9353
2.70	-33.3636	-41.8630	96.9220

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 16)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-23.9809	-35.1400	119.5719
1.48	-9.2201	9.1290	107.5585
2.70	-41.6257	41.8630	95.5452

Pressioni terreno

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	113
1.40	161
2.60	211

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	118
1.40	154
2.60	191

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	135
1.40	162
2.60	190

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	0
1.40	52
2.60	315

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	134
1.40	154
2.60	176

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	0
1.40	56
2.60	310

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	0
1.40	83
2.60	304

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	0
1.40	85
2.60	301

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	96
1.40	95
2.60	96

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	86
1.40	112
2.60	139

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	97
1.40	112
2.60	128

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	96
1.40	95
2.60	96

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 13)

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	64 di 106

0.20	83
1.40	116
2.60	150

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	98
1.40	117
2.60	136

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	86
1.40	112
2.60	139

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	97
1.40	112
2.60	128

Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in cm
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 cm ²
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in cm ²
CS	Coeff. di sicurezza sezione
V_{Rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN
V_{Rcd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
V_{Rsd}	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
A_{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm ²

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

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 50.00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.20	61.24 (61.24)	75.74	516.93	417.97	20.11	20.11	6.83
2	1.40	-54.82 (-55.99)	75.74	581.86	-430.15	20.11	20.11	7.68
3	2.60	37.64 (61.24)	75.74	516.93	417.97	20.11	20.11	6.83

Verifiche taglio

N°	X	V	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Red}	A_{sw}
1	0.20	-160.48	210.26	0.00	0.00	0.00
2	1.40	-12.17	210.26	0.00	0.00	0.00
3	2.60	173.06	210.26	0.00	0.00	0.00

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

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	66 di 106

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-34.70 (-56.19)	53.07	264.86	-280.39	20.11	20.11	4.99
2	1.40	39.90 (39.90)	62.12	483.98	310.83	20.11	20.11	7.79
3	2.60	-56.19 (-56.19)	71.17	374.45	-295.62	20.11	20.11	5.26

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.20	131.81	184.74	0.00	0.00	0.00
2	1.40	-8.80	185.90	0.00	0.00	0.00
3	2.60	-151.15	187.05	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-61.24 (-61.24)	164.25	1027.83	-383.21	20.11	20.11	6.26
2	1.48	-5.65 (-8.17)	148.03	5157.74	-284.66	20.11	20.11	34.84
3	2.70	-34.70 (-50.94)	131.81	974.39	-376.58	20.11	20.11	7.39

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	85.11	198.92	0.00	0.00	0.00
2	1.48	8.23	196.85	0.00	0.00	0.00
3	2.70	-53.07	194.78	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	67 di 106

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-37.64 (-56.19)	183.59	1386.60	-424.37	20.11	20.11	7.55
2	1.48	-4.78 (-7.89)	167.37	5402.87	-254.82	20.11	20.11	32.28
3	2.70	-56.19 (-56.19)	151.15	1032.46	-383.79	20.11	20.11	6.83

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	-66.40	201.38	0.00	0.00	0.00
2	1.48	10.17	199.32	0.00	0.00	0.00
3	2.70	71.17	197.25	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	54.01 (54.01)	68.09	530.00	420.42	20.11	20.11	7.78
2	1.40	-53.61 (-54.38)	68.09	525.30	-419.54	20.11	20.11	7.72
3	2.60	36.31 (54.01)	68.09	530.00	420.42	20.11	20.11	7.78

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.20	-153.60	209.25	0.00	0.00	0.00
2	1.40	-7.64	209.25	0.00	0.00	0.00
3	2.60	162.49	209.25	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
----	---	---	---	----------------	----------------	-----------------	-----------------	----

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	68 di 106

1	0.20	-42.13 (-58.24)	55.05	265.03	-280.41	20.11	20.11	4.81
2	1.40	29.56 (29.56)	61.83	718.24	343.38	20.11	20.11	11.62
3	2.60	-58.24 (-58.24)	68.62	343.17	-291.27	20.11	20.11	5.00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.20	125.09	185.00	0.00	0.00	0.00
2	1.40	-6.60	185.86	0.00	0.00	0.00
3	2.60	-139.59	186.73	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-54.01 (-54.01)	157.53	1168.80	-400.73	20.11	20.11	7.42
2	1.48	-8.21 (-8.89)	141.31	4931.20	-310.34	20.11	20.11	34.90
3	2.70	-42.13 (-54.01)	125.09	830.93	-358.76	20.11	20.11	6.64

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	75.11	198.06	0.00	0.00	0.00
2	1.48	2.25	195.99	0.00	0.00	0.00
3	2.70	-55.05	193.93	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-36.31 (-55.00)	172.03	1298.73	-415.23	20.11	20.11	7.55
2	1.48	-7.55 (-11.09)	155.81	4697.35	-334.25	20.11	20.11	30.15

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	69 di 106

3	2.70	-58.24 (-58.24)	139.59	872.17	-363.88	20.11	20.11	6.25
---	------	-----------------	--------	--------	---------	-------	-------	------

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	-61.08	199.91	0.00	0.00	0.00
2	1.48	11.55	197.84	0.00	0.00	0.00
3	2.70	68.62	195.77	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	62.13 (62.13)	68.13	443.14	404.13	20.11	20.11	6.50
2	1.40	-57.42 (-58.46)	68.13	478.82	-410.82	20.11	20.11	7.03
3	2.60	32.32 (62.13)	68.13	443.14	404.13	20.11	20.11	6.50

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.20	-171.34	209.25	0.00	0.00	0.00
2	1.40	-10.61	209.25	0.00	0.00	0.00
3	2.60	163.82	209.25	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-37.85 (-52.83)	56.24	304.32	-285.87	20.11	20.11	5.41
2	1.40	43.31 (43.31)	56.24	385.89	297.21	20.11	20.11	6.86
3	2.60	-52.83 (-52.83)	56.24	304.32	-285.87	20.11	20.11	5.41

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	70 di 106

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.20	143.39	185.15	0.00	0.00	0.00
2	1.40	-8.12	185.15	0.00	0.00	0.00
3	2.60	-140.90	185.15	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-62.13 (-62.13)	175.83	1115.11	-394.06	20.11	20.11	6.34
2	1.48	-6.30 (-8.54)	159.61	5210.39	-278.69	20.11	20.11	32.64
3	2.70	-37.85 (-55.06)	143.39	983.81	-377.75	20.11	20.11	6.86

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	86.43	200.40	0.00	0.00	0.00
2	1.48	7.31	198.33	0.00	0.00	0.00
3	2.70	-56.24	196.26	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-32.32 (-47.58)	173.34	1639.90	-450.11	20.11	20.11	9.46
2	1.48	-10.08 (-13.44)	157.12	4320.64	-369.47	20.11	20.11	27.50
3	2.70	-52.83 (-52.83)	140.90	1019.30	-382.16	20.11	20.11	7.23

Verifiche taglio

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

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	71 di 106

1	0.25	-49.86	200.08	0.00	0.00	0.00
2	1.48	10.97	198.01	0.00	0.00	0.00
3	2.70	56.24	195.94	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	87.84 (87.84)	69.22	296.83	376.68	20.11	20.11	4.29
2	1.40	-10.16 (-41.74)	72.84	832.81	-477.22	20.11	20.11	11.43
3	2.60	-16.31 (-45.16)	76.46	796.43	-470.40	20.11	20.11	10.42

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.20	-75.60	209.40	0.00	0.00	0.00
2	1.40	-79.76	209.87	0.00	0.00	0.00
3	2.60	109.36	210.35	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-1.01 (-17.70)	56.81	1350.33	-420.59	20.11	20.11	23.77
2	1.40	17.04 (21.61)	60.96	1109.66	393.38	20.11	20.11	18.20
3	2.60	-60.19 (-60.19)	65.10	310.06	-286.67	20.11	20.11	4.76

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.20	54.53	185.22	0.00	0.00	0.00
2	1.40	-24.64	185.75	0.00	0.00	0.00

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	72 di 106

3	2.60	-104.05	186.28	0.00	0.00	0.00
---	------	---------	--------	------	------	------

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-87.84 (-87.84)	75.60	238.13	-276.68	20.11	20.11	3.15
2	1.48	14.43 (21.65)	65.07	1224.55	407.51	20.11	20.11	18.82
3	2.70	-1.01 (-18.39)	54.53	1199.26	-404.51	20.11	20.11	21.99

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	135.38	187.62	0.00	0.00	0.00
2	1.48	33.52	186.27	0.00	0.00	0.00
3	2.70	-56.81	184.93	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	16.31 (17.66)	125.12	3203.59	452.08	20.11	20.11	25.60
2	1.48	1.16 (11.31)	114.58	4008.71	395.62	20.11	20.11	34.99
3	2.70	-60.19 (-60.19)	104.05	554.20	-320.59	20.11	20.11	5.33

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	-10.33	193.93	0.00	0.00	0.00
2	1.48	33.15	192.59	0.00	0.00	0.00
3	2.70	65.10	191.24	0.00	0.00	0.00

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	73 di 106

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	54.68 (54.68)	62.38	465.92	408.40	20.11	20.11	7.47
2	1.40	-55.57 (-56.23)	62.38	449.74	-405.36	20.11	20.11	7.21
3	2.60	32.32 (54.68)	62.38	465.92	408.40	20.11	20.11	7.47

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.20	-161.75	208.49	0.00	0.00	0.00
2	1.40	-6.47	208.49	0.00	0.00	0.00
3	2.60	155.56	208.49	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 5 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-44.49 (-55.72)	57.42	292.95	-284.29	20.11	20.11	5.10
2	1.40	32.12 (32.12)	57.42	579.28	324.07	20.11	20.11	10.09
3	2.60	-55.72 (-55.72)	57.42	292.95	-284.29	20.11	20.11	5.10

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.20	133.78	185.30	0.00	0.00	0.00
2	1.40	-6.09	185.30	0.00	0.00	0.00
3	2.60	-131.90	185.30	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	74 di 106

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-54.68 (-54.68)	166.21	1245.27	-409.67	20.11	20.11	7.49
2	1.48	-8.69 (-9.17)	149.99	4982.29	-304.55	20.11	20.11	33.22
3	2.70	-44.49 (-54.68)	133.78	898.12	-367.10	20.11	20.11	6.71

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	76.11	199.17	0.00	0.00	0.00
2	1.48	1.56	197.10	0.00	0.00	0.00
3	2.70	-57.42	195.03	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-32.32 (-47.21)	164.34	1528.49	-439.12	20.11	20.11	9.30
2	1.48	-11.52 (-15.24)	148.12	3913.59	-402.75	20.11	20.11	26.42
3	2.70	-55.72 (-55.72)	131.90	856.93	-361.99	20.11	20.11	6.50

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	-48.68	198.93	0.00	0.00	0.00
2	1.48	12.15	196.86	0.00	0.00	0.00
3	2.70	57.42	194.79	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	75 di 106

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	88.51 (88.51)	68.47	290.43	375.48	20.11	20.11	4.24
2	1.40	-11.11 (-42.77)	72.09	791.15	-469.41	20.11	20.11	10.98
3	2.60	-17.13 (-45.84)	75.70	767.97	-465.06	20.11	20.11	10.14

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.20	-77.06	209.30	0.00	0.00	0.00
2	1.40	-79.96	209.77	0.00	0.00	0.00
3	2.60	108.36	210.25	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-1.27 (-18.41)	57.35	1291.43	-414.47	20.11	20.11	22.52
2	1.40	17.51 (22.04)	60.25	1057.98	386.96	20.11	20.11	17.56
3	2.60	-59.90 (-59.90)	63.14	300.86	-285.39	20.11	20.11	4.76

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.20	55.99	185.29	0.00	0.00	0.00
2	1.40	-24.69	185.66	0.00	0.00	0.00
3	2.60	-102.78	186.03	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-88.51 (-88.51)	77.06	241.25	-277.11	20.11	20.11	3.13

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	76 di 106

2	1.48	14.40 (21.63)	66.52	1266.70	411.90	20.11	20.11	19.04
3	2.70	-1.27 (-18.82)	55.99	1205.31	-405.26	20.11	20.11	21.53

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	136.25	187.80	0.00	0.00	0.00
2	1.48	33.68	186.46	0.00	0.00	0.00
3	2.70	-57.35	185.12	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	17.13 (17.95)	123.85	3144.00	455.72	20.11	20.11	25.39
2	1.48	0.39 (10.60)	113.31	4127.41	386.00	20.11	20.11	36.43
3	2.70	-59.90 (-59.90)	102.78	548.79	-319.84	20.11	20.11	5.34

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	-7.95	193.77	0.00	0.00	0.00
2	1.48	33.37	192.42	0.00	0.00	0.00
3	2.70	63.14	191.08	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 7 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	90.31 (90.31)	70.16	291.91	375.76	20.11	20.11	4.16
2	1.40	-18.13 (-48.50)	73.78	683.28	-449.17	20.11	20.11	9.26
3	2.60	-13.81 (-48.50)	77.40	731.12	-458.15	20.11	20.11	9.45

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	77 di 106

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.20	-84.40	209.52	0.00	0.00	0.00
2	1.40	-78.22	210.00	0.00	0.00	0.00
3	2.60	118.72	210.48	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 7 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-1.18 (-18.75)	55.88	1208.92	-405.71	20.11	20.11	21.64
2	1.40	18.58 (23.01)	60.02	986.38	378.07	20.11	20.11	16.43
3	2.60	-60.40 (-60.40)	64.16	303.60	-285.77	20.11	20.11	4.73

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.20	57.41	185.10	0.00	0.00	0.00
2	1.40	-24.65	185.63	0.00	0.00	0.00
3	2.60	-106.96	186.16	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-90.31 (-90.31)	84.40	261.60	-279.94	20.11	20.11	3.10
2	1.48	13.11 (20.77)	70.91	1482.51	434.34	20.11	20.11	20.91
3	2.70	-1.18 (-18.28)	57.41	1306.57	-416.04	20.11	20.11	22.76

Verifiche taglio

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	78 di 106

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	136.32	188.74	0.00	0.00	0.00
2	1.48	34.45	187.02	0.00	0.00	0.00
3	2.70	-55.88	185.30	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	13.81 (15.42)	133.94	3662.27	421.60	20.11	20.11	27.34
2	1.48	-0.19 (-10.05)	120.45	4373.75	-364.92	20.11	20.11	36.31
3	2.70	-60.40 (-60.40)	106.96	572.14	-323.08	20.11	20.11	5.35

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	-11.27	195.05	0.00	0.00	0.00
2	1.48	32.22	193.33	0.00	0.00	0.00
3	2.70	64.16	191.61	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 8 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	90.94 (90.94)	69.38	285.80	374.61	20.11	20.11	4.12
2	1.40	-18.86 (-49.11)	73.00	661.58	-445.10	20.11	20.11	9.06
3	2.60	-14.68 (-49.11)	76.62	707.95	-453.80	20.11	20.11	9.24

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.20	-85.86	209.42	0.00	0.00	0.00

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	79 di 106

2	1.40	-78.20	209.89	0.00	0.00	0.00
3	2.60	117.63	210.37	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 8 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-1.46 (-19.48)	56.44	1156.81	-399.24	20.11	20.11	20.50
2	1.40	19.04 (23.42)	59.34	944.73	372.89	20.11	20.11	15.92
3	2.60	-60.11 (-60.11)	62.23	294.55	-284.52	20.11	20.11	4.73

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.20	58.87	185.17	0.00	0.00	0.00
2	1.40	-24.70	185.54	0.00	0.00	0.00
3	2.60	-105.68	185.91	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-90.94 (-90.94)	85.86	264.70	-280.37	20.11	20.11	3.08
2	1.48	13.09 (20.75)	72.36	1532.52	439.54	20.11	20.11	21.18
3	2.70	-1.46 (-18.73)	58.87	1307.80	-416.17	20.11	20.11	22.21

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	137.16	188.92	0.00	0.00	0.00
2	1.48	34.59	187.20	0.00	0.00	0.00
3	2.70	-56.44	185.48	0.00	0.00	0.00



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	80 di 106

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	14.68 (15.68)	132.66	3602.18	425.69	20.11	20.11	27.15
2	1.48	-0.94 (-10.87)	119.17	4180.35	-381.47	20.11	20.11	35.08
3	2.70	-60.11 (-60.11)	105.68	566.67	-322.32	20.11	20.11	5.36

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	-8.86	194.89	0.00	0.00	0.00
2	1.48	32.45	193.17	0.00	0.00	0.00
3	2.70	62.23	191.45	0.00	0.00	0.00

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 cm ²
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in cm ²
σ_{fi}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espressa in kPa
σ_{fs}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espressa in kPa
σ_c	Tensione nel calcestruzzo, espressa in kPa
τ_c	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espressa in kPa
A_{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm ²

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

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 50.00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.20	30.81	45.23	20.11	20.11	9732	28267	1049
2	1.40	-28.97	45.23	20.11	20.11	25975	9247	987
3	2.60	30.81	45.23	20.11	20.11	9732	28265	1049

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.20	-96.54	-258	0.00
2	1.40	4.33	12	0.00
3	2.60	94.94	254	0.00

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

Base sezione $B = 100$ cm

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	82 di 106

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-23.71	31.76	20.11	20.11	31717	9532	1225
2	1.40	21.71	31.76	20.11	20.11	8860	28412	1123
3	2.60	-23.71	31.76	20.11	20.11	31715	9532	1225

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.20	75.70	262	0.00
2	1.40	0.00	0	0.00
3	2.60	-75.69	-262	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-30.81	99.72	20.11	20.11	28208	14929	1611
2	1.48	-3.68	87.71	20.11	20.11	1672	4044	303
3	2.70	-23.71	75.70	20.11	20.11	21920	11448	1240

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	45.24	157	0.00
2	1.48	0.97	3	0.00
3	2.70	-31.76	-110	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	83 di 106

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-30.81	99.72	20.11	20.11	28206	14928	1611
2	1.48	-3.68	87.71	20.11	20.11	1673	4043	303
3	2.70	-23.71	75.69	20.11	20.11	21918	11448	1240

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	-45.24	-157	0.00
2	1.48	-0.97	-3	0.00
3	2.70	31.76	110	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	42.13	53.49	20.11	20.11	12994	40522	1430
2	1.40	-36.26	53.49	20.11	20.11	33198	11460	1234
3	2.60	29.11	53.49	20.11	20.11	9568	24334	995

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.20	-111.71	-299	0.00
2	1.40	-5.66	-15	0.00
3	2.60	118.26	316	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-23.83	36.04	20.11	20.11	30922	9785	1234

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	84 di 106

2	1.40	28.01	41.04	20.11	20.11	11435	36647	1449
3	2.60	-35.69	46.03	20.11	20.11	48155	14258	1842

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.20	90.53	313	0.00
2	1.40	-4.85	-17	0.00
3	2.60	-101.20	-350	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.25	-42.13	114.56	20.11	20.11	43204	19566	2201
2	1.48	-3.98	102.55	20.11	20.11	2060	4624	345
3	2.70	-23.83	90.53	20.11	20.11	19089	12019	1246

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.25	58.66	203	0.00
2	1.48	5.54	19	0.00
3	2.70	-36.04	-125	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.25	-29.11	125.23	20.11	20.11	20485	15147	1519
2	1.48	-3.50	113.21	20.11	20.11	2562	4816	353
3	2.70	-35.69	101.20	20.11	20.11	35698	16741	1865

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	85 di 106

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.25	-48.34	-167	0.00
2	1.48	4.61	16	0.00
3	2.70	46.03	159	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.20	42.62	49.29	20.11	20.11	12960	42091	1443
2	1.40	-37.69	49.29	20.11	20.11	35933	11681	1280
3	2.60	26.17	49.29	20.11	20.11	8642	21620	895

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.20	-117.70	-315	0.00
2	1.40	-4.80	-13	0.00
3	2.60	113.16	303	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.20	-25.57	37.79	20.11	20.11	33381	10455	1323
2	1.40	29.89	37.79	20.11	20.11	11905	40517	1543
3	2.60	-33.83	37.79	20.11	20.11	47032	13220	1742

Verifiche taglio

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	86 di 106

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.20	96.92	335	0.00
2	1.40	-4.48	-16	0.00
3	2.60	-95.55	-331	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.25	-42.62	120.95	20.11	20.11	42620	19998	2228
2	1.48	-4.34	108.94	20.11	20.11	2152	4947	370
3	2.70	-25.57	96.92	20.11	20.11	20521	12888	1336

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.25	59.39	205	0.00
2	1.48	5.03	17	0.00
3	2.70	-37.79	-131	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.25	-26.17	119.57	20.11	20.11	17132	13827	1364
2	1.48	-6.42	107.56	20.11	20.11	1436	5574	431
3	2.70	-33.83	95.55	20.11	20.11	33929	15855	1768

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.25	-39.22	-136	0.00

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	87 di 106

2	1.48	5.05	17	0.00
3	2.70	37.79	131	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	30.38	44.42	20.11	20.11	9587	27903	1034
2	1.40	-29.41	44.42	20.11	20.11	26700	9333	1002
3	2.60	30.38	44.42	20.11	20.11	9587	27901	1034

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.20	-96.54	-258	0.00
2	1.40	4.33	12	0.00
3	2.60	94.94	254	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-25.27	32.58	20.11	20.11	34100	10095	1304
2	1.40	20.15	32.58	20.11	20.11	8375	25654	1044
3	2.60	-25.27	32.58	20.11	20.11	34098	10094	1304

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.20	75.70	262	0.00
2	1.40	0.00	0	0.00
3	2.60	-75.69	-262	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-30.38	99.72	20.11	20.11	27511	14769	1589
2	1.48	-4.24	87.71	20.11	20.11	1492	4224	321
3	2.70	-25.27	75.70	20.11	20.11	24412	12012	1321

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	44.43	154	0.00
2	1.48	0.16	1	0.00
3	2.70	-32.58	-113	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-30.38	99.72	20.11	20.11	27509	14768	1589
2	1.48	-4.24	87.71	20.11	20.11	1492	4224	321
3	2.70	-25.27	75.69	20.11	20.11	24410	12011	1321

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	-44.43	-154	0.00
2	1.48	-0.16	-1	0.00
3	2.70	32.58	113	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	89 di 106

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 50.00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.20	44.52	54.74	20.11	20.11	13662	43225	1510
2	1.40	-38.51	54.74	20.11	20.11	35731	12098	1310
3	2.60	28.24	54.74	20.11	20.11	9376	22999	966

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.20	-115.50	-309	0.00
2	1.40	-8.16	-22	0.00
3	2.60	124.09	332	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 40.00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.20	-25.42	37.93	20.11	20.11	33105	10413	1316
2	1.40	28.03	44.17	20.11	20.11	11593	35946	1452
3	2.60	-40.24	50.41	20.11	20.11	54649	16002	2076

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.20	94.24	326	0.00
2	1.40	-6.07	-21	0.00
3	2.60	-107.58	-372	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 40.00$ cm

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	90 di 106

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-44.52	118.27	20.11	20.11	46262	20562	2325
2	1.48	-4.61	106.26	20.11	20.11	1976	4949	372
3	2.70	-25.42	94.24	20.11	20.11	20826	12742	1329

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	61.20	212	0.00
2	1.48	5.87	20	0.00
3	2.70	-37.93	-131	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-28.24	131.60	20.11	20.11	18026	14996	1471
2	1.48	-4.01	119.59	20.11	20.11	2604	5190	383
3	2.70	-40.24	107.58	20.11	20.11	41668	18613	2102

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	-48.30	-167	0.00
2	1.48	6.82	24	0.00
3	2.70	50.41	174	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
----	---	---	---	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	----------------

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	91 di 106

1	0.20	45.14	49.49	20.11	20.11	13617	45191	1527
2	1.40	-40.31	49.49	20.11	20.11	39157	12369	1367
3	2.60	24.57	49.49	20.11	20.11	8218	19609	841

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.20	-122.99	-329	0.00
2	1.40	-7.09	-19	0.00
3	2.60	117.72	315	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.20	-27.59	40.11	20.11	20.11	36178	11250	1428
2	1.40	30.38	40.11	20.11	20.11	12185	40778	1569
3	2.60	-37.92	40.11	20.11	20.11	53249	14701	1951

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.20	102.23	354	0.00
2	1.40	-5.60	-19	0.00
3	2.60	-100.51	-348	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.25	-45.14	126.26	20.11	20.11	45527	21104	2359
2	1.48	-5.06	114.24	20.11	20.11	2092	5353	403

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	92 di 106

3	2.70	-27.59	102.23	20.11	20.11	22617	13828	1442
---	------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	------

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.25	62.11	215	0.00
2	1.48	5.23	18	0.00
3	2.70	-40.11	-139	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.25	-24.57	124.53	20.11	20.11	13936	13324	1278
2	1.48	-7.66	112.52	20.11	20.11	1196	6137	480
3	2.70	-37.92	100.51	20.11	20.11	39459	17506	1981

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.25	-36.89	-128	0.00
2	1.48	7.38	26	0.00
3	2.70	40.11	139	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.20	39.94	49.41	20.11	20.11	12268	38706	1354
2	1.40	-38.44	49.41	20.11	20.11	36838	11880	1305
3	2.60	26.92	49.41	20.11	20.11	8846	22513	920



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	93 di 106

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.20	-111.71	-299	0.00
2	1.40	-5.67	-15	0.00
3	2.60	118.26	316	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.20	-31.63	40.12	20.11	20.11	42835	12602	1632
2	1.40	20.22	45.11	20.11	20.11	8973	22908	1054
3	2.60	-43.48	50.10	20.11	20.11	60078	17068	2240

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.20	90.53	313	0.00
2	1.40	-4.85	-17	0.00
3	2.60	-101.20	-350	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.25	-39.94	114.56	20.11	20.11	39670	18786	2088
2	1.48	-6.78	102.55	20.11	20.11	1157	5526	431
3	2.70	-31.63	90.53	20.11	20.11	31455	14870	1653

Verifiche taglio

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

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	94 di 106

1	0.25	54.58	189	0.00
2	1.48	1.47	5	0.00
3	2.70	-40.12	-139	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-26.92	125.23	20.11	20.11	17214	14286	1402
2	1.48	-6.30	113.21	20.11	20.11	1659	5719	439
3	2.70	-43.48	101.20	20.11	20.11	48335	19481	2268

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	-44.26	-153	0.00
2	1.48	8.69	30	0.00
3	2.70	50.10	173	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	40.43	45.22	20.11	20.11	12233	40279	1368
2	1.40	-39.88	45.22	20.11	20.11	39589	12090	1350
3	2.60	23.98	45.22	20.11	20.11	7920	19798	820

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.20	-117.70	-315	0.00
2	1.40	-4.80	-13	0.00

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	95 di 106

3 2.60 113.16 303 0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-33.36	41.86	20.11	20.11	45295	13271	1721
2	1.40	22.10	41.86	20.11	20.11	9474	26728	1149
3	2.60	-41.63	41.86	20.11	20.11	58962	16024	2140

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.20	96.92	335	0.00
2	1.40	-4.48	-16	0.00
3	2.60	-95.55	-331	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-40.43	120.95	20.11	20.11	39098	19213	2114
2	1.48	-7.14	108.94	20.11	20.11	1250	5850	456
3	2.70	-33.36	96.92	20.11	20.11	32878	15742	1744

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	55.31	191	0.00
2	1.48	0.96	3	0.00
3	2.70	-41.86	-145	0.00

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	96 di 106

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 40.00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.25	-23.98	119.57	20.11	20.11	13933	12950	1247
2	1.48	-9.22	107.56	20.11	20.11	423	6509	521
3	2.70	-41.63	95.55	20.11	20.11	46573	18592	2170

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.25	-35.14	-122	0.00
2	1.48	9.13	32	0.00
3	2.70	41.86	145	0.00

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_i	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° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.20	20.11	20.11	122.17	-122.17	44.52	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.40	20.11	20.11	122.17	-122.17	-38.51	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.60	20.11	20.11	122.17	-122.17	28.24	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.20	20.11	20.11	79.04	-79.04	-25.42	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.40	20.11	20.11	79.04	-79.04	28.03	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.60	20.11	20.11	79.04	-79.04	-40.24	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.25	20.11	20.11	79.04	-79.04	-44.52	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.48	20.11	20.11	79.04	-79.04	-4.61	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.70	20.11	20.11	79.04	-79.04	-25.42	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.25	20.11	20.11	79.04	-79.04	-28.24	0.00	0.20	0.00	0.000

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	98 di 106

2	1.48	20.11	20.11	79.04	-79.04	-4.01	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.70	20.11	20.11	79.04	-79.04	-40.24	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.20	20.11	20.11	122.17	-122.17	45.14	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.40	20.11	20.11	122.17	-122.17	-40.31	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.60	20.11	20.11	122.17	-122.17	24.57	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.20	20.11	20.11	79.04	-79.04	-27.59	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.40	20.11	20.11	79.04	-79.04	30.38	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.60	20.11	20.11	79.04	-79.04	-37.92	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.25	20.11	20.11	79.04	-79.04	-45.14	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.48	20.11	20.11	79.04	-79.04	-5.06	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.70	20.11	20.11	79.04	-79.04	-27.59	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.25	20.11	20.11	79.04	-79.04	-24.57	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.48	20.11	20.11	79.04	-79.04	-7.66	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.70	20.11	20.11	79.04	-79.04	-37.92	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.20	20.11	20.11	122.17	-122.17	39.94	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.40	20.11	20.11	122.17	-122.17	-38.44	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.60	20.11	20.11	122.17	-122.17	26.92	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.20	20.11	20.11	79.04	-79.04	-31.63	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.40	20.11	20.11	79.04	-79.04	20.22	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.60	20.11	20.11	79.04	-79.04	-43.48	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.25	20.11	20.11	79.04	-79.04	-39.94	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.48	20.11	20.11	79.04	-79.04	-6.78	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.70	20.11	20.11	79.04	-79.04	-31.63	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.25	20.11	20.11	79.04	-79.04	-26.92	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.48	20.11	20.11	79.04	-79.04	-6.30	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.70	20.11	20.11	79.04	-79.04	-43.48	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.20	20.11	20.11	122.17	-122.17	40.43	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.40	20.11	20.11	122.17	-122.17	-39.88	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.60	20.11	20.11	122.17	-122.17	23.98	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.20	20.11	20.11	79.04	-79.04	-33.36	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.40	20.11	20.11	79.04	-79.04	22.10	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.60	20.11	20.11	79.04	-79.04	-41.63	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	100 di 106

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.25	20.11	20.11	79.04	-79.04	-40.43	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.48	20.11	20.11	79.04	-79.04	-7.14	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.70	20.11	20.11	79.04	-79.04	-33.36	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.25	20.11	20.11	79.04	-79.04	-23.98	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.48	20.11	20.11	79.04	-79.04	-9.22	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.70	20.11	20.11	79.04	-79.04	-41.63	0.00	0.20	0.00	0.000

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]
0.20	-90.94	-30.38	-171.34	-75.60	44.42	75.74
1.40	10.16	57.42	-79.96	4.33	44.42	75.74
2.60	-37.64	17.13	94.94	173.06	44.42	77.40

Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.20	-44.49	-1.01	54.53	143.39	31.76	57.42
1.40	17.04	43.31	-24.70	0.00	31.76	62.12
2.60	-60.40	-23.71	-151.15	-75.69	31.76	71.17

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.25	-90.94	-30.38	44.43	137.16	75.60	175.83
1.48	-8.69	14.43	0.16	34.59	65.07	159.61
2.70	-44.49	-1.01	-57.42	-31.76	54.53	143.39

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.25	-37.64	17.13	-66.40	-7.95	99.72	183.59
1.48	-11.52	1.16	-0.97	33.37	87.71	167.37
2.70	-60.40	-23.71	31.76	71.17	75.69	151.15

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{\min} [kPa]	σ_{\max} [kPa]
0.20	0	135
1.40	52	162
2.60	96	315

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.20	20.11	20.11	4.12
1.40	20.11	20.11	7.03
2.60	20.11	20.11	6.50

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.20	210.26	0.00	0.00	0.00
1.40	210.26	0.00	0.00	0.00
2.60	210.26	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.20	20.11	20.11	4.81
1.40	20.11	20.11	6.86
2.60	20.11	20.11	4.73

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.20	184.74	0.00	0.00	0.00
1.40	185.90	0.00	0.00	0.00
2.60	187.05	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	103 di 106

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.25	20.11	20.11	3.08
1.48	20.11	20.11	18.82
2.70	20.11	20.11	6.64

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.25	198.92	0.00	0.00	0.00
1.48	196.85	0.00	0.00	0.00
2.70	194.78	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.25	20.11	20.11	7.55
1.48	20.11	20.11	26.42
2.70	20.11	20.11	5.33

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.25	201.38	0.00	0.00	0.00
1.48	199.32	0.00	0.00	0.00
2.70	197.25	0.00	0.00	0.00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.20	20.11	20.11	1527	45191	13662
1.40	20.11	20.11	1367	12369	39589
2.60	20.11	20.11	1049	28265	9732

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	104 di 106

X	τ_c	A_{sw}
0.20	-329	0.00
1.40	-22	0.00
2.60	332	0.00

Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.20	20.11	20.11	1721	13271	45295
1.40	20.11	20.11	1569	40778	12185
2.60	20.11	20.11	2240	17068	60078

X	τ_c	A_{sw}
0.20	354	0.00
1.40	-21	0.00
2.60	-372	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.25	20.11	20.11	2359	21104	46262
1.48	20.11	20.11	456	5850	2152
2.70	20.11	20.11	1744	15742	32878

Y	τ_c	A_{sw}
0.25	215	0.00
1.48	20	0.00
2.70	-145	0.00

IN27 - Tombino alla pk 13+520: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN2700 001	A	105 di 106

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Y	A _{ri}	A _{fs}	σ _c	σ _{ri}	σ _{fs}
0.25	20.11	20.11	1611	15147	28206
1.48	20.11	20.11	521	6509	2604
2.70	20.11	20.11	2268	19481	48335

Y	τ _c	A _{sw}
0.25	-167	0.00
1.48	32	0.00
2.70	174	0.00

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_v</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_v	FS
1	20.72	10.66	6.77	31.71	13.17	7.04	1798	5034.85	387.55	12.99
2	20.72	10.66	6.77	32.14	13.35	7.41	1870	5236.69	369.27	14.18
3	20.72	10.66	6.77	29.84	12.39	5.48	1717	4807.83	388.88	12.36
4	20.72	10.66	6.77	14.86	6.17	0.40	324	906.09	226.52	4.00
5	20.72	10.66	6.77	30.65	12.73	6.13	1803	5048.44	370.27	13.63
6	20.72	10.66	6.77	14.57	6.05	0.49	321	899.58	226.71	3.97
7	20.72	10.66	6.77	16.14	6.70	0.11	404	1132.37	251.38	4.50
8	20.72	10.66	6.77	15.86	6.58	0.16	401	1121.76	251.56	4.46