

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia alla pk 19+331-Viabilità NV16

Relazione di calcolo Muri di appoggio

SCALA:

-

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

RS3E 50 D 78 CL SL0200 002 A

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

File:RS3E50D78CLSL0200002A.doc

n. Elab.: 72

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Tecnica
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Danilo Tiberti

Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10478



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	2 di 64

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 Peso proprio (cond. di carico 1)	19
	8.2.2 Permanenti (cond. di carico 2)	20
	8.2.3 Spinta del terreno (cond. di carico 3/4)	20
	8.2.4 Spinta in presenza di falda (cond. di carico 5)	20
	8.2.5 Azioni Sismiche (cond. di carico 6/7)	21
8.3	APPROCCI PROGETTUALI E METODI DI VERIFICA	22
8.4	COMBINAZIONI DI CARICO	22
8.5	CARICO LIMITE DI FONDAZIONI DIRETTE	22
9.	RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE	24



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di approccio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	3 di 64

9.1	MODELLO DI CALCOLO.....	24
9.2	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO.....	26
9.3	ARMATURE DI PROGETTO.....	28
9.4	VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE.....	28
9.5	VERIFICHE GEOTECNICHE	29
10.	TABULATI DI CALCOLO	30



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	4 di 64

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 "SOTTOVIA".

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 ai muri di appoggio al Sottovia SL02 previsto lungo l'asse principale di progetto in corrispondenza della pk. 19+331 a risoluzione dell'interferenza con la viabilità NV16.

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

I muri di appoggio allo scatolare in esame sono costituiti da muri andatori ad "U" terminanti con dei muretti di sostegno aventi altezza del paramento non superiore ai 3.0m. Nella presente relazione si riportano le verifiche strutturali e geotecniche dei muri ad "U" rimandando alla relazione di calcolo specifica per la verifica dei muri di sostegno ("RS3E50D78CLMU0000002A" Muri tipo C).

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]	B (m)	S _p (m)	H _p (m)	S _F (m)
SL03	MURO AD "U"	19+331	9.6	0.85	var. 2.17 – 8.15	1.0

Dove si è indicato con:

B : Larghezza dell'opera (comprensiva dello spessore dei piedritti)

H_p: Altezza piedritti da estradosso fondazione

S_p, S_F : Spessore piedritti, fondazione

Data la variabilità in altezza dei muri ad U, la sezione di calcolo analizzata ha una altezza pari a circa il 90% dell'altezza massima: $H_{p,cal} = 0.9H_p \approx 7.30$ m.

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	5 di 64

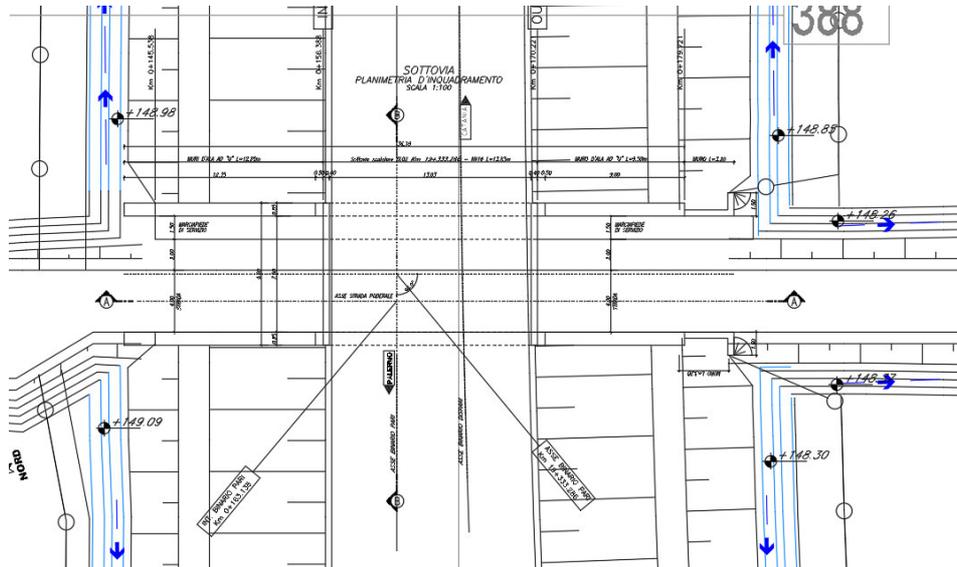


Figura 1 – Inquadramento planimetrico

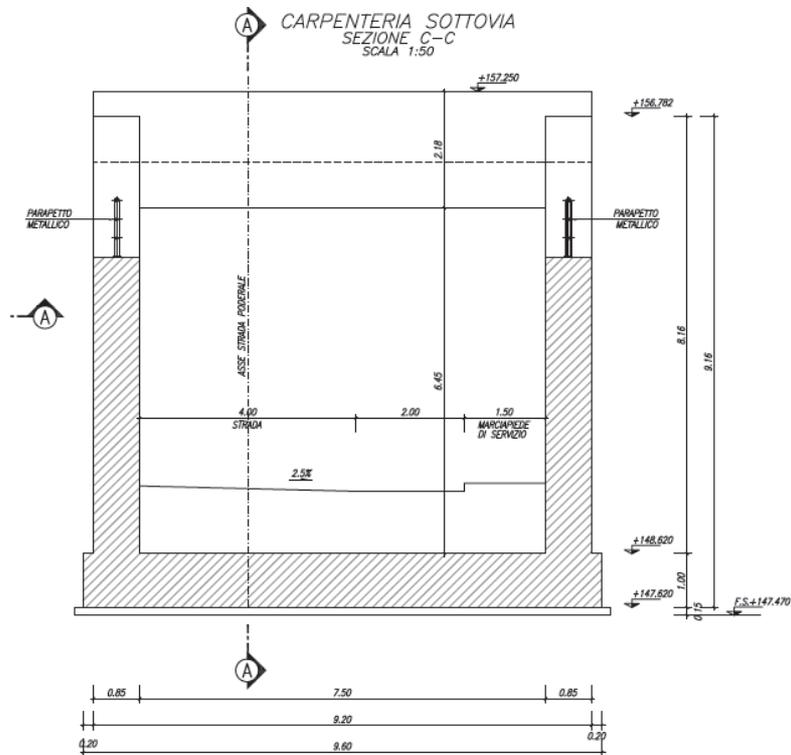


Figura 2 – Sezione trasversale tipo

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	6 di 64

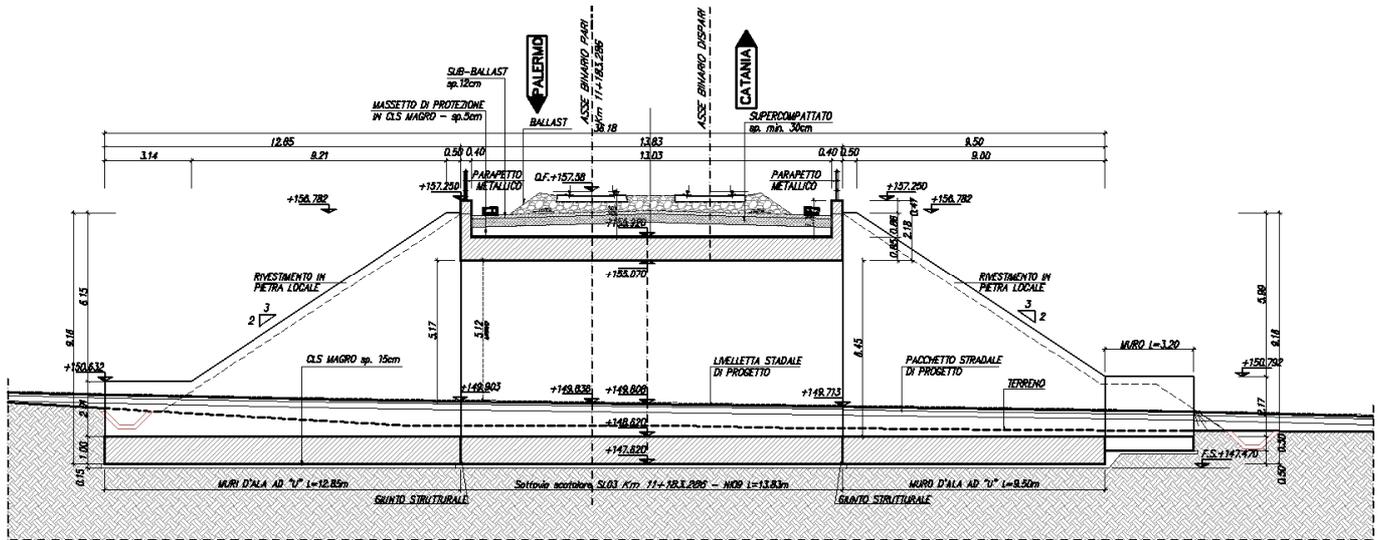


Figura 3 – Sezione Longitudinale

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	SOTTOVIA					
SL02 - Sottovia viabilità NV16. Relazione di calcolo Muri di appoggio	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO SL0200 002	REV. A	FOGLIO 7 di 64

4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1 Documenti Referenziati

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

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 (RFIDTCSICSSPIFS005 B - rev 22/12/2017)



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	8 di 64

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 presenta le seguenti proprietà:

Unità bbc – Depositi alluvionali recenti coesivi (limoso argillosi)

$\gamma_{\text{nat}} = 19.0 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 10 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 19 \div 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 40 \div 250 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$k = 5 \cdot 10^{-8} \div 4 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$	coefficiente di permeabilità
$G_0 = 25 \div 150 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_0 = 70 \div 350 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

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_0).

Per il terreno di rinfianco, 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 $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$;

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

Il livello di falda locale è posto a circa 11.0 - 12.0 m dal piano campagna locale 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 Rinfianco	Terreno da rilevato ferroviario	20	38	0	50	0
Terreno di Fondazione	bbc	19.5	23	5	80	10161

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

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 $E = E_0 / (3 \div 5)$.

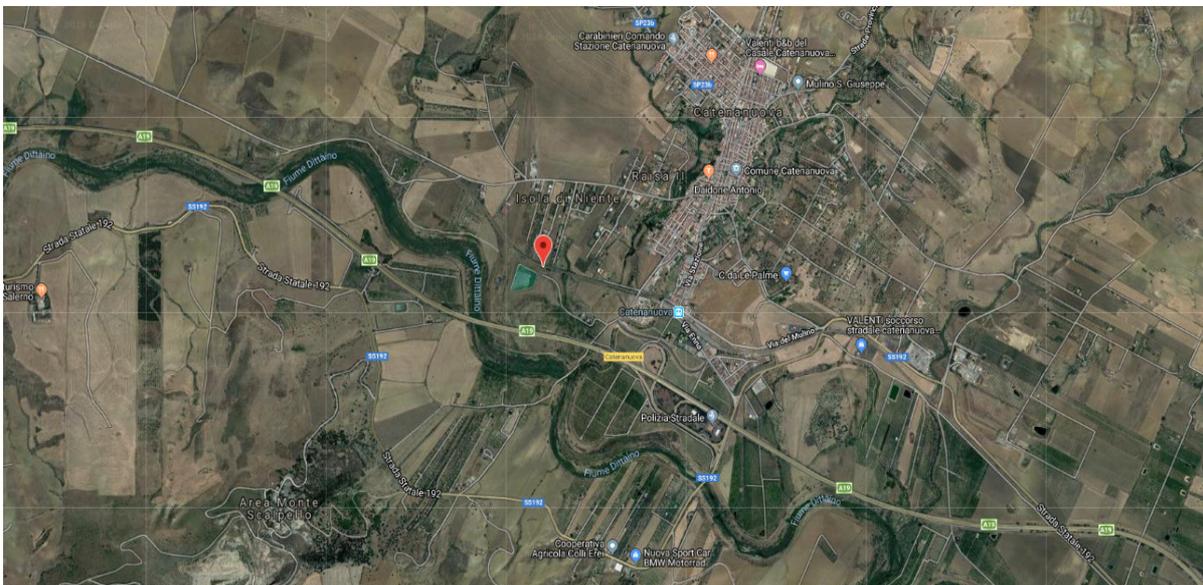
Di seguito si riportano, in forma tabellare, i risultati delle valutazioni effettuate per il caso in esame, sulla scorta del valore di progetto di E attribuito allo strato di Fondazione, avendo considerato una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaboranti:

$E'(\text{KN/m}^2) =$	80000
$n =$	0.25
$B \text{ (m)} =$	9.6
$L \text{ (m)} =$	10
$c_t =$	0.87
$K_w \text{ [kN/m}^3] =$	10161

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	37.571
LONGITUDINE	14.66
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

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	11 di 64

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 $V_N = 75$.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	SOTTOVIA					
SL02 - Sottovia viabilità NV16. Relazione di calcolo Muri di appoggio	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO SL0200 002	REV. A	FOGLIO 12 di 64

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:

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

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

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	15 di 64

Nel caso in esame:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

C

CATEGORIA TOPOGRAFICA

T1

6.6 Parametri sismici di calcolo

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_q	0.166 g
F_o	2.517
T_C^*	0.531 s
S_S	1.449
C_C	1.294
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.449
η	1.000
T_B	0.229 s
T_C	0.687 s
T_D	2.265 s

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	16 di 64

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)	$\sigma_c = 0.55f_{ck} = 16.5 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara)
Tensione massima di compressione in esercizio (NTC 2008)	$\sigma_c = 0.60f_{ck} = 18.0 \text{ MPa}$ 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 s_f dovrà rispettare i seguenti limiti:

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	17 di 64

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ 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 $w_1=0,20 \text{ mm}$ 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.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	18 di 64

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 14.0” 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.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	19 di 64

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

Per quanto riguarda tuttavia la condizione 7, proposta di default dal software di calcolo utilizzato, nel caso in esame non assume 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. $\gamma_{cls} = 25 \text{ KN/m}^3$.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	20 di 64

8.2.2 Permanenti (cond. di carico 2)

Il ricoprimento dato dal Ballast all'interno del muro ad U è stato considerato come peso permanente non strutturale G2 sulla base del peso specifico del terreno di riempimento (16 kN/m²) valutato con uno spessore di circa 1.2m: G2 = 16 kN/m² x 1.2m ≈ 19.2 kN/m².

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 deformativa 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.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	21 di 64

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:

$$k_h = a_{max} / g ; \quad k_v = \pm 0,5 * k_h ;$$

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	C	0.166	1.449	0.242	(-)	(-)
					1.00	0.242

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.

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: $\Delta S_E = K_h \cdot \gamma \cdot H^2$

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	SOTTOVIA					
SL02 - Sottovia viabilità NV16. Relazione di calcolo Muri di appoggio	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO SL0200 002	REV. A	FOGLIO 22 di 64

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.

8.3 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 ;

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
- c_a Adesione lungo la base della fondazione ($c_a \leq c$)
- 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 $K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$
 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
 q_{ult} 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:

$$\begin{aligned}
 N_q &= e^{\pi \tan \phi} K_p \\
 N_c &= (N_q - 1) \cot \phi \\
 N_\gamma &= (N_q - 1) \tan(1.4\phi)
 \end{aligned}$$

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 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 inclinazione del carico

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

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

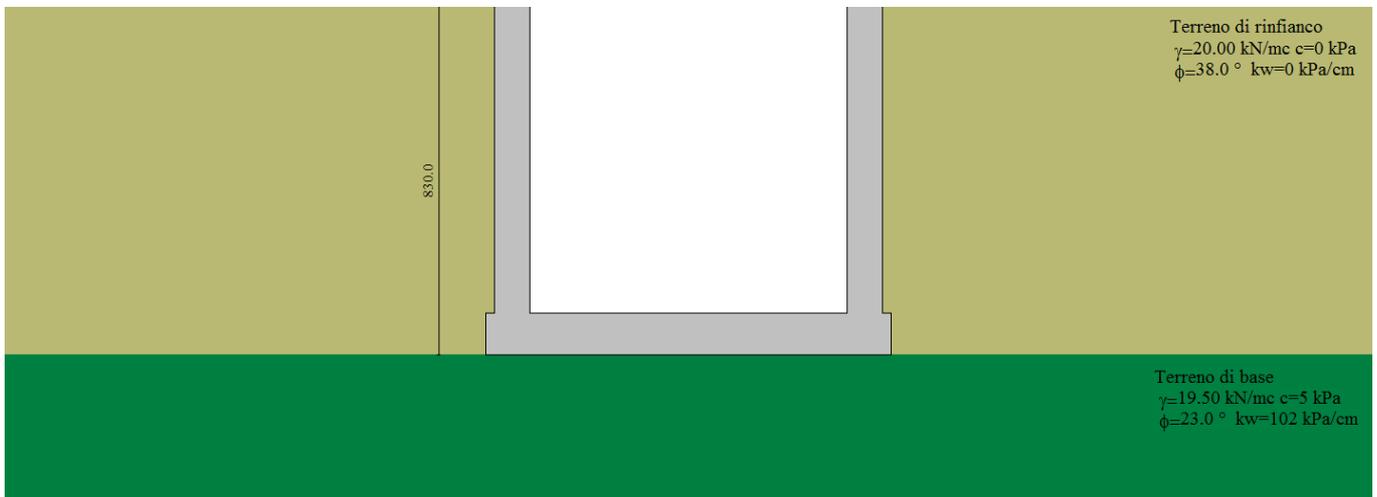
L'espressione di Meyerhof presuppone pertanto l'orizzontalità del piano di posa, condizione verificata per il caso in esame.

9. RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE

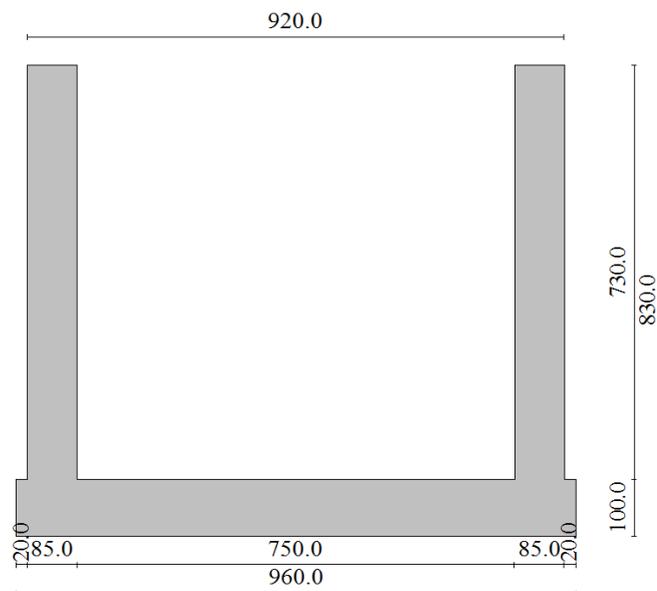
Di seguito di riporta una descrizione della modellazione effettuata mediante ausilio del software di calcolo SCAT v.14 prodotto dalla AZTEC Informativa, con una descrizione del modello strutturale implementato, sollecitazioni di calcolo ottenute e risultati delle verifiche effettuate.

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





NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di approccio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	25 di 64

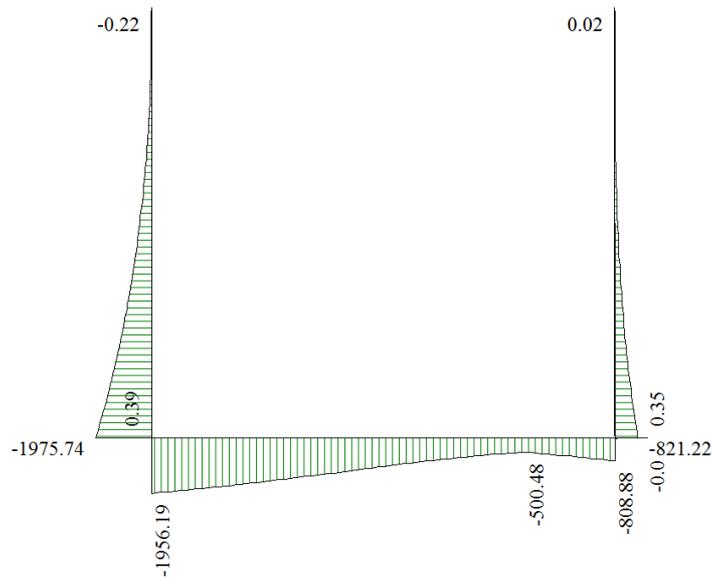
Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 2/2

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

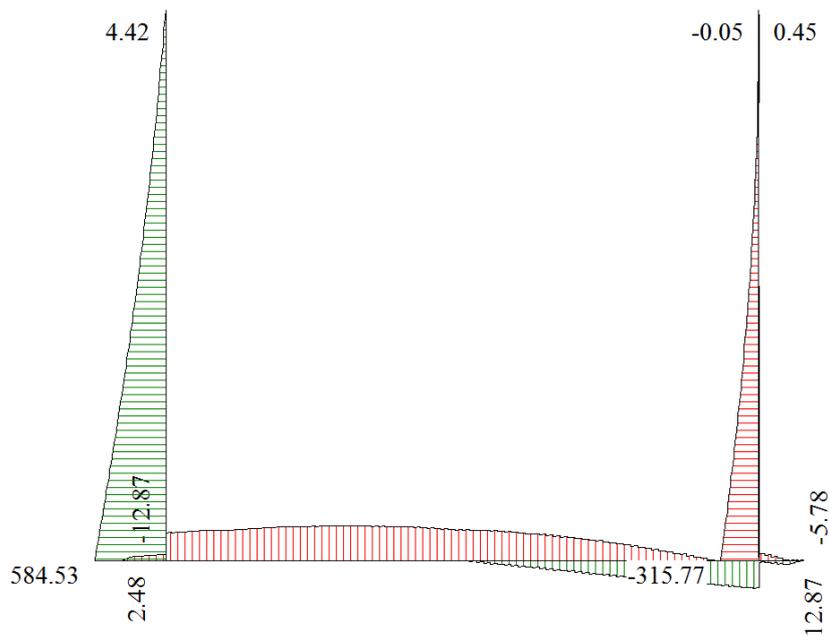
Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	26 di 64

9.2 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO



Inviluppo diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico



Inviluppo diagrammi del taglio – SLU statico e sismico



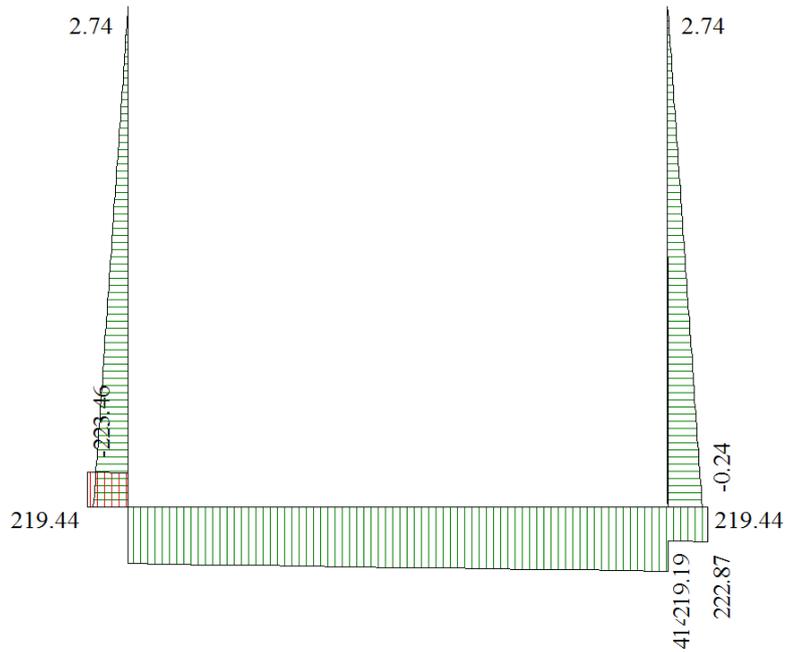
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

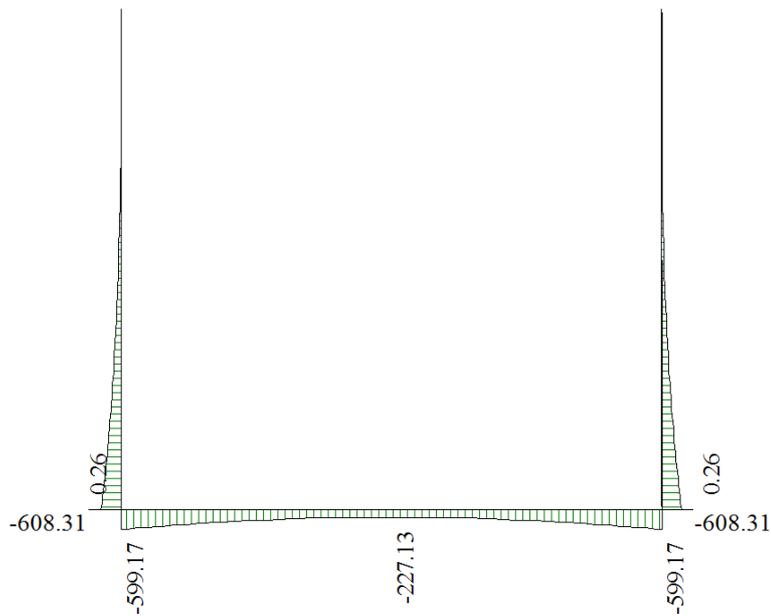
SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	27 di 64



Inviluppo diagrammi dello sforzo normale – SLU statico e sismico



Inviluppo diagrammi del momento flettente – SLE



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	28 di 64

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
PIEDRITTI	I strato: $\Phi 26/10$ cm (a tutt'altezza) II strato: $\Phi 26/10$ cm (da estradosso fondaz. fino a metà altezza piedritto)	$\Phi 26/20$ cm	Spilli $\phi 10/20 \times 20$ cm
FONDAZIONE	$\Phi 26/10$ cm	$\Phi 26/10$ cm	Spilli $\phi 10/20 \times 20$ cm

Af1 : Armatura lato esterno (terreno)

Af2 : Armatura lato interno

Per l'incidenza dell'opera oggetto della presente relazione di calcolo fare riferimento 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	475	100	85	1365.7	SI	Spilli \varnothing 10/20x20 cm
Piedritti	590	100	85	1365.7	SI	Spilli \varnothing 10/20x20 cm
Fondazione	150	100	100	1625.0	SI	Spilli \varnothing 10/20x20 cm

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 SOTTOVIA					
SL02 - Sottovia viabilità NV16. Relazione di calcolo Muri di appoggio	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO SL0200 002	REV. A	FOGLIO 30 di 64

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.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	31 di 64

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare tipo vasca	
Altezza esterna	8.30	[m]
Larghezza esterna	9.20	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.20	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.20	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.85	[m]
Spessore piedritto destro	0.85	[m]
Spessore fondazione	1.00	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di rinfiango

Descrizione	Terreno di rinfiango	
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	23.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	23.00	[°]
Coesione	5	[kPa]
Costante di Winkler	102	[kPa/cm]
Tensione limite	1000	[kPa]



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	32 di 64

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale 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

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	33 di 64

V_{i1} componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale

V_{if} componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale

D_{te} variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi

D_{ti} 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)

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

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

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

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

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	34 di 64

α_c coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e σ_{cp}

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

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

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

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

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

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

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

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure $w_1 = 0.20$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 2

Copriferro sezioni 6.00 [cm]



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	35 di 64

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}	1.00	0.80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.45	1.15
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1.20	1.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	36 di 64

Parametri

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		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_{Qi1fav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qi1sfav}$	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qi2fav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Qi2sfav}$	1.00	1.00
Termici	Favorevole	$\gamma_{\epsilon1fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\epsilon1sfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	37 di 64

	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

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

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

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

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

Combinazione n° 4 SLE (Quasi Permanente)

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

Combinazione n° 5 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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	38 di 64

Combinazione n° 6 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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	39 di 64

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]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine 37.571000

Longitudine 14.660000

Comune Agira

Provincia Enna

Regione Sicilia

Punti di interpolazione del reticolo 47638 - 47637 - 47859 - 47860



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	40 di 64

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 $a_g =$	1.63 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.45
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 24.05$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 12.03$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.66 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 10.11$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 5.06$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Wood
Angolo diffusione sovraccarico	38.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.384	0.000
2	0.384	0.719
3	0.384	0.719
4	0.384	0.000
5	0.384	0.000



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	41 di 64

6 0.384 0.000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	102
Numero elementi piedritto sinistro	80
Numero elementi piedritto destro	80
Numero molle piedritto sinistro	81
Numero molle piedritto destro	81

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	2.4757	-0.2380
2.43	-472.1060	-133.8991	315.5358
4.80	-306.6321	4.5732	315.5358
7.17	-472.1060	142.6796	315.5358
9.60	0.0000	-2.4757	-0.2380

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-821.2173	315.7738	219.4395
2.45	-346.5308	177.6417	164.5797
4.40	-102.7292	78.9687	109.7198
6.35	-12.8674	19.7548	54.8599
8.30	0.0000	0.0000	0.0000

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-821.2173	-315.7738	219.4395
2.45	-346.5308	-177.6417	164.5797
4.40	-102.7292	-78.9687	109.7198
6.35	-12.8674	-19.7548	54.8599



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	42 di 64

8.30 0.0000 0.0000 0.0000

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	0.0000	-223.4593
2.43	-1585.5516	-224.6446	375.4085
4.80	-1000.6930	-252.3310	389.3752
7.17	-519.4045	-118.0581	403.3419
9.60	0.0000	-5.7777	222.8719

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-1975.7356	584.5287	142.9991
2.45	-1025.8669	394.5531	107.2493
4.40	-417.9523	233.8064	71.4995
6.35	-94.9955	102.2887	35.7498
8.30	0.0000	0.0000	0.0000

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-455.8292	-194.8091	142.9991
2.45	-170.9195	-102.2634	107.2493
4.40	-37.9757	-38.9467	71.4995
6.35	-0.0014	-4.8589	35.7498
8.30	0.0000	0.0000	0.0000

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	0.0000	-223.4593
2.43	-1497.4850	-277.8449	375.4085
4.80	-840.8348	-245.0915	389.3752
7.17	-430.5863	-71.2835	403.3419
9.60	0.0000	-5.5546	222.8719

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	43 di 64

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-1975.7356	584.5287	182.0965
2.45	-1025.8669	394.5531	136.5724
4.40	-417.9523	233.8064	91.0483
6.35	-94.9955	102.2887	45.5241
8.30	0.0000	0.0000	0.0000

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-455.8292	-194.8091	182.0965
2.45	-170.9195	-102.2634	136.5724
4.40	-37.9757	-38.9467	91.0483
6.35	-0.0014	-4.8589	45.5241
8.30	0.0000	0.0000	0.0000

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	1.8338	-0.1763
2.43	-349.7082	-99.1845	233.7302
4.80	-227.1349	3.3875	233.7302
7.17	-349.7082	105.6886	233.7302
9.60	0.0000	-1.8338	-0.1763

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-608.3091	233.9065	162.5478
2.45	-256.6895	131.5865	121.9109
4.40	-76.0957	58.4954	81.2739
6.35	-9.5314	14.6332	40.6370
8.30	0.0000	0.0000	0.0000

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	44 di 64

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-608.3091	-233.9065	162.5478
2.45	-256.6895	-131.5865	121.9109
4.40	-76.0957	-58.4954	81.2739
6.35	-9.5314	-14.6332	40.6370
8.30	0.0000	0.0000	0.0000

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	1.8338	-0.1763
2.43	-349.7082	-99.1845	233.7302
4.80	-227.1349	3.3875	233.7302
7.17	-349.7082	105.6886	233.7302
9.60	0.0000	-1.8338	-0.1763

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-608.3091	233.9065	162.5478
2.45	-256.6895	131.5865	121.9109
4.40	-76.0957	58.4954	81.2739
6.35	-9.5314	14.6332	40.6370
8.30	0.0000	0.0000	0.0000

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-608.3091	-233.9065	162.5478
2.45	-256.6895	-131.5865	121.9109
4.40	-76.0957	-58.4954	81.2739
6.35	-9.5314	-14.6332	40.6370
8.30	0.0000	0.0000	0.0000

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	45 di 64

Relazione di calcolo Muri di appoggio

0.00	0.0000	1.8338	-0.1763
2.43	-349.7082	-99.1845	233.7302
4.80	-227.1349	3.3875	233.7302
7.17	-349.7082	105.6886	233.7302
9.60	0.0000	-1.8338	-0.1763

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-608.3091	233.9065	162.5478
2.45	-256.6895	131.5865	121.9109
4.40	-76.0957	58.4954	81.2739
6.35	-9.5314	14.6332	40.6370
8.30	0.0000	0.0000	0.0000

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-608.3091	-233.9065	162.5478
2.45	-256.6895	-131.5865	121.9109
4.40	-76.0957	-58.4954	81.2739
6.35	-9.5314	-14.6332	40.6370
8.30	0.0000	0.0000	0.0000

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	46 di 64

Pressioni terreno

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	74
2.43	89
4.80	93
7.17	89
9.60	74

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	0
2.43	0
4.80	39
7.17	112
9.60	173

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	0
2.43	2
4.80	73
7.17	124
9.60	167

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	55
2.43	66
4.80	69
7.17	66
9.60	55

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	47 di 64

0.00	55
2.43	66
4.80	69
7.17	66
9.60	55

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	55
2.43	66
4.80	69
7.17	66
9.60	55

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	48 di 64

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 cmq
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in cmq
CS	Coeff. di sicurezza sezione
V_{rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN
V_{rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
V_{rd}	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
A_{sv}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

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

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 100$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.00	0.00 (-2.09)	-0.24	-38.65	-1824.31	53.09	53.09	162.37
2	2.43	472.11 (585.38)	315.54	1278.36	2371.62	53.09	53.09	4.05
3	4.80	306.63 (310.50)	315.54	3067.25	3018.31	53.09	53.09	9.72
4	7.17	472.11 (592.81)	315.54	1257.80	2363.10	53.09	53.09	3.99
5	9.60	0.00 (-2.09)	-0.24	-38.65	-1824.31	53.09	53.09	162.37

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

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 85.00$ cm

Verifiche presso-flessione



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	49 di 64

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.50	-821.22 (-821.22)	219.44	792.71	-2966.60	26.55	106.19	3.61
2	2.45	-346.53 (-472.83)	164.58	1043.61	-2998.26	26.55	106.19	6.34
3	4.40	-102.73 (-158.88)	109.72	1324.07	-1917.27	26.55	53.09	12.07
4	6.35	-12.87 (-26.91)	54.86	4772.48	-2341.27	26.55	53.09	86.99
5	8.30	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	26.55	53.09	1000.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 85.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.50	-821.22 (-821.22)	219.44	792.71	-2966.60	26.55	106.19	3.61
2	2.45	-346.53 (-472.83)	164.58	1043.61	-2998.26	26.55	106.19	6.34
3	4.40	-102.73 (-158.88)	109.72	1324.07	-1917.27	26.55	53.09	12.07
4	6.35	-12.87 (-26.91)	54.86	4772.48	-2341.27	26.55	53.09	86.99
5	8.30	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	26.55	53.09	1000.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 100 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.00	0.00 (0.00)	-223.46	-3779.53	-166.44	53.09	53.09	16.94
2	2.43	1585.55 (1775.60)	375.41	426.75	2008.43	53.09	53.09	1.14
3	4.80	1000.69 (1214.16)	389.38	681.13	2123.93	53.09	53.09	1.75
4	7.17	519.40 (619.28)	403.34	1643.20	2522.94	53.09	53.09	4.07
5	9.60	0.00 (-4.89)	222.87	15231.76	313.27	53.09	53.09	68.46

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 85.00 cm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	50 di 64

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.50	-1975.74 (-1975.74)	143.00	209.39	-2892.97	26.55	106.19	1.46
2	2.45	-1025.87 (-1306.39)	107.25	237.79	-2896.56	26.55	106.19	2.22
3	4.40	-417.95 (-584.19)	71.50	193.67	-1582.37	26.55	53.09	2.71
4	6.35	-95.00 (-167.72)	35.75	346.96	-1627.79	26.55	53.09	9.71
5	8.30	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	26.55	53.09	1000.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 85.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.50	-455.83 (-455.83)	143.00	936.34	-2984.73	26.55	106.19	6.55
2	2.45	-170.92 (-243.63)	107.25	1336.14	-3035.19	26.55	106.19	12.46
3	4.40	-37.98 (-65.67)	71.50	2345.31	-2153.98	26.55	53.09	32.80
4	6.35	0.00 (-3.46)	35.75	10782.10	-1042.33	26.55	53.09	301.60
5	8.30	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	26.55	53.09	1000.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 100 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.00	0.00 (0.00)	-223.46	-3767.55	-171.75	53.09	53.09	16.89
2	2.43	1497.49 (1732.54)	375.41	438.40	2023.26	53.09	53.09	1.17
3	4.80	840.83 (1048.18)	389.38	808.63	2176.81	53.09	53.09	2.08
4	7.17	430.59 (490.89)	403.34	2270.26	2763.05	53.09	53.09	5.63
5	9.60	0.00 (-4.70)	222.87	15207.94	-348.58	53.09	53.09	68.36

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

Base sezione B = 100 cm

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	51 di 64

Altezza sezione H = 85.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.50	-1975.74 (-1975.74)	182.10	267.31	-2900.28	26.55	106.19	1.47
2	2.45	-1025.87 (-1306.39)	136.57	303.68	-2904.87	26.55	106.19	2.22
3	4.40	-417.95 (-584.19)	91.05	249.18	-1598.82	26.55	53.09	2.74
4	6.35	-95.00 (-167.72)	45.52	450.12	-1658.35	26.55	53.09	9.89
5	8.30	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	26.55	53.09	1000.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 85.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.50	-455.83 (-455.83)	182.10	1205.94	-3018.75	26.55	106.19	6.62
2	2.45	-170.92 (-243.63)	136.57	1729.27	-3084.81	26.55	106.19	12.66
3	4.40	-37.98 (-65.67)	91.05	3152.62	-2273.77	26.55	53.09	34.63
4	6.35	0.00 (-3.46)	45.52	11376.44	-863.66	26.55	53.09	249.90
5	8.30	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	26.55	53.09	1000.00

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 cmq
A _{fs}	Area armatura superiore, espressa in cmq
σ _{fi}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in kPa
σ _{fs}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in kPa
σ _c	Tensione nel calcestruzzo, espresse in kPa



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	52 di 64

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in kPa

A_{sw} Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm²

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 100 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.00	0.00	-0.18	53.09	53.09	72	14	1
2	2.43	349.71	233.73	53.09	53.09	27914	57510	2249
3	4.80	227.13	233.73	53.09	53.09	19160	31167	1506
4	7.17	349.71	233.73	53.09	53.09	27914	57510	2249
5	9.60	0.00	-0.18	53.09	53.09	72	14	1

Verifiche taglio

N°	X	A_{sw}	V	τ_c
1	0.00	0.00	1.83	-12
2	2.43	0.00	-99.18	-124
3	4.80	0.00	3.39	4
4	7.17	0.00	105.69	132
5	9.60	0.00	-1.83	12

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 4 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 85.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.50	-608.31	162.55	26.55	106.19	77606	56906	4531
2	2.45	-256.69	121.91	26.55	106.19	30783	25026	1974
3	4.40	-76.10	81.27	26.55	53.09	13905	9242	743
4	6.35	-9.53	40.64	26.55	53.09	269	1528	112
5	8.30	0.00	0.00	26.55	53.09	0	0	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	53 di 64

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.50	0.00	233.91	348
2	2.45	0.00	131.59	196
3	4.40	0.00	58.50	87
4	6.35	0.00	14.63	22
5	8.30	0.00	0.00	0

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 4 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 85.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.50	-608.31	162.55	26.55	106.19	77606	56906	4531
2	2.45	-256.69	121.91	26.55	106.19	30783	25026	1974
3	4.40	-76.10	81.27	26.55	53.09	13905	9242	743
4	6.35	-9.53	40.64	26.55	53.09	269	1528	112
5	8.30	0.00	0.00	26.55	53.09	0	0	0

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.50	0.00	-233.91	-348
2	2.45	0.00	-131.59	-196
3	4.40	0.00	-58.50	-87
4	6.35	0.00	-14.63	-22
5	8.30	0.00	0.00	0

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 100 cm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	54 di 64

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.00	0.00	-0.18	53.09	53.09	72	14	1
2	2.43	349.71	233.73	53.09	53.09	27914	57510	2249
3	4.80	227.13	233.73	53.09	53.09	19160	31167	1506
4	7.17	349.71	233.73	53.09	53.09	27914	57510	2249
5	9.60	0.00	-0.18	53.09	53.09	72	14	1

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.00	0.00	1.83	-12
2	2.43	0.00	-99.18	-124
3	4.80	0.00	3.39	4
4	7.17	0.00	105.69	132
5	9.60	0.00	-1.83	12

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 5 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 85.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.50	-608.31	162.55	26.55	106.19	77606	56906	4531
2	2.45	-256.69	121.91	26.55	106.19	30783	25026	1974
3	4.40	-76.10	81.27	26.55	53.09	13905	9242	743
4	6.35	-9.53	40.64	26.55	53.09	269	1528	112
5	8.30	0.00	0.00	26.55	53.09	0	0	0

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.50	0.00	233.91	348
2	2.45	0.00	131.59	196



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	55 di 64

3	4.40	0.00	58.50	87
4	6.35	0.00	14.63	22
5	8.30	0.00	0.00	0

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 5 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 85.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.50	-608.31	162.55	26.55	106.19	77606	56906	4531
2	2.45	-256.69	121.91	26.55	106.19	30783	25026	1974
3	4.40	-76.10	81.27	26.55	53.09	13905	9242	743
4	6.35	-9.53	40.64	26.55	53.09	269	1528	112
5	8.30	0.00	0.00	26.55	53.09	0	0	0

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.50	0.00	-233.91	-348
2	2.45	0.00	-131.59	-196
3	4.40	0.00	-58.50	-87
4	6.35	0.00	-14.63	-22
5	8.30	0.00	0.00	0

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 6 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 100 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.00	0.00	-0.18	53.09	53.09	72	14	1
2	2.43	349.71	233.73	53.09	53.09	27914	57510	2249
3	4.80	227.13	233.73	53.09	53.09	19160	31167	1506



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	56 di 64

4	7.17	349.71	233.73	53.09	53.09	27914	57510	2249
5	9.60	0.00	-0.18	53.09	53.09	72	14	1

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.00	0.00	1.83	-12
2	2.43	0.00	-99.18	-124
3	4.80	0.00	3.39	4
4	7.17	0.00	105.69	132
5	9.60	0.00	-1.83	12

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 6 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 85.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.50	-608.31	162.55	26.55	106.19	77606	56906	4531
2	2.45	-256.69	121.91	26.55	106.19	30783	25026	1974
3	4.40	-76.10	81.27	26.55	53.09	13905	9242	743
4	6.35	-9.53	40.64	26.55	53.09	269	1528	112
5	8.30	0.00	0.00	26.55	53.09	0	0	0

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.50	0.00	233.91	348
2	2.45	0.00	131.59	196
3	4.40	0.00	58.50	87
4	6.35	0.00	14.63	22
5	8.30	0.00	0.00	0

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 6 - SLE (Rara)]



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	57 di 64

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 85.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{ri}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{ri}	σ _c
1	0.50	-608.31	162.55	26.55	106.19	77606	56906	4531
2	2.45	-256.69	121.91	26.55	106.19	30783	25026	1974
3	4.40	-76.10	81.27	26.55	53.09	13905	9242	743
4	6.35	-9.53	40.64	26.55	53.09	269	1528	112
5	8.30	0.00	0.00	26.55	53.09	0	0	0

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.50	0.00	-233.91	-348
2	2.45	0.00	-131.59	-196
3	4.40	0.00	-58.50	-87
4	6.35	0.00	-14.63	-22
5	8.30	0.00	0.00	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	58 di 64

Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

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

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 6 - SLE (Rara)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.06	53.09	53.09	535.75	-535.75	-0.26	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.43	53.09	53.09	535.75	-535.75	349.71	0.00	0.20	0.00	0.000
3	4.80	53.09	53.09	535.75	-535.75	227.13	0.00	0.20	0.00	0.000
4	7.17	53.09	53.09	535.75	-535.75	349.71	0.00	0.20	0.00	0.000
5	9.54	53.09	53.09	535.75	-535.75	-0.26	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 6 - SLE (Rara)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.50	26.55	106.19	372.03	-463.61	-608.31	0.06	0.20	129.01	0.025
2	2.45	26.55	106.19	372.03	-463.61	-256.69	0.00	0.20	0.00	0.000
3	4.40	26.55	53.09	358.99	-389.22	-76.10	0.00	0.20	0.00	0.000
4	6.35	26.55	53.09	358.99	-389.22	-9.53	0.00	0.20	0.00	0.000
5	8.30	26.55	53.09	358.99	-389.22	0.00	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 6 - SLE (Rara)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.50	26.55	106.19	372.03	-463.61	-608.31	0.06	0.20	129.01	0.025
2	2.45	26.55	106.19	372.03	-463.61	-256.69	0.00	0.20	0.00	0.000
3	4.40	26.55	53.09	358.99	-389.22	-76.10	0.00	0.20	0.00	0.000
4	6.35	26.55	53.09	358.99	-389.22	-9.53	0.00	0.20	0.00	0.000



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di approccio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	59 di 64

5 8.30 26.55 53.09 358.99 -389.22 0.00 0.00 0.20 0.00 0.000

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	60 di 64

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]
0.00	0.00	0.00	0.00	2.48	-223.46	-0.18
2.43	-1585.55	-349.71	-277.84	-99.18	233.73	375.41
4.80	-1000.69	-227.13	-252.33	4.57	233.73	389.38
7.17	-519.40	-349.71	-118.06	142.68	233.73	403.34
9.60	0.00	0.00	-5.78	-1.83	-0.24	222.87

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.50	-1975.74	-608.31	233.91	584.53	143.00	219.44
2.45	-1025.87	-256.69	131.59	394.55	107.25	164.58
4.40	-417.95	-76.10	58.50	233.81	71.50	109.72
6.35	-95.00	-9.53	14.63	102.29	35.75	54.86
8.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.50	-821.22	-455.83	-315.77	-194.81	143.00	219.44
2.45	-346.53	-170.92	-177.64	-102.26	107.25	164.58
4.40	-102.73	-37.98	-78.97	-38.95	71.50	109.72
6.35	-12.87	0.00	-19.75	-4.86	35.75	54.86
8.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{\min} [kPa]	σ_{\max} [kPa]
0.00	0	74
2.43	0	89
4.80	39	93
7.17	66	124



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	61 di 64

9.60

55

173

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 100 cm

X	A _n	A _{fs}	CS
0.00	53.09	53.09	16.89
2.43	53.09	53.09	1.14
4.80	53.09	53.09	1.75
7.17	53.09	53.09	3.99
9.60	53.09	53.09	68.36

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 85.00 cm

Y	A _n	A _{fs}	CS
0.50	26.55	106.19	1.46
2.45	26.55	106.19	2.22
4.40	26.55	53.09	2.71
6.35	26.55	53.09	9.71
8.30	26.55	53.09	1000.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 85.00 cm

Y	A _n	A _{fs}	CS
0.50	26.55	106.19	3.61
2.45	26.55	106.19	6.34
4.40	26.55	53.09	12.07
6.35	26.55	53.09	86.99



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	62 di 64

8.30 26.55 53.09 1000.00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 100 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.00	53.09	53.09	1	14	72
2.43	53.09	53.09	2249	57510	27914
4.80	53.09	53.09	1506	31167	19160
7.17	53.09	53.09	2249	57510	27914
9.60	53.09	53.09	1	14	72

X	τ _c	A _{sw}
0.00	-12	0.00
2.43	-124	0.00
4.80	4	0.00
7.17	132	0.00
9.60	12	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 85.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.50	26.55	106.19	4531	56906	77606
2.45	26.55	106.19	1974	25026	30783
4.40	26.55	53.09	743	9242	13905
6.35	26.55	53.09	112	1528	269
8.30	26.55	53.09	0	0	0

Y	τ _c	A _{sw}
0.50	348	0.00

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di appoggio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	63 di 64

2.45	196	0.00
4.40	87	0.00
6.35	22	0.00
8.30	0	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 85.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.50	26.55	106.19	4531	56906	77606
2.45	26.55	106.19	1974	25026	30783
4.40	26.55	53.09	743	9242	13905
6.35	26.55	53.09	112	1528	269
8.30	26.55	53.09	0	0	0

Y	τ _c	A _{sw}
0.50	-348	0.00
2.45	-196	0.00
4.40	-87	0.00
6.35	-22	0.00
8.30	0	0.00

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

IC Indice della combinazione

N_c, N_q, N_g Fattori di capacità portante

N_c, N_q, N_g Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.

q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]

Q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m

Q_y Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m

FS Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N _c	N _q	N _γ	N' _c	N' _q	N' _γ	q _u	Q _u	Q _y	FS
----	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------	-----------------	----------------	----------------	----------------	----



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

SOTTOVIA

SL02 - Sottovia viabilità NV16.

Relazione di calcolo Muri di approccio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0200 002	A	64 di 64

1	18.05	8.66	4.82	29.41	11.22	6.25	2595	24914.50	835.46	29.82
2	18.05	8.66	4.82	7.31	3.15	2.63	343	3292.54	551.46	5.97
3	18.05	8.66	4.82	9.12	3.92	1.04	428	4105.36	686.26	5.98