

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

RS3E 50 D 78 FV 010201 005 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	M.Piscitelli	Dicembre 2019	A. G. [Signature]	Dicembre 2019	F.Sparacino	Dicembre 2019	D. Tiberti Dicembre 2019
A				L. Fanelli [Signature]		[Signature]		

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Messina
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Donato Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10878

INDICE

1	PREMESSA	4
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	5
3	DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO	6
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
4.1	CALCESTRUZZO STRUTTURE DI FONDAZIONE E ELEVAZIONE MURI	7
4.2	ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE B450C	7
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	8
5.1	MODELLO GEOTECNICO DI PROGETTO	9
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	10
7	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA AI SENSI DEL D.M. 14-01-2008	14
7.1	METODO AGLI STATI LIMITE ED APPROCCI DI PROGETTO	14
7.2	CRITERI DI ANALISI E VERIFICA DI MURI DI SOSTEGNO	17
7.3	VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE	18
7.4	PRESCRIZIONI GENERALI PER LE VERIFICHE IN FASE SISMICA	18
9	ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI	19
9.1	PESI PROPRI E CARICHI PERMANENTI	19
9.2	CARICHI ACCIDENTALI	19
9.3	SPINTE DEL TERRENO IN FASE STATICA	19
9.4	COEFFICIENTI SISMICI	21
9.5	SPINTE DEL TERRENO IN FASE SISMICA	21
9.6	COMBINAZIONI DI CARICO	22
10	CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE	23
10.1	VERIFICHE GEOTECNICHE	23
10.1.1	Verifica allo scorrimento	23
10.1.2	Verifica a carico limite	25

10.1.3	Verifica a ribaltamento.....	27
10.1.4	Stabilità Globale.....	27
10.2	VERIFICHE STRUTTURALI.....	28
10.2.1	VERIFICHE ALLO SLU.....	28
10.2.2	VERIFICA SLE.....	30
11	RISULTATI ANALISI E VERIFICHE	32
11.1	MODELLO DI CALCOLO	32
11.1.1	Dati in input.....	32
11.1.2	Combinazioni di carico	37
11.1.3	Dati sismici.....	40
11.1.4	Opzioni di calcolo	40
11.1.5	Risultati analisi.....	42
11.2	ARMATURA DI PROGETTO	87
12	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	88

1 PREMESSA

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.

In particolare la presente relazione di calcolo fa riferimento al dimensionamento strutturale-geotecnico del muro di sostegno in c.a. gettato in opera a tergo della spalla B del sovrappasso pedonale della Nuova Stazione di Catenanuova ubicata tra le pk. 21+095 – 21+350 circa.

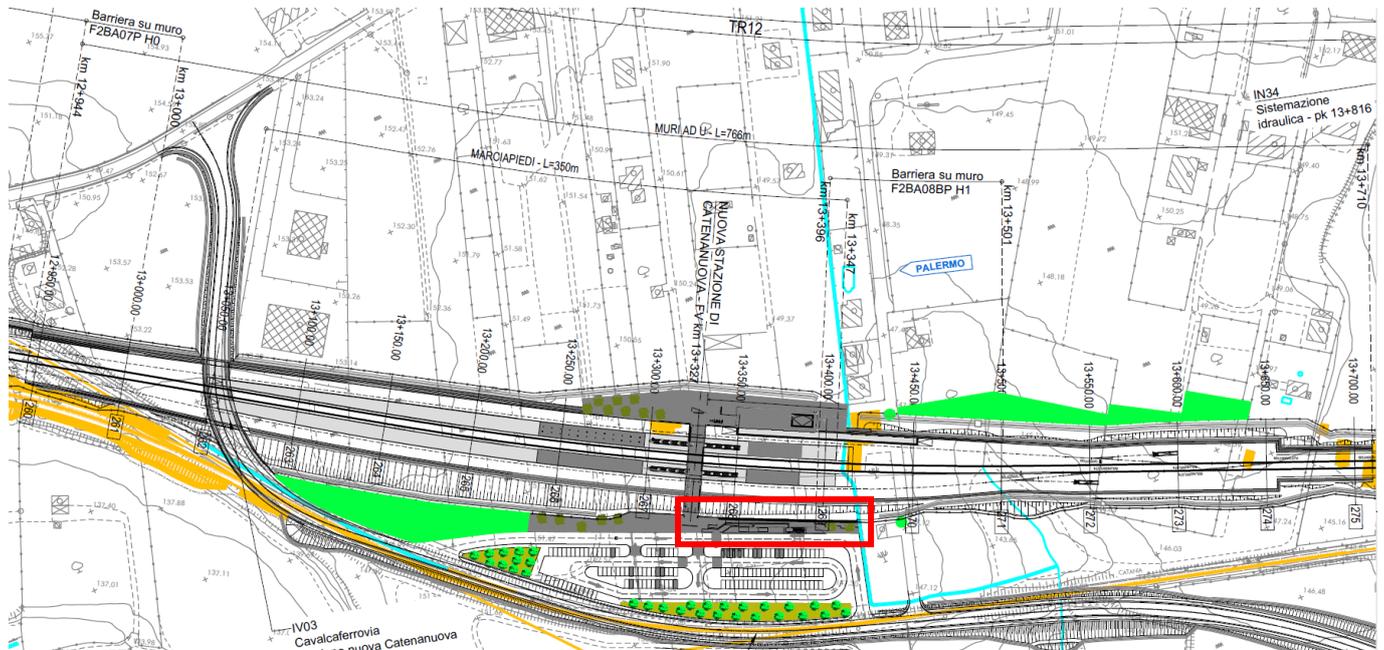


Figura 1 – Planimetria con ubicazione intervento

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il muro frontale presenta una prima porzione interamente fuori terra di altezza pari a 131 m con sezione costante di spessore pari a 35 cm e una seconda porzione, soggetta alla spinta del terreno a tergo, di altezza pari a 204 cm e spessore variabile da 43 cm in sommità a 80 cm alla base.

La zattera di fondazione presenta una lunghezza di 193 cm e uno spessore di 60 cm, con lunghezza del piede di monte pari a 56 cm.

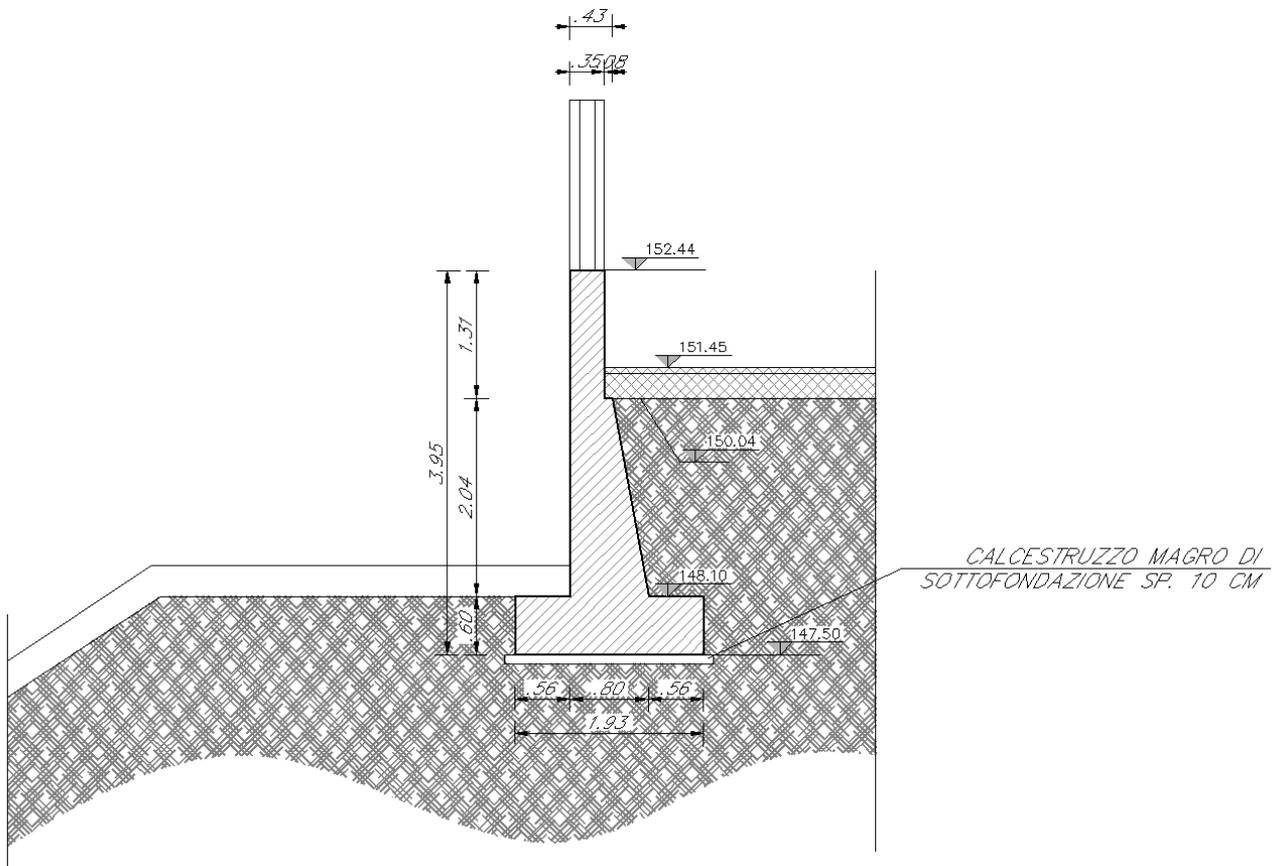


Figura 2: Sezione trasversale muro

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO STAZIONE DI CATENANUOVA					
	FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FV 01 02 005	REV. A

3 DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

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 (RFIDTCSICSSPIFS005 B - rev 22/12/2017)

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali sono ricavate con riferimento alle indicazioni contenute nei capitoli 4 e 11 del D.M. 14 gennaio 2008. Nelle tabelle che seguono sono indicate le principali caratteristiche.

4.1 Calcestruzzo Strutture di Fondazione e elevazione Muri

Per le strutture in fondazione si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione	C30/37	Classe minima di consistenza
XC3	$f_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$ $R_{ck} \geq 37 \text{ MPa}$	S3 – S4

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	37	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	30.7	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	38.7	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	20.45	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	17.4	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} [R_{ck} < 50/60]$	2.94	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2.06	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.5	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.37	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33019	N/mm ²

4.2 Acciaio Per Armature Ordinarie B450c

B450 C (controllato in stabilimento)

f_{yk} = 450 MPa tensione caratteristica di snervamento

f_{yd} = $f_{yk} / 1.15 = 391$ MPa tensione caratteristica di calcolo

E_s = 210000 MPa modulo elastico

Stato limite di esercizio SLE RARA: $\sigma_s = 0.8 f_{yk} = 360$ MPa

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per l'inquadramento Geotecnico dell'area interessata dalla realizzazione delle opere della Stazione di Catenanuova ci si è riferiti a quanto indicato nella seguente documentazione Geotecnica Generale di Progetto:

GEOTECNICA																						
Profilo longitudinale geotecnico - Tav.14 di 15		R	S	3	E	5	0	D	7	8	F	6	G	E	0	0	0	5	0	0	8	A
Profilo longitudinale geotecnico - Tav.15 di 15		R	S	3	E	5	0	D	7	8	F	6	G	E	0	0	0	5	0	0	9	A

In corrispondenza dell'opera sono state eseguite le seguenti indagini.

INDAGINI IN SITO								
Sondaggio	Profondità [m]	Quota boccaforo [m] s.l.m.	N. prove SPT	N. campioni indisturbati	N. campioni rimaneggiati	N. campioni litoidi	Piezometro TA/prova DH	Prova Lefranc, profondità [m]
S1	30.0	148.5	8	2	5	-	TA [1-9]	5
D31	30.0	139.7	6	2	8	-	DH [30]	11.5; 14.5
D32	30.0	152.0	5	3	7	-	TA [3-30]	7.5
D33	30.0	148.0	6	4	9	-	DH [30]	-
TA [m]: profondità tratto filtrante								

Inoltre è disponibile l'indagine sismica MASWV110 e le prove Down-Hole D31 e D33.

PARAMETRI GEOTECNICI

	γ [kN/m ³]	cu [kPa]	c' [kPa]	ϕ' [°]	Vs [m/s]	Go [MPa]	Eo [MPa]	E'op,1 [MPa]
bnc	19.5	75÷100	0÷5	24	170	-	150	Eo / (3÷5)
bni	19.5	-	0	37	220	-	230	Eo / (3÷5)
AAC	20.5	200	10	24	480-800 (**)	-	450-800	Eo / (3÷5)

Dove:

γ = peso di volume naturale

cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate

c' = coesione drenata

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

Vs = velocità delle onde di taglio

Go = modulo di deformazione a taglio iniziale, ovvero a piccole deformazioni

Eo = modulo di deformazione elastico iniziale, ovvero a piccole deformazioni

E'op,1 = modulo di deformazione operativo per il calcolo dei cedimenti delle opere di sostegno e delle fondazioni dirette

E'op,2 = modulo di deformazione operativo per il calcolo dei cedimenti dei rilevati.

(**) da prove sismiche (MASW e DH)

Si rimanda alla relazione geotecnica per ulteriori dettagli.

5.1 MODELLO GEOTECNICO DI PROGETTO

Lungo il tracciato, nel tratto in cui ricade la stazione Catenanuova si intercetta da p.c. una alternanza di alluvionali terrazzate coesive limoso argillose e incoerenti grossolane con spessore da 7 a 15 m di profondità dal p.c., che sovrastano la formazione argillosa di base (AAC).

Nel caso in esame si assume la seguente stratigrafia ritenuta la più gravosa tra le zone di ubicazione del muro in esame:

TERRENO	Prof. m	γ kN/m ³	c' kPa	ϕ' °	E' MPa
BNC	0 ÷ -8	19.5	5	24	30
BNI	-8.0 ÷ -10.0	19.5	0	35	80
AAC	> -10.0	20.5	10	24	120
FALDA -6.0m da PC					

Mentre per il terreno di rinfiaccio si considera cautelativamente il terreno in sito caratterizzato dall'unità BNC assumendo cautelativamente $c'=0$ in virtù del rimaneggiamento subito.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO STAZIONE DI CATENANUOVA					
	FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FV 01 02 005	REV. A

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il valore dell'accelerazione orizzontale massima in condizioni sismiche è stato definito in accordo con le norme vigenti [NTC – 2008 - § 3.2]. Secondo tali norme, l'entità dell'azione sismica è innanzitutto funzione della sismicità dell'area in cui viene costruita l'opera e del periodo di ritorno dell'azione sismica.

L'opera viene progettata in funzione di una vita nominale pari a 75 anni relativa a “opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale” e rientra nella classe d'uso III relativa a “reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza”. Moltiplicando la vita nominale per il coefficiente di classe d'uso si valuta il periodo di riferimento per l'azione sismica:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 75 \cdot 1.5 = 112.5 \text{anni}$$

In funzione dello stato limite rispetto al quale viene verificata l'opera si definisce una probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento. Per il progetto dell'opera in esame si farà essenzialmente riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV), a cui è associata una P_{VR} pari al 10% [NTC 2008– Tabella 3.2.I]. Nota le probabilità di superamento nel periodo di riferimento è possibile valutare il periodo di ritorno T_R , come previsto nell'allegato A alle norme tecniche per le costruzioni, secondo la seguente espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{112.5}{\ln(1 - 0.10)} = 1068 \text{anni}$$

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 , dipendente dall'accelerazione massima al sito a_g in condizioni rocciose e topografia orizzontale; tale parametro è uno dei tre indicatori che caratterizza la pericolosità sismica del sito ed è tanto più alto tanto più è ampio il periodo di ritorno al quale si riferisce.

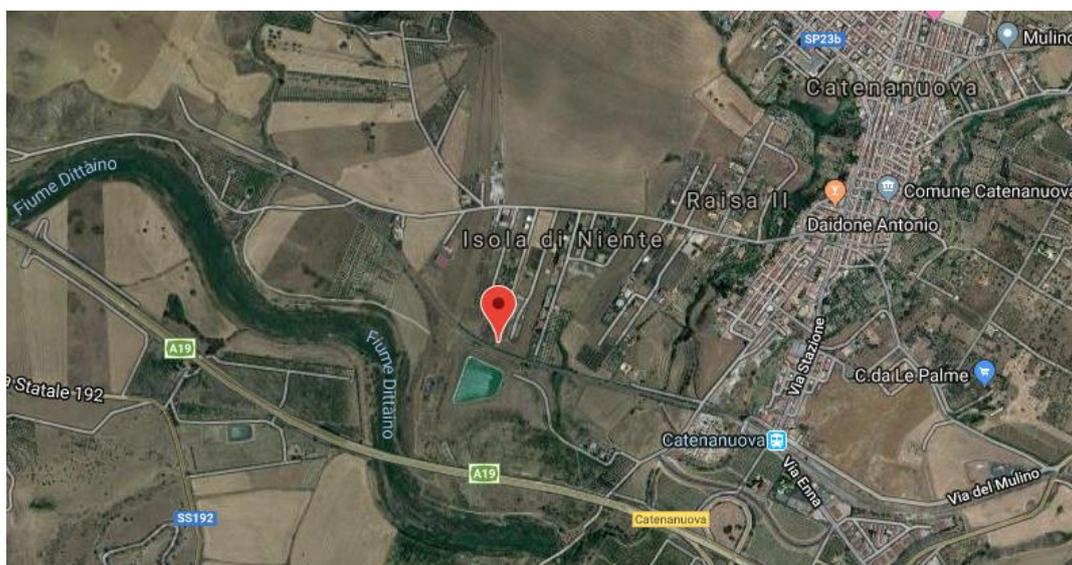
Nello specifico, la Normativa attribuisce al generico sito una pericolosità sismica mediante la definizione dei seguenti tre parametri:

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

Nel caso in esame, per la determinazione dei parametri di pericolosità sismica da utilizzare per le Analisi, si è fatto riferimento ad un punto ubicato in zona pressoché centrale rispetto all' area interessata dalla realizzazione delle

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO STAZIONE DI CATENANUOVA					
	FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FV 01 02 005	REV. A

opere della Stazione di Catenanuova, di cui nel seguito si riporta il relativo stralcio su mappa satellitare nonché la zona del reticolo della classificazione sismica nazionale nell'ambito del quale lo stesso ricade:



Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

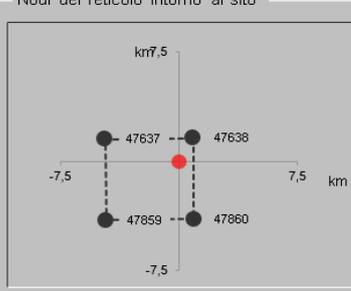
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo
 Sito esterno al reticolo
 Interpolazione su 3 nodi
 Interpolazione corretta

Interpolazione

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Figura 3 – Localizzazione del punto di riferimento per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica nel reticolo della Classificazione sismica nazionale

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO STAZIONE DI CATENANUOVA					
	FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FV 01 02 005	REV. A

Con riferimento allo stato limite di Verifica SLV, si determinano pertanto per il punto in esame, e per un periodo di ritorno dell'azione sismica $T_r = 1068$ anni, i seguenti parametri di pericolosità sismica:

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,172 g
F_0	2,506
T_C^*	0,528 s

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

In assenza di tali analisi, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo e categorie topografiche di riferimento.

Nel caso in esame, la categoria di suolo di fondazione è stata definita sulla base della conoscenza di $V_{s,30}$, come previsto dalla normativa vigente, tenendo conto dei risultati delle indagini sismiche tipo MASW e Down-hole eseguite in prossimità dell'area oggetto degli interventi, nell'ambito delle diverse campagne di indagini eseguite nel periodo 2013-2018 a supporto della progettazione; nella fattispecie, come riportato nella Relazione Geotecnica ciascuna delle prove effettuate inquadrano il sottosuolo come di tipo B dal punto di vista sismico, ovvero *“Rocce Tenere e Depositi a Grana Grossa molto addensati di terreno a grana grossa mediamente addensati e grana fine molto consistenti – V_s 360 - 800”*

Ulteriore parametro utile alla definizione della risposta sismica locale, è come detto, la categoria topografica, da individuare nell'ambito della classificazione di cui alla Tab 3.2.V della normativa vigente di seguito riportata per completezza:

Tab. 3.2.V – 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 di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Per il caso in esame, si può ritenere di riferimento la Categoria T1.

In definitiva, noti i parametri di pericolosità sismica del sito, e le categorie di Sottosuolo e Topografiche locali, è possibile determinare gli ulteriori parametri “dipendenti” definiti dalla norma per la determinazione degli spettri di risposta e/o per la determinazione delle azioni sismiche di progetto mediante i metodi pseudostatici:

Nel caso in esame si è dunque ottenuto:

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

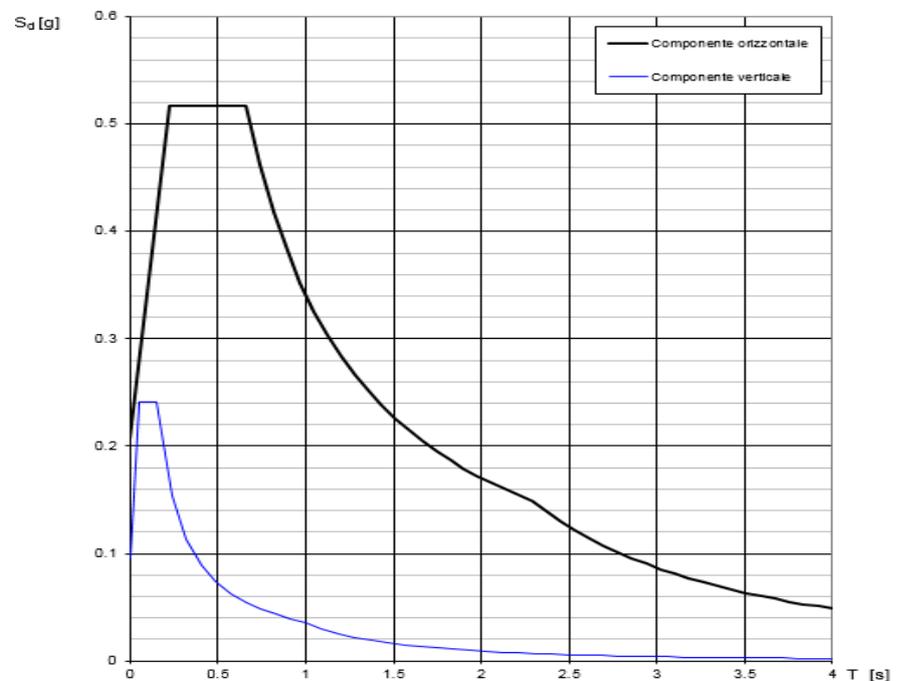
Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato II SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,172 g
F_o	2,506
T_C^*	0,528 s
S_S	1,200
C_C	1,250
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,220 s
T_C	0,660 s
T_D	2,287 s



La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

Figura 3 – parametri di pericolosità sismica e spettri di risposta in termini di accelerazioni

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO STAZIONE DI CATENANUOVA					
	FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FV 01 02 005	REV. A

7 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA AI SENSI DEL D.M. 14-01-2008

Nel presente paragrafo sono riportate alcune indicazioni salienti della Normativa riguardanti criteri generali di progettazione e verifica delle opere strutturali e geotecniche, oltre a specifiche da adottare per il caso dei Muri di Sostegno.

7.1 Metodo agli Stati Limite ed Approcci di Progetto

Il progetto di opere strutturali e geotecniche va effettuato, come prescritto dal DM 14/01/08, con i criteri del metodo **semiprobabilistico agli stati limite** basati sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza. Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale è verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni.

La normativa distingue inoltre tra *Stati Limite Ultimi* e *Stati Limite di Esercizio*.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **stati limite ultimi** di resistenza è stata effettuata con il “metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza espresso dalla equazione formale: $R_d \geq E_d$. Dove:

R_d è la resistenza di progetto

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni,

$$E_d = E \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad \text{oppure} \quad E_d = \gamma_E \cdot E \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Il coefficiente γ_R opera direttamente sulla resistenza del sistema.

I coefficienti parziali di sicurezza, γ_{Mi} e $\gamma_{Fj} = \gamma_{Ej}$, associati rispettivamente al materiale i -esimo e all'azione j -esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e all'affidabilità del modello di calcolo.

In accordo a quanto stabilito al §2.6.1 del DM 14.01.08, la verifica della condizione $R_d \geq E_d$ deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo Approccio progettuale (**Approccio 1**) le verifiche si eseguono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto, convenzionalmente indicate come di seguito:

A1+M1+R1

A2+M2+R2

Nel secondo approccio progettuale (**Approccio 2**) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti.

Gli stati limite di verifica si distinguono in genere in:

EQU perdita di equilibrio della struttura fuori terra, considerata come corpo rigido.

STR raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

GEO raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

UPL perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla spinta dell'acqua (sollevamento per galleggiamento).

HYD erosione e sifonamento del terreno dovuta ai gradienti idraulici.

I coefficienti parziali da applicare alle azioni sono quelli definiti alla Tab 2.6.I del DM 14.01.08 di seguito riportata per chiarezza espositiva:

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale dei carichi permanenti G_1 ;

γ_{G2} coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali G_2 ;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6.

I valori dei coefficienti parziali da applicare ai materiali e/o alle caratteristiche dei terreni (M) sono definiti nelle specifiche sezioni della norma, ed in particolare al Cap. 4 per ciò che concerne i coefficienti parziali da applicare ai materiali strutturali, mentre al Cap.6 sono indicati quelli da applicare alle caratteristiche meccaniche dei terreni.

I coefficienti parziali da applicare alle resistenze (R) sono infine unitari sulle capacità resistenti degli elementi strutturali, mentre assumono in genere valore diverso da 1 per ciò che concerne verifiche che attengono il controllo di meccanismi di stabilità locale o globale; i valori da adottare per ciascun meccanismo di verifica, sono definiti nelle specifiche sezioni di normativa dedicate al calcolo delle diverse opere geotecniche.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **stati limite di esercizio** viene effettuata invece controllando gli aspetti di funzionalità e lo stato tensionale e/o deformativo delle opere, con riferimento ad una combinazione di verifica caratterizzata da coefficienti parziali sulle azioni e sui materiali tutti unitari.

Al § 2.5.3 del DM 14.01.08, sono infine definiti i criteri con cui le diverse azioni presenti vanno combinate per ciascuno stato limite di verifica previsto dalla Normativa.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO STAZIONE DI CATENANUOVA					
	FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FV 01 02 005	REV. A

Nell'ambito della progettazione geotecnica, la normativa definisce inoltre nella Tab 6.2.II, i valori dei coefficienti parziali M1/M2 da applicare ai parametri caratteristici dei terreni nell'ambito delle diverse combinazioni contemplate dai due approcci di progetto come già illustrati al paragrafo precedente:

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tali valori agiscono sulle proprietà dei terreni, condizionando sia le azioni (spinte ed incrementi di spinta), sia le resistenze nei riguardi delle verifiche di stabilità dell'insieme opere-terreno con esse interagenti da effettuare caso per caso in funzione del tipo di opera. (Paratie, Muri, Pali di Fondazione ecc.)

Inoltre, ribadisce i valori dei coefficienti da applicare alle azioni nella Tab 6.2.II di seguito riportata:

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

7.2 Criteri di Analisi e Verifica di Muri di Sostegno

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite, accertando che la condizione $R_d \geq E_d$ come già descritta al paragrafo 7.1 sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- SLU di tipo geotecnica (GEO)
 - scorrimento sul piano di posa;
 - collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;
 - ribaltamento;
 - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (**A2+M2+R2**) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I del DM 14.01.08; in aggiunta a quanto già mostrato in precedenza nel documento, si riporta anche la Tab 6.8.I appena menzionata:

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (**A1+M1+R3**), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I (di seguito riportata).

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Nella verifica a ribaltamento, i coefficienti R3 della Tab. 6.5.I, si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Come già specificato al paragrafo precedente, trattandosi nel caso specifico di opere soggette ad azioni da traffico ferroviario, in luogo dei coefficienti generici di cui alle Tab 6.2.I, si è fatto riferimento a quelli di cui alle Tab. 5.II.V e 5.II.VII del già citato DM.

Le spinte devono tenere conto del sovraccarico e dell'inclinazione del piano campagna, dell'inclinazione del paramento rispetto alla verticale, delle pressioni interstiziali e degli effetti della filtrazione nel terreno; nel calcolo della spinta si può tenere conto dell'attrito che si sviluppa fra parete e terreno

Ai fini della verifica alla traslazione sul piano di posa di muri di sostegno con fondazioni superficiali, non si deve in generale considerare il contributo della resistenza passiva del terreno antistante il muro, salvo casi particolari in cui, in relazione caratteristiche meccaniche dei terreni ed alle modalità costruttive, è possibile portare in conto un'aliquota di tale resistenza, nella misura massima del 50% del valore teorico.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO STAZIONE DI CATENANUOVA					
	FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FV 01 02 005	REV. A

7.3 Verifiche di Stabilità Globale

Il DM 14.01.08 affronta il tema della Stabilità Globale distinguendo tra il caso dei Pendii Naturali (§ 6.3) e quello delle opere in terra in Materiali sciolti e Fronti di scavo (§ 6.8) fornendo prescrizioni differenti circa i criteri di verifica da adottare nei due casi.

Trattandosi nel caso in esame di valutare la Stabilità Globale di Opere a sostegno di scavi, si ricade nel caso dei “Fronti di Scavo e rilevati”.

Il punto 6.8 del DM 14.01.08 e relativa circolare applicativa, tratta l’argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 “Verifiche di Sicurezza (SLU)” viene prescritto quanto di seguito:

Le verifiche devono essere effettuate secondo l’Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

In aggiunta a quanto già riportato nei precedenti paragrafi, si riporta di seguito la Tab. 6.8.I, in cui è definito il valore del coefficiente parziale “R2” da applicare al valore della resistenza caratteristica calcolata per la generica superficie di potenziale scivolamento analizzata:

Tabella 6.8.I – *Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.*

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

7.4 Prescrizioni generali per le verifiche in fase sismica

La Verifica di Stabilità Globale del complesso opera-terreno in condizioni sismiche, va effettuata tenendo conto delle prescrizioni del § 7.11.4 tenendo conto dei coefficienti parziali di cui al § 7.11.1.

9 ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI

Nel presente paragrafo si descrivono i criteri di valutazione delle azioni sollecitanti le opere di sostegno e relative combinazioni di calcolo adottate.

9.1 Pesì Propri e Carichi permanenti

I pesi propri relativi alla struttura ed al terreno eventualmente gravante sulla fondazione nonché della piattaforma ferroviaria, sono valutati tenendo conto dei pesi dell'unità di volume specifici γ come di seguito definiti:

Calcestruzzo strutturale costituente il muro : $\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$

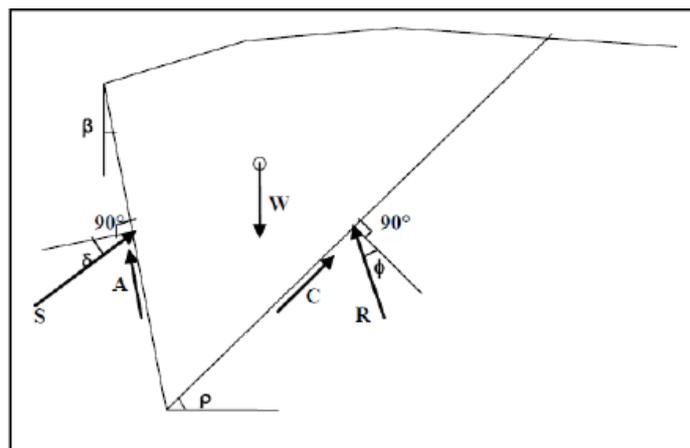
Il sovraccarico permanente a tergo del muro è assunto pari al peso del marciapiede assunto pari a **1,00 kN/m²**.

9.2 Carichi Accidentali

Secondo quanto riportato nel D.M. 14.01.2008 – par. 5.1.3.3.3, il carico accidentale da folla compatta è assunto pari a: $q_{\text{folla}} = 5,00 \text{ kN/m}^2$

9.3 Spinte del terreno in fase statica

Le spinte esercitate dal terrapieno e dagli eventuali carichi presenti su di esso sono state valutate con il metodo di Culmann. Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente.



Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea. I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio del terreno tenendo conto anche dell'eventuale presenza della falda (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	20 di 88

superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);

- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima. La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno. Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Il metodo, per come è stato descritto, non permette di ricavare il diagramma delle pressioni agente sulla parete (e quindi le sollecitazioni lungo la parete) e inoltre risulta di difficile determinazione il punto di applicazione della spinta.

Nell'ambito dello specifico Software utilizzato, di cui al § 12 sono riportati gli estremi, il procedimento è stato implementato suddividendo l'altezza della parete in tanti tratti di ampiezza dz , al fine di ricavare l'andamento delle pressioni lungo l'altezza del muro; in corrispondenza di ogni ordinata z_i si trova il cuneo di rottura e la spinta S_i ottenendo la distribuzione della spinta $S(z)$ lungo l'altezza della parete.

Nota la distribuzione delle spinte lungo l'altezza della parete, la pressione ad una generica profondità z , rispetto alla sommità della parete, è espressa da:

$$\sigma(z) = \frac{dS}{dz}$$

Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta. Inoltre dal diagramma delle pressioni è facile ricavare l'andamento delle sollecitazioni lungo la parete, con gli usuali metodi della scienza delle costruzioni.

Per l'attrito paramento – terreno si utilizza il valore $\delta = 0.6 \varphi'$ mentre per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno, in funzione dell'angolo d'attrito del terreno, si sono assunti i seguenti valori:

per	$\varphi < 30^\circ$	$\delta = \text{tg } \varphi'$;
per	$\varphi > 35^\circ$	$\delta = 0.85 \text{ tg } \varphi'$;
per	$30^\circ \leq \varphi \leq 35^\circ$	δ si ricava per interpolazione lineare

Infine l'adesione ca terra-opera sarà considerata nulla.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO STAZIONE DI CATENANUOVA					
	FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FV 01 02 005	REV. A

9.4 Coefficienti sismici

Il § 7.11.6.2.1 del DM 14.01.08, precisa che l'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche, può essere eseguita mediante i metodi pseudo-statici o i metodi degli spostamenti. Nell'analisi pseudo-statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \qquad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

con:

g : è l'accelerazione di gravità;

$a_{max} = S_s S_T a_g$ è l'accelerazione massima attesa sul suolo di riferimento, mentre a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido. S_s e S_T coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, come già definiti nell'ambito del precedente paragrafo 0

β_m : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, che assume i valori specificati di seguito:

Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Figura 3 – Coefficienti sismici (estratto D.M. 14/01/2008 p.to 7.11.6.2.1)

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica; negli altri casi, in assenza di specifici studi, si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

9.5 Spinte del terreno in Fase sismica

In condizioni sismiche si adotta la formulazione di Culmann come già illustrata al precedente § 9.3, inserendo nell'equazione risolutiva anche la forza di inerzia del cuneo di spinta.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO STAZIONE DI CATENANUOVA					
	FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FV 01 02 005	REV. A

9.6 Combinazioni di Carico

Si riportano di seguito le combinazioni di carico utilizzate nei calcoli. Ai fini delle verifiche agli stati limite, in accordo con le NTC08, si definiscono le seguenti combinazioni di:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{G3} G_3 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot \gamma_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione QUASI PERMANENTE, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Nelle combinazioni per le verifiche allo stato limite di esercizio (SLE), ovvero quelle rare, frequenti e quasi permanenti, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 . Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguite facendo riferimento allo stato limite ultimo di tipo strutturale *STR* ovvero per il raggiungimento della resistenza ultima negli elementi strutturali.

Come anticipato precedentemente gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \times Q_{ki}$$

Il valore assunto per il coefficiente ψ_{2i} per i carichi mobili è pari a $\psi_{2i} = 0.0$.

Per ulteriori dettagli in merito alle combinazioni di carico utilizzate si rimanda al paragrafo 11.1.2

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO STAZIONE DI CATENANUOVA					
	FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FV 01 02 005	REV. A

10 CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE

Nel seguente paragrafo si riporta una descrizione riguardante procedure e criteri di calcolo adottati per l'effettuazione di tutte le verifiche prescritte dalla normativa vigente, come già descritte al precedente paragrafo 7

10.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche sono quelle che coinvolgono la resistenza del terreno nell'ambito di quelle prescritte dalla normativa e come già illustrate al § 7.1.

10.1.1 Verifica allo scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro, sia minore di tutte le forze resistenti lungo la stessa direzione.

La verifica a scorrimento risulta in particolare soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento (F_r) fattorizzata secondo un opportuno coefficiente parziale γ_r stabilito dalla normativa e la risultante delle forze mobilitanti (F_s) risulti non inferiore all'unità:

$$(F_r / \gamma_r) / F_s \geq 1$$

ovvero che il rapporto F_r/F_s risulti non inferiore di γ_r , fissato dalla normativa pari ad 1,1.

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione.

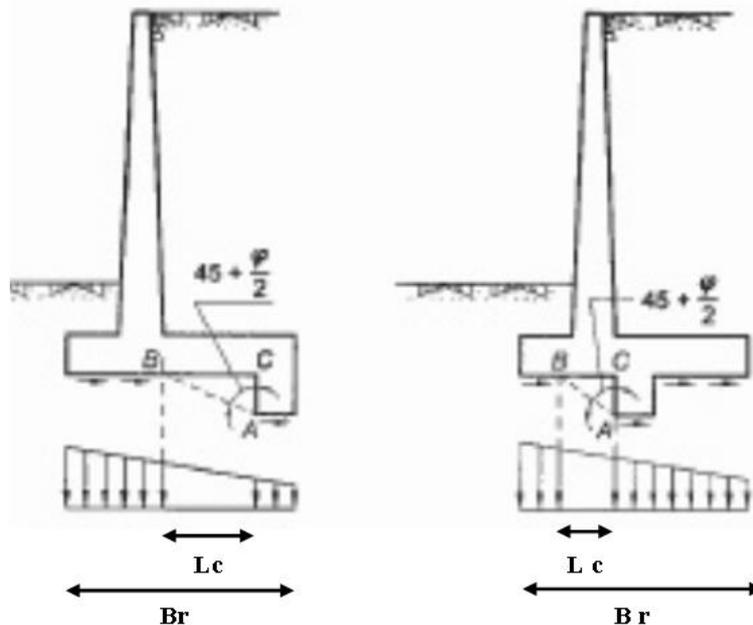
Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagenti, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

In casi particolari specificati dalla normativa, come già descritto al precedente § 7.1, è possibile eventualmente tener conto della resistenza passiva S_p del terreno a valle del muro.

La valutazione delle azioni resistenti e di quelle mobilitanti, dovrà tener conto dei coefficienti A ed M fissati dalla normativa per la combinazione di verifica specifica.

Nel caso di fondazione con dente, è possibile in linea generale tener conto della resistenza passiva sviluppatasi lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, secondo quanto riportato negli schemi delle figure seguenti:



Il procedimento utilizzato dal Software fa riferimento in particolare alle teoria di Lancellotta-Calavera, per i cui dettagli si rimanda alla letteratura tecnica; nella fattispecie, la procedura di calcolo implementata, prevede la definizione dello schema geometrico del cuneo di rottura, attraverso un procedimento iterativo volto a determinare il coefficiente di sicurezza a scorrimento minimo.

In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale.

Detta pertanto N la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione, Q l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo, Sp la resistenza passiva, Lc l'ampiezza del cuneo e indicando con δf l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come:

$$Fr = (N - Q) \cdot \operatorname{tg}(\delta_f) + Sp + c_a \cdot Lr$$

con $Lr = Br - Lc$

Per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno considerato ai fini delle verifiche di scorrimento sul piano di posa della fondazione, si è assunto quanto segue:

- per $\phi < 30^\circ$ $\mu = \operatorname{tg} \phi'$;
- per $\phi > 35^\circ$ $\mu = 0.85 \operatorname{tg} \phi'$;
- per $30^\circ \leq \phi \leq 35^\circ$ μ si ricava per interpolazione lineare

Infine l'adesione c_a terra-opera è stata assunta pari al valore di coesione del terreno di fondazione.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO STAZIONE DI CATENANUOVA					
	FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FV 01 02 005	REV. A

10.1.2 Verifica a carico limite

Per la valutazione del carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di Brinch-Hansen di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

- c Coesione
- ca Adesione lungo la base della fondazione ($ca \leq c$)
- V Azione tagliante
- 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

Risulta:

Caso generale

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

Caso di terreno puramente coesivo $\varphi = 0$

$$q_{ult} = 5.14 \cdot c \cdot (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

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, b_c , b_q e b_γ sono i fattori di inclinazione del piano di posa e g_c , g_q e g_γ sono fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori N_c , N_q , N_γ sono espressi come:

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

$$N_c = (N_q - 1) \cdot ctg \varphi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \cdot tg \varphi$$

Fattori di forma

Fattori di profondità

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$	$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$
	$s_q = 1 + \frac{B}{L} \text{tg} \phi$
	$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \text{arctg} \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

Fattori inclinazione del carico

Indicando con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con Af l'area efficace della fondazione ottenuta come $A_f = B'xL'$ (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B, L e all'eccentricità del carico eB, eL dalle relazioni $B' = B - 2e_B$ $L' = L - 2e_L$) con η l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ($\eta=0$ per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$	
$i_c = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	
	$i_q = \left(1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$	
	Per $\eta = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$
	Per $\eta > 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ)H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$

Fattori inclinazione del piano di posa della fondazione

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$
	$b_q = e^{-2.7\eta\phi}$
	$b_\gamma = e^{-2.7\eta\phi}$

Fattori di inclinazione del terreno

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
	$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5\text{tg}\beta)^\beta$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO STAZIONE DI CATENANUOVA					
	FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FV 01 02 005	REV. A

10.1.3 Verifica a ribaltamento

La verifica al ribaltamento dell'opera di sostegno, prevede la valutazione del coefficiente di sicurezza nei confronti del meccanismo di rotazione dell'opera rispetto al vertice esterno della fondazione.

Nella fattispecie, detti:

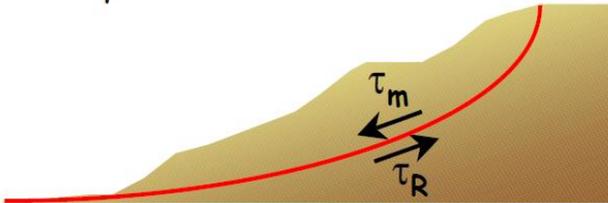
M_{rib} : momento delle azioni ribaltanti;

M_{sta} : momento delle azioni stabilizzanti

occorrerà verificare quanto segue: $M_{sta} / R \geq M_{rib}$

10.1.4 Stabilità Globale

Nel presente paragrafo sono illustrati i Criteri generali adottati per l'effettuazione delle Verifiche di Stabilità Globale prescritte dalla normativa. In generale, ciascuno metodo va alla ricerca del potenziali superfici di scivolamento, generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



$$FS = \frac{\int_S \tau_{rott}}{\int_S \tau_{mob}}$$

Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione b, interessati da azioni taglienti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

Per il caso in esame, le verifiche sono state effettuate rispetto a superfici di forma circolare, utilizzando il metodo di **Bishop**, per i cui dettagli si rimanda a quanto esposto a riguarda nella letteratura tecnica.

Le verifiche sono state effettuate rispetto a famiglie di superfici potenziali di rottura disegnate in maniera tale da non intersecare le opere, escludendo quindi ai fini della stabilità la resistenza al taglio locale offerta dalle opere, fermo restando tutte le prescrizioni definite dalla normativa per questo tipo di verifica.

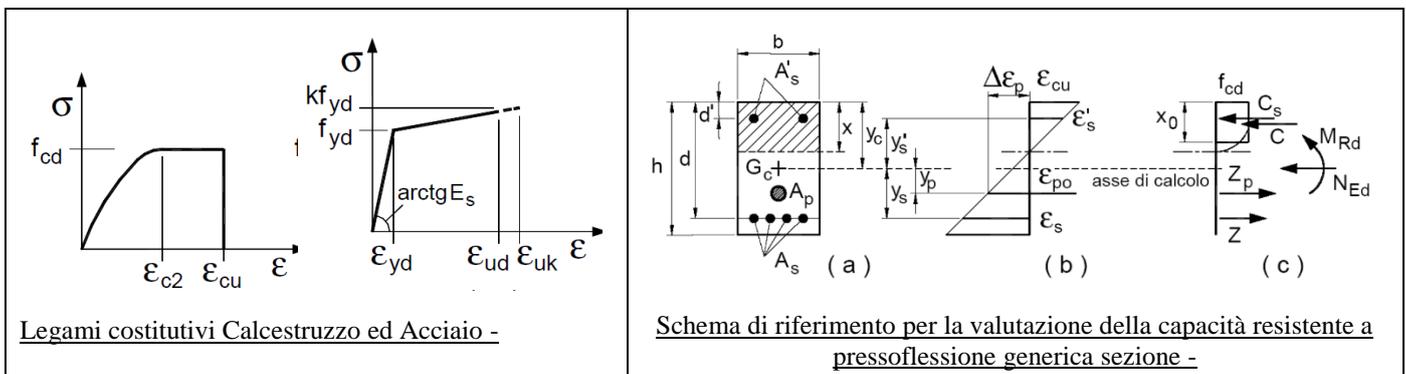
10.2 VERIFICHE STRUTTURALI

I criteri generali di verifica utilizzati per la valutazione delle capacità resistenti delle sezioni, per la condizione SLU, e per le massime tensioni nei materiali nonché per il controllo della fessurazione, relativamente agli SLE, sono quelli definiti al p.to 4.1.2 del DM 14.01.08.

10.2.1 VERIFICHE ALLO SLU

10.2.1.1 Pressoflessione sezioni in c.a.

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione in c.a., viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 del DM 14.01.08, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



La verifica consiste nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

10.2.1.2 Taglio sezioni in c.a.

La resistenza a taglio VRd degli elementi strutturali in c.a., può essere valutata secondo le formulazioni fornite al § 4.1.2.1.3.2 del DM 14.01.08, riferite sia al caso di “elementi privi di armatura a taglio” sia al caso di “elementi armati a taglio”. Per il caso di una membratura priva di armatura specifica, risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w \cdot d$$

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$;
- $\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$
- d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- $b_w = 1000$ mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio VRd è il minimo tra la resistenza a taglio trazione VRsd e la resistenza a taglio compressione VRcd, che assumono nell’ordine le seguenti espressioni:

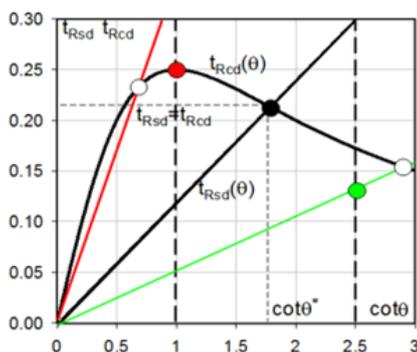
$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha ; \quad V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

Essendo: $1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3.2 del DM 14.01.08 considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione. $1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$.

L’angolo effettivo di inclinazione delle bielle (θ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell’ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato :

$$\cot \theta^* = \sqrt{\frac{V \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$



- Se la $\cot \theta^*$ è compresa nell’intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la $\cot \theta^*$ è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all’armatura trasversale e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rsd})$ coincide con il massimo taglio supportato dalle armature trasversali valutabile per una $\cot \theta = 2,5$.
- Se la $\cot \theta^*$ è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd})$ coincide con il massimo taglio supportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una $\cot \theta = 1,0$.

(θ^* angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO STAZIONE DI CATENANUOVA					
	FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FV 01 02 005	REV. A

Dove:

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

f'_{cd} = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

f_{cd} = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

α_c	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 f_{cd}$
		1,25	per $0.25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 f_{cd}$
		$2.5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0.5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

$$\omega_{sw} : \text{Percentuale meccanica di armatura trasversale. } \omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{A_c f_{cd}}$$

10.2.2 VERIFICA SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attese, secondo quanto di seguito specificato

10.2.2.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" / "Frequente" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente", adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento di RFI "Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 2 / Ponti e Strutture – RFI DTC SI PS MA IFS 001 B, che al § 2.5.1.8.3.2.1 indica quanto segue:

Strutture in C.A.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- Per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- Per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO STAZIONE DI CATENANUOVA					
	FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FV 01 02 005	REV. A

10.2.2.2 Verifiche a fessurazione

La verifica a fessurazione consiste nel controllo che l'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio non superi i valori limite; anche in tal caso, come per le verifiche tensionali, ci si è riferiti alle prescrizioni maggiormente restrittive stabilite nell'ambito del progetto di opere ferroviarie nel documento RFI "Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 2 / Ponti e Strutture – RFI DTC SI PS MA IFS 001 B – § 2.5.1.8.3.2.4, che prescrive in particolare quanto segue

In particolare l'apertura convenzionale delle fessure δ_f , calcolata per la combinazione caratteristica (rara) per gli SLE, 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. 4.1.2.2.4.2 del DM 14.01.2008, 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 secondo il citato paragrafo del DM 14.01.2008

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 è previsto di adottare il limite :

w1=0,20 mm

trattandosi in generale di strutture a permanente contatto col terreno.

11 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Di seguito si riportano i risultati delle analisi dei muri in oggetto per le tipologie definite al paragrafo 1.

11.1 Modello di calcolo

11.1.1 Dati in input

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R _{ck}	E	ν	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	C30/37	C30/37	B450C	24.5170	37000	33019310	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk}	f _{uk}
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	0.00	0.000
2	0.01	-1.30	-89.559



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	33 di 88

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
3	10.00	-1.30	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Falda

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n° numero ordine del punto
 X ascissa del punto espressa in [m]
 Y ordinata del punto espressa in [m]
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-5.00	-3.95	0.000
2	10.00	-3.95	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale C30/37
 Altezza paramento 3.35 [m]
 Altezza paramento libero 3.00 [m]

Geometria gradoni

Simbologia adottata

n° indice gradone (a partire dall'alto)
 Bs, Bi Base superiore ed inferiore del gradone, espressa in [m]
 H altezza del gradone, espressa in [m]
 Ae, Ai inclinazione esterna ed interna del gradone espressa in [°]

n°	X	Bs	Bi	H	Ae	Ai
	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]
1	0.00	0.35	0.35	1.31	0.00	0.00
2	0.08	0.43	0.80	2.04	0.00	10.40

Fondazione

Materiale C30/37
 Lunghezza mensola di valle 0.56 [m]
 Lunghezza mensola di monte 0.56 [m]
 Lunghezza totale 1.92 [m]

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	34 di 88

Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.60	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

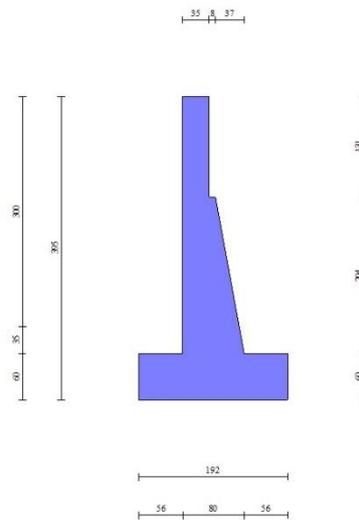


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	c_a [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Rinfianco	20.0000	20.0000	24.000	14.400	0	0		
2	Terreno di fondazione	19.5000	19.5000	23.000	23.000	5	0		

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	35 di 88

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato
H Spessore dello strato espresso in [m]
 α Inclinazione espressa in [°]
Terreno Terreno dello strato
Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm²/cm

Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
Ks Coefficiente di spinta
Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	3.95	0.000	Rinfianco	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	4.00	0.000	Terreno di fondazione	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000

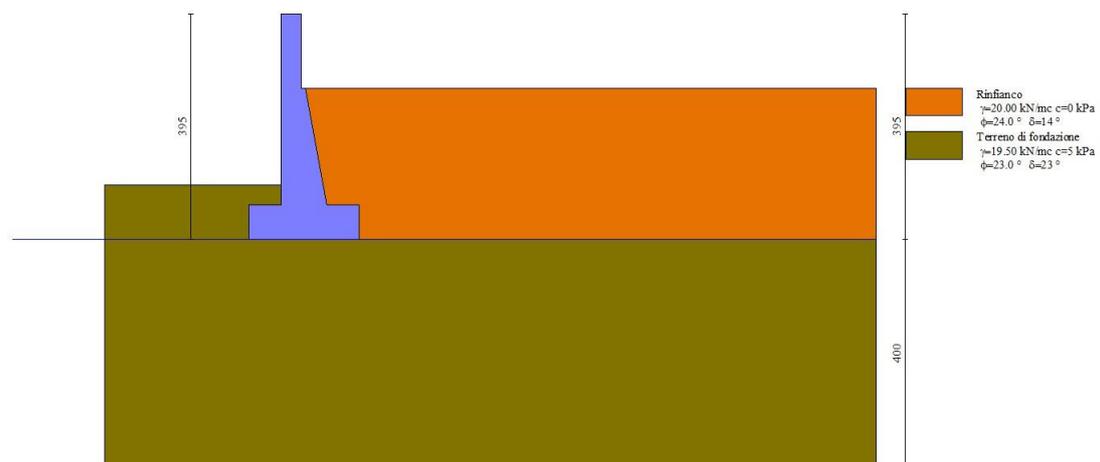


Fig. 2 - Stratigrafia

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	36 di 88

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _r	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN]
Q _r	Intensità del carico per x=X _r espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Marciapiede) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.50	10.00	1.0000	1.0000

Condizione n° 2 (Folla compatta) - VARIABILE

 Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.80 - \Psi_1=0.80 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.50	10.00	5.0000	5.0000

Normativa

 Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2008 (D.M. 14.01.2008) - Approccio 2 + Circolare C.S.LL.PP. 02/02/2009 n.617**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.30	1.10	1.10	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.50	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	37 di 88

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni	
		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
Peso nell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche		
	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40
Scorrimento	--	--	1.10
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40
Ribaltamento	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--

11.1.2 Combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. Per i valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	38 di 88

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Marcia piede	1.50	--	Sfavorevole
Folla compatta	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Marcia piede	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Marcia piede	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Marcia piede	1.30	--	Sfavorevole
Folla compatta	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Marcia piede	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Marcia piede	1.00	--	Sfavorevole

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	39 di 88

Combinazione n° 7 - EQU

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
Marcia piede	1.50	--	Sfavorevole
Folla compatta	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Marcia piede	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Marcia piede	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Marcia piede	1.00	--	Sfavorevole
Folla compatta	1.00	---	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Marcia piede	1.00	--	Sfavorevole
Folla compatta	0.80	---	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Marcia piede	1.00	--	Sfavorevole



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	40 di 88

11.1.3 Dati sismici

Comune	Raddusa
Provincia	Catania
Regione	Sicilia
Latitudine	37.474081
Longitudine	14.533381
Indice punti di interpolazione	48080 - 48079 - 48301 - 48302
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	113 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.687	0.590
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.172	0.060
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.506	2.569
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.528	0.331
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.240	4.953	2.476
Esercizio	0.180	1.300	0.650

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

11.1.4 Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Brinch-Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Brinch-Hansen
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna

Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B_7N_7$) Larghezza ridotta (B')



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	41 di 88

Fattori di forma e inclinazione del carico

Solo i fattori di inclinazione

Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale Bishop

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante 0.00

Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione 50.00

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni NO

Considera terreno sulla fondazione di valle NO

Considera spinta e peso acqua fondazione di valle NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

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

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD **non eseguite**. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile

Metodo di calcolo aperture delle fessure Circ. Min. 252 (15/10/96) - NTC 2008 I Formulazione

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.55 f_{ck}	0.75 f_{yk}
Quasi permanente	0.40 f_{ck}	1.00 f_{yk}

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	42 di 88

11.1.5 Risultati analisi

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	43.47	14.40	42.11	10.81	1.01	-2.98
	Peso/Inerzia muro			0.00	70.42/0.00	-0.02	-2.64
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	35.45/0.00	0.64	-2.24
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
2	Spinta statica	27.52	14.40	26.65	6.84	1.01	-3.05
	Incremento di spinta sismica		3.31	3.21	0.82	1.01	-3.07
	Peso/Inerzia muro			3.49	70.42/1.74	-0.02	-2.64
	Peso/Inerzia terrapieno			1.55	31.33/0.78	0.63	-2.23
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
3	Spinta statica	27.52	14.40	26.65	6.84	1.01	-3.05
	Incremento di spinta sismica		1.95	1.89	0.49	1.01	-3.07
	Peso/Inerzia muro			3.49	70.42/-1.74	-0.02	-2.64
	Peso/Inerzia terrapieno			1.55	31.33/-0.78	0.63	-2.23
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
10	Spinta statica	31.02	14.40	30.04	7.71	1.01	-3.00
	Peso/Inerzia muro			0.00	70.42/0.00	-0.02	-2.64
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	33.13/0.00	0.64	-2.24
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
11	Spinta statica	27.52	14.40	26.65	6.84	1.01	-3.05
	Peso/Inerzia muro			0.00	70.42/0.00	-0.02	-2.64
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	31.33/0.00	0.63	-2.23
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
12	Spinta statica	27.52	14.40	26.65	6.84	1.01	-3.05
	Peso/Inerzia muro			0.00	70.42/0.00	-0.02	-2.64
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	31.33/0.00	0.63	-2.23
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

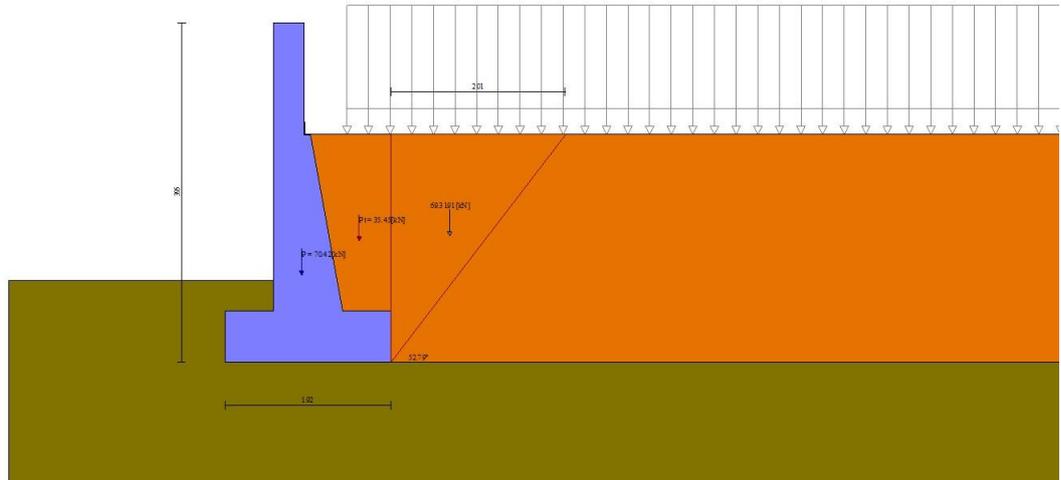


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

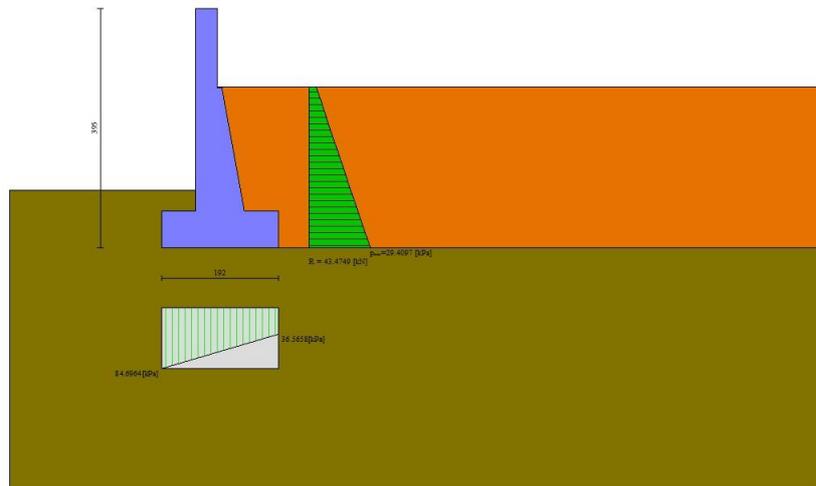


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

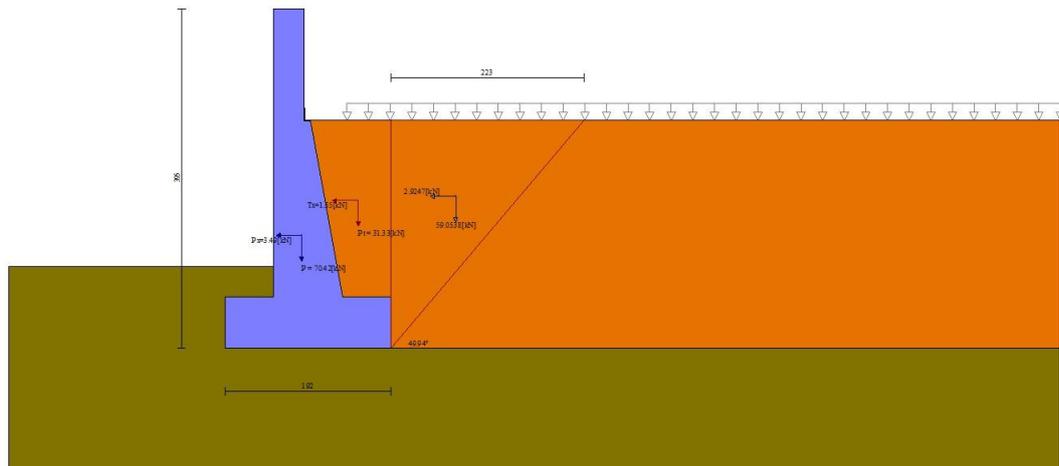


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

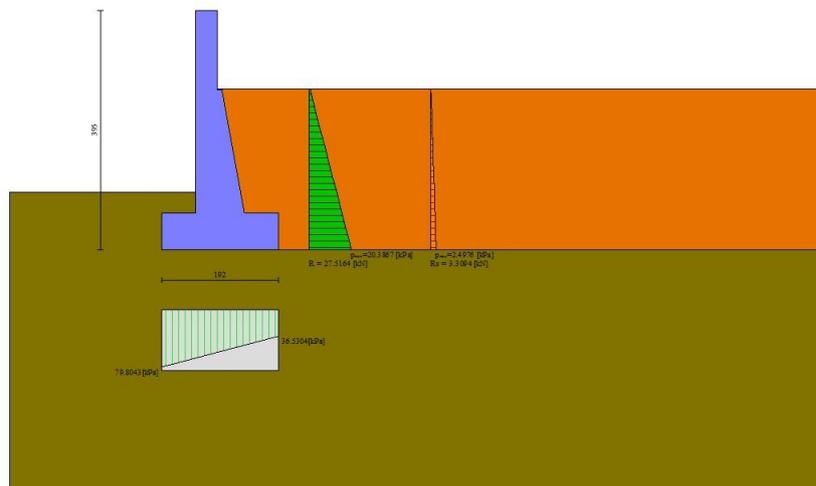


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb Indice/Tipo combinazione

S Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	45 di 88

FS_{SCO} Coeff. di sicurezza allo scorrimento
 FS_{RIB} Coeff. di sicurezza al ribaltamento
 FS_{QLIM} Coeff. di sicurezza a carico limite
 FS_{STAB} Coeff. di sicurezza a stabilità globale
 FS_{HYD} Coeff. di sicurezza a sifonamento
 FS_{UPL} Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.176		2.067			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.362		2.363			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.347		2.454			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.717		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.687		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.691		
7 - EQU			2.832				
8 - EQU	H + V		3.254				
9 - EQU	H - V		3.062				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 R_{sa} Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
 R_{pt} Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
 R_{ps} Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
 R_p Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
 R_t Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
 R Resistenza allo scorrimento (somma di R_{sa}+R_{pt}+R_{ps}+R_p), espresso in [kN]
 T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	R _{sa} [kN]	R _{pt} [kN]	R _{ps} [kN]	R _p [kN]	R _t [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	49.53	0.00	0.00	--	--	49.53	42.11	1.176
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	47.51	0.00	0.00	--	--	47.51	34.90	1.362
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	45.23	0.00	0.00	--	--	45.23	33.58	1.347

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
 Q_u carico limite del terreno, espresso in [kN]
 Q_d Portanza di progetto, espresso in [kN]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Q _u [kN]	Q _d [kN]	FS

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	46 di 88

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	116.68	241.13	172.24	2.067
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	111.94	264.55	188.97	2.363
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	106.56	261.49	186.78	2.454

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N_c, N_q, N_γ	Fattori di capacità portante
i_c, i_q, i_γ	Fattori di inclinazione del carico
d_c, d_q, d_γ	Fattori di profondità del piano di posa
g_c, g_q, g_γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
b_c, b_q, b_γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
s_c, s_q, s_γ	Fattori di forma della fondazione
p_c, p_q, p_γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
γ fattore	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_\gamma N_\gamma$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Brinch-Hansen).

n°	N_c N_q N_γ	i_c i_q i_γ	d_c d_q d_γ	g_c g_q g_γ	b_c b_q b_γ	s_c s_q s_γ	p_c p_q p_γ	γ	D	B' H	γ	ϕ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	18.049 8.661 4.825	0.608 0.608 0.019	1.149 1.075 1.075	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	1.000	0.95	1.92 1.45	9.69	23.00	5
2	18.049 8.661 4.825	0.652 0.652 0.061	1.149 1.075 1.075	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	1.000	0.95	1.92 1.45	9.69	23.00	5
3	18.049 8.661 4.825	0.649 0.649 0.057	1.149 1.075 1.075	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	1.000	0.95	1.92 1.45	9.69	23.00	5

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
M_s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
M_r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	47 di 88

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
7 - EQU	124.22	43.87	2.832
8 - EQU H + V	127.74	39.26	3.254
9 - EQU H - V	124.37	40.62	3.062

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-0.50; 0.00	4.24	1.717
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1.00; 0.50	4.89	1.687
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1.00; 0.50	4.89	1.691

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	1.84	2.20	3.55 - 0.28	66.588	19.605	0	0.0	
2	5.00	2.20	0.28	58.898	19.605	0	0.0	
3	7.35	2.20	0.28	52.097	19.605	0	0.0	
4	9.20	2.20	0.28	46.233	19.605	0	0.0	
5	10.72	2.20	0.28	40.949	19.605	0	0.0	
6	12.00	2.20	0.28	36.064	19.605	0	0.0	
7	13.06	2.20	0.28	31.467	19.605	0	0.0	
8	13.96	2.20	0.28	27.088	19.605	0	0.0	
9	14.36	2.20	0.28	22.875	19.605	0	0.0	
10	16.07	2.20	0.28	18.790	18.756	4	0.6	
11	16.54	1.75	0.28	14.802	18.756	4	1.4	
12	17.96	0.00	0.28	10.887	18.756	4	2.1	
13	23.72	0.00	0.28	7.023	18.756	4	2.5	
14	24.73	0.00	0.28	3.191	18.756	4	2.8	

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	48 di 88

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
15	7.71	0.00	0.28	-0.627	18.756	4	2.8	
16	8.48	0.00	0.28	-4.448	18.756	4	2.7	
17	6.70	0.00	0.28	-8.289	18.756	4	2.4	
18	6.42	0.00	0.28	-12.168	18.756	4	1.9	
19	6.03	0.00	0.28	-16.105	18.756	4	1.2	
20	5.52	0.00	0.28	-20.121	18.756	4	0.3	
21	4.88	0.00	0.28	-24.245	18.756	4	0.0	
22	4.08	0.00	0.28	-28.508	18.756	4	0.0	
23	3.14	0.00	0.28	-32.952	18.756	4	0.0	
24	2.00	0.00	0.28	-37.634	18.756	4	0.0	
25	0.66	0.00	-3.51 - 0.28	-41.102	18.756	4	0.0	

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2.05	0.32	3.56 - 0.32	63.480	19.605	0	0.0	
2	5.66	0.32	0.32	56.675	19.605	0	0.0	
3	8.45	0.32	0.32	50.331	19.605	0	0.0	
4	10.70	0.32	0.32	44.759	19.605	0	0.0	
5	12.56	0.32	0.32	39.688	19.605	0	0.0	
6	14.13	0.32	0.32	34.969	19.605	0	0.0	
7	15.44	0.32	0.32	30.510	19.605	0	0.0	
8	16.17	0.32	0.32	26.248	19.605	0	0.0	
9	18.33	0.32	0.32	22.139	18.756	4	0.8	
10	19.16	0.18	0.32	18.146	18.756	4	1.9	
11	21.60	0.00	0.32	14.244	18.756	4	2.9	
12	31.97	0.00	0.32	10.408	18.756	4	3.5	
13	13.06	0.00	0.32	6.619	18.756	4	4.0	
14	10.87	0.00	0.32	2.859	18.756	4	4.3	
15	8.83	0.00	0.32	-0.889	18.756	4	4.3	
16	8.74	0.00	0.32	-4.640	18.756	4	4.2	
17	8.51	0.00	0.32	-8.412	18.756	4	3.8	
18	8.14	0.00	0.32	-12.221	18.756	4	3.2	
19	7.64	0.00	0.32	-16.086	18.756	4	2.5	
20	6.99	0.00	0.32	-20.028	18.756	4	1.4	
21	6.18	0.00	0.32	-24.072	18.756	4	0.2	
22	5.17	0.00	0.32	-28.249	18.756	4	0.0	
23	3.97	0.00	0.32	-32.598	18.756	4	0.0	
24	2.54	0.00	0.32	-37.171	18.756	4	0.0	
25	0.84	0.00	-4.43 - 0.32	-40.759	18.756	4	0.0	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2.05	0.32	3.56 - 0.32	63.480	19.605	0	0.0	
2	5.66	0.32	0.32	56.675	19.605	0	0.0	
3	8.45	0.32	0.32	50.331	19.605	0	0.0	
4	10.70	0.32	0.32	44.759	19.605	0	0.0	
5	12.56	0.32	0.32	39.688	19.605	0	0.0	
6	14.13	0.32	0.32	34.969	19.605	0	0.0	
7	15.44	0.32	0.32	30.510	19.605	0	0.0	
8	16.17	0.32	0.32	26.248	19.605	0	0.0	
9	18.33	0.32	0.32	22.139	18.756	4	0.8	
10	19.16	0.18	0.32	18.146	18.756	4	1.9	
11	21.60	0.00	0.32	14.244	18.756	4	2.9	
12	31.97	0.00	0.32	10.408	18.756	4	3.5	
13	13.06	0.00	0.32	6.619	18.756	4	4.0	
14	10.87	0.00	0.32	2.859	18.756	4	4.3	
15	8.83	0.00	0.32	-0.889	18.756	4	4.3	

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
16	8.74	0.00	0.32	-4.640	18.756	4	4.2	
17	8.51	0.00	0.32	-8.412	18.756	4	3.8	
18	8.14	0.00	0.32	-12.221	18.756	4	3.2	
19	7.64	0.00	0.32	-16.086	18.756	4	2.5	
20	6.99	0.00	0.32	-20.028	18.756	4	1.4	
21	6.18	0.00	0.32	-24.072	18.756	4	0.2	
22	5.17	0.00	0.32	-28.249	18.756	4	0.0	
23	3.97	0.00	0.32	-32.598	18.756	4	0.0	
24	2.54	0.00	0.32	-37.171	18.756	4	0.0	
25	0.84	0.00	-4.43 - 0.32	-40.759	18.756	4	0.0	

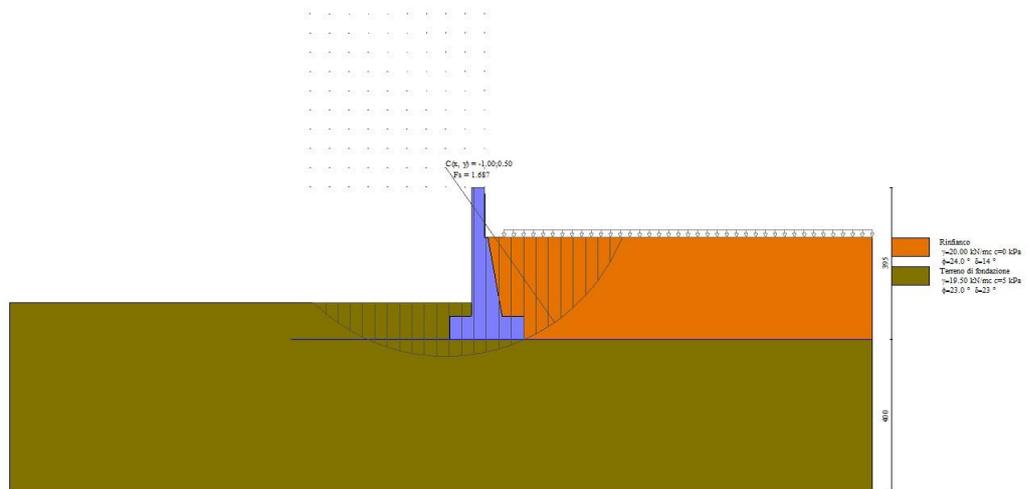


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 5)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.09	0.80	0.00	0.00
3	-0.19	1.60	0.00	0.00
4	-0.28	2.41	0.01	0.00
5	-0.37	3.21	0.01	0.00

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	50 di 88

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
6	-0.47	4.01	0.02	0.00
7	-0.56	4.81	0.03	0.01
8	-0.65	5.62	0.04	0.01
9	-0.75	6.42	0.06	0.01
10	-0.84	7.22	0.07	0.02
11	-0.94	8.02	0.09	0.03
12	-1.03	8.83	0.11	0.04
13	-1.12	9.63	0.13	0.05
14	-1.22	10.43	0.15	0.06
15	-1.31	11.23	0.17	0.07
16	-1.31	11.40	0.16	0.50
17	-1.41	12.49	0.20	0.62
18	-1.51	13.66	0.32	0.75
19	-1.61	14.91	0.58	0.90
20	-1.71	16.25	1.05	1.09
21	-1.81	17.66	1.71	1.34
22	-1.91	19.16	2.52	1.66
23	-2.01	20.73	3.48	2.08
24	-2.11	22.39	4.57	2.59
25	-2.20	24.12	5.78	3.23
26	-2.30	25.94	7.11	3.99
27	-2.40	27.83	8.55	4.89
28	-2.50	29.81	10.11	5.94
29	-2.60	31.87	11.77	7.16
30	-2.70	34.01	13.54	8.55
31	-2.80	36.23	15.43	10.12
32	-2.90	38.53	17.41	11.89
33	-3.00	40.91	19.51	13.87
34	-3.00	40.96	19.55	13.91
35	-3.09	43.12	21.48	15.82
36	-3.18	45.34	23.50	17.92
37	-3.26	47.62	25.59	20.19
38	-3.35	49.97	27.77	22.65

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.09	0.80	0.04	0.00
3	-0.19	1.60	0.09	0.01
4	-0.28	2.41	0.14	0.02
5	-0.37	3.21	0.20	0.03
6	-0.47	4.01	0.26	0.06
7	-0.56	4.81	0.32	0.08
8	-0.65	5.62	0.39	0.12
9	-0.75	6.42	0.47	0.16
10	-0.84	7.22	0.55	0.20
11	-0.94	8.02	0.63	0.26
12	-1.03	8.83	0.72	0.32
13	-1.12	9.63	0.81	0.39
14	-1.22	10.43	0.91	0.47
15	-1.31	11.23	1.01	0.56
16	-1.31	11.40	0.99	0.99
17	-1.41	12.49	1.11	1.19
18	-1.51	13.66	1.27	1.42
19	-1.61	14.91	1.51	1.66
20	-1.71	16.25	1.88	1.94
21	-1.81	17.66	2.37	2.27
22	-1.91	19.16	2.96	2.65
23	-2.01	20.73	3.66	3.09
24	-2.11	22.39	4.45	3.62
25	-2.20	24.12	5.33	4.23
26	-2.30	25.94	6.31	4.94
27	-2.40	27.83	7.38	5.75

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	51 di 88

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
28	-2.50	29.81	8.54	6.68
29	-2.60	31.87	9.78	7.74
30	-2.70	34.01	11.12	8.92
31	-2.80	36.23	12.54	10.25
32	-2.90	38.53	14.05	11.73
33	-3.00	40.91	15.66	13.37
34	-3.00	40.96	15.69	13.41
35	-3.09	43.12	17.17	14.99
36	-3.18	45.34	18.72	16.72
37	-3.26	47.62	20.34	18.58
38	-3.35	49.97	22.03	20.60

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.09	0.80	0.04	0.00
3	-0.19	1.60	0.09	0.01
4	-0.28	2.41	0.13	0.02
5	-0.37	3.21	0.18	0.03
6	-0.47	4.01	0.24	0.05
7	-0.56	4.81	0.30	0.08
8	-0.65	5.62	0.36	0.11
9	-0.75	6.42	0.42	0.14
10	-0.84	7.22	0.49	0.19
11	-0.94	8.02	0.56	0.24
12	-1.03	8.83	0.63	0.29
13	-1.12	9.63	0.71	0.35
14	-1.22	10.43	0.78	0.42
15	-1.31	11.23	0.87	0.50
16	-1.31	11.40	0.86	0.93
17	-1.41	12.49	0.95	1.12
18	-1.51	13.66	1.09	1.33
19	-1.61	14.91	1.31	1.55
20	-1.71	16.25	1.65	1.81
21	-1.81	17.66	2.10	2.11
22	-1.91	19.16	2.67	2.46
23	-2.01	20.73	3.33	2.88
24	-2.11	22.39	4.09	3.37
25	-2.20	24.12	4.94	3.94
26	-2.30	25.94	5.89	4.61
27	-2.40	27.83	6.92	5.38
28	-2.50	29.81	8.03	6.26
29	-2.60	31.87	9.24	7.27
30	-2.70	34.01	10.53	8.40
31	-2.80	36.23	11.91	9.67
32	-2.90	38.53	13.38	11.08
33	-3.00	40.91	14.93	12.65
34	-3.00	40.96	14.97	12.69
35	-3.09	43.12	16.41	14.21
36	-3.18	45.34	17.91	15.86
37	-3.26	47.62	19.49	17.65
38	-3.35	49.97	21.13	19.59

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.09	0.80	0.00	0.00

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
3	-0.19	1.60	0.00	0.00
4	-0.28	2.41	0.01	0.00
5	-0.37	3.21	0.01	0.00
6	-0.47	4.01	0.02	0.00
7	-0.56	4.81	0.02	0.00
8	-0.65	5.62	0.03	0.01
9	-0.75	6.42	0.04	0.01
10	-0.84	7.22	0.05	0.02
11	-0.94	8.02	0.07	0.02
12	-1.03	8.83	0.08	0.03
13	-1.12	9.63	0.10	0.04
14	-1.22	10.43	0.11	0.05
15	-1.31	11.23	0.13	0.06
16	-1.31	11.40	0.12	0.48
17	-1.41	12.49	0.15	0.60
18	-1.51	13.66	0.22	0.72
19	-1.61	14.91	0.39	0.86
20	-1.71	16.25	0.70	1.02
21	-1.81	17.66	1.14	1.23
22	-1.91	19.16	1.70	1.48
23	-2.01	20.73	2.36	1.80
24	-2.11	22.39	3.11	2.19
25	-2.20	24.12	3.96	2.66
26	-2.30	25.94	4.89	3.22
27	-2.40	27.83	5.91	3.88
28	-2.50	29.81	7.02	4.65
29	-2.60	31.87	8.21	5.54
30	-2.70	34.01	9.48	6.55
31	-2.80	36.23	10.83	7.69
32	-2.90	38.53	12.27	8.98
33	-3.00	40.91	13.78	10.41
34	-3.00	40.96	13.82	10.44
35	-3.09	43.12	15.22	11.84
36	-3.18	45.34	16.68	13.36
37	-3.26	47.62	18.21	15.01
38	-3.35	49.97	19.80	16.80

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.09	0.80	0.00	0.00
3	-0.19	1.60	0.00	0.00
4	-0.28	2.41	0.01	0.00
5	-0.37	3.21	0.01	0.00
6	-0.47	4.01	0.02	0.00
7	-0.56	4.81	0.02	0.00
8	-0.65	5.62	0.03	0.01
9	-0.75	6.42	0.04	0.01
10	-0.84	7.22	0.05	0.02
11	-0.94	8.02	0.07	0.02
12	-1.03	8.83	0.08	0.03
13	-1.12	9.63	0.10	0.04
14	-1.22	10.43	0.11	0.05
15	-1.31	11.23	0.13	0.06
16	-1.31	11.40	0.12	0.48
17	-1.41	12.49	0.14	0.60
18	-1.51	13.66	0.19	0.72
19	-1.61	14.91	0.31	0.85
20	-1.71	16.25	0.56	1.01
21	-1.81	17.66	0.91	1.19
22	-1.91	19.16	1.36	1.42
23	-2.01	20.73	1.91	1.69
24	-2.11	22.39	2.55	2.03

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
25	-2.20	24.12	3.27	2.44
26	-2.30	25.94	4.08	2.93
27	-2.40	27.83	4.97	3.50
28	-2.50	29.81	5.94	4.17
29	-2.60	31.87	7.00	4.95
30	-2.70	34.01	8.13	5.83
31	-2.80	36.23	9.35	6.83
32	-2.90	38.53	10.65	7.97
33	-3.00	40.91	12.03	9.23
34	-3.00	40.96	12.06	9.26
35	-3.09	43.12	13.34	10.49
36	-3.18	45.34	14.68	11.85
37	-3.26	47.62	16.09	13.32
38	-3.35	49.97	17.55	14.92

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.09	0.80	0.00	0.00
3	-0.19	1.60	0.00	0.00
4	-0.28	2.41	0.01	0.00
5	-0.37	3.21	0.01	0.00
6	-0.47	4.01	0.02	0.00
7	-0.56	4.81	0.02	0.00
8	-0.65	5.62	0.03	0.01
9	-0.75	6.42	0.04	0.01
10	-0.84	7.22	0.05	0.02
11	-0.94	8.02	0.07	0.02
12	-1.03	8.83	0.08	0.03
13	-1.12	9.63	0.10	0.04
14	-1.22	10.43	0.11	0.05
15	-1.31	11.23	0.13	0.06
16	-1.31	11.40	0.12	0.48
17	-1.41	12.49	0.14	0.60
18	-1.51	13.66	0.19	0.72
19	-1.61	14.91	0.31	0.85
20	-1.71	16.25	0.56	1.01
21	-1.81	17.66	0.91	1.19
22	-1.91	19.16	1.36	1.42
23	-2.01	20.73	1.91	1.69
24	-2.11	22.39	2.55	2.03
25	-2.20	24.12	3.27	2.44
26	-2.30	25.94	4.08	2.93
27	-2.40	27.83	4.97	3.50
28	-2.50	29.81	5.94	4.17
29	-2.60	31.87	7.00	4.95
30	-2.70	34.01	8.13	5.83
31	-2.80	36.23	9.35	6.83
32	-2.90	38.53	10.65	7.97
33	-3.00	40.91	12.03	9.23
34	-3.00	40.96	12.06	9.26
35	-3.09	43.12	13.34	10.49
36	-3.18	45.34	14.68	11.85
37	-3.26	47.62	16.09	13.32
38	-3.35	49.97	17.55	14.92

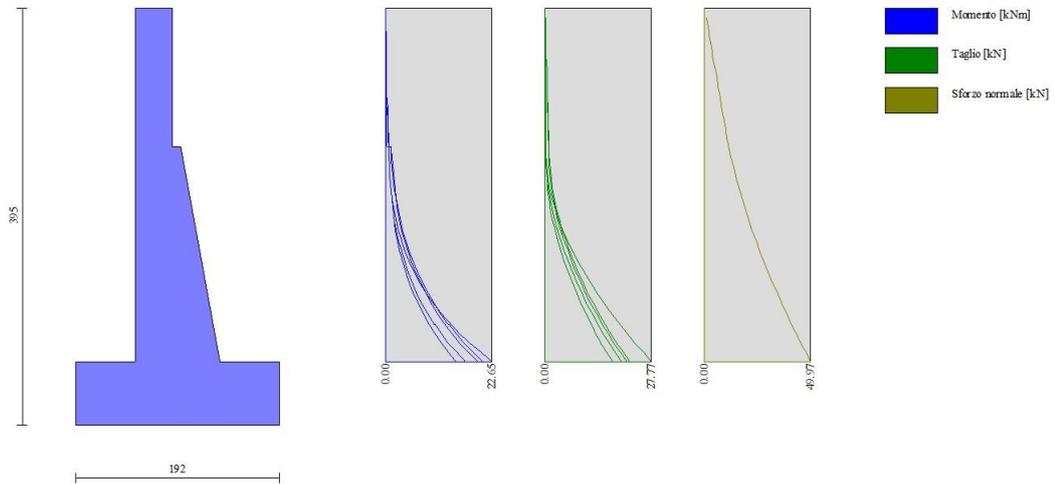


Fig. 8 - Paramento (Involuppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.91	0.00	0.00	0.00
2	-0.82	0.00	6.42	0.30
3	-0.72	0.00	12.63	1.19
4	-0.63	0.00	18.62	2.65
5	-0.54	0.00	24.39	4.66
6	-0.44	0.00	29.94	7.20
7	-0.35	0.00	35.27	10.24
8	0.45	0.00	-18.32	-5.49
9	0.55	0.00	-16.15	-3.98
10	0.64	0.00	-13.36	-2.60
11	0.73	0.00	-10.34	-1.49
12	0.83	0.00	-7.11	-0.68
13	0.92	0.00	-3.67	-0.17
14	1.01	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.91	0.00	0.00	0.00
2	-0.82	0.00	5.98	0.28
3	-0.72	0.00	11.76	1.11
4	-0.63	0.00	17.34	2.47
5	-0.54	0.00	22.73	4.34
6	-0.44	0.00	27.93	6.71
7	-0.35	0.00	32.93	9.55
8	0.45	0.00	-7.73	-2.49
9	0.55	0.00	-6.97	-1.82
10	0.64	0.00	-5.97	-1.21
11	0.73	0.00	-4.77	-0.71

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	55 di 88

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
12	0.83	0.00	-3.38	-0.33
13	0.92	0.00	-1.79	-0.08
14	1.01	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.91	0.00	0.00	0.00
2	-0.82	0.00	5.69	0.27
3	-0.72	0.00	11.19	1.06
4	-0.63	0.00	16.49	2.35
5	-0.54	0.00	21.60	4.13
6	-0.44	0.00	26.52	6.37
7	-0.35	0.00	31.24	9.07
8	0.45	0.00	-9.17	-2.89
9	0.55	0.00	-8.16	-2.09
10	0.64	0.00	-6.92	-1.39
11	0.73	0.00	-5.48	-0.81
12	0.83	0.00	-3.84	-0.37
13	0.92	0.00	-2.02	-0.10
14	1.01	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.91	0.00	0.00	0.00
2	-0.82	0.00	5.01	0.23
3	-0.72	0.00	9.91	0.93
4	-0.63	0.00	14.72	2.08
5	-0.54	0.00	19.42	3.68
6	-0.44	0.00	24.03	5.70
7	-0.35	0.00	28.53	8.16
8	0.45	0.00	-5.53	-1.72
9	0.55	0.00	-5.03	-1.27
10	0.64	0.00	-4.22	-0.84
11	0.73	0.00	-3.32	-0.49
12	0.83	0.00	-2.31	-0.22
13	0.92	0.00	-1.21	-0.06
14	1.01	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.91	0.00	0.00	0.00
2	-0.82	0.00	4.53	0.21
3	-0.72	0.00	8.99	0.84
4	-0.63	0.00	13.39	1.89
5	-0.54	0.00	17.72	3.34
6	-0.44	0.00	21.99	5.19
7	-0.35	0.00	26.19	7.44
8	0.45	0.00	-2.94	-0.93
9	0.55	0.00	-2.65	-0.68
10	0.64	0.00	-2.25	-0.45
11	0.73	0.00	-1.78	-0.26
12	0.83	0.00	-1.25	-0.12

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	56 di 88

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
13	0.92	0.00	-0.66	-0.03
14	1.01	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.91	0.00	0.00	0.00
2	-0.82	0.00	4.53	0.21
3	-0.72	0.00	8.99	0.84
4	-0.63	0.00	13.39	1.89
5	-0.54	0.00	17.72	3.34
6	-0.44	0.00	21.99	5.19
7	-0.35	0.00	26.19	7.44
8	0.45	0.00	-2.94	-0.93
9	0.55	0.00	-2.65	-0.68
10	0.64	0.00	-2.25	-0.45
11	0.73	0.00	-1.78	-0.26
12	0.83	0.00	-1.25	-0.12
13	0.92	0.00	-0.66	-0.03
14	1.01	0.00	0.00	0.00

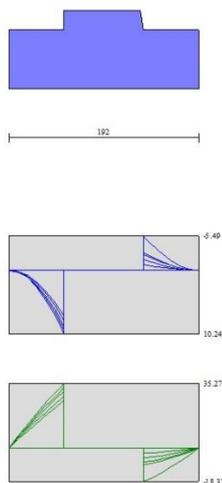


Fig. 9 - Fondazione (Inviluppo)

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° indice sezione



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	57 di 88

- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espresso in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- Afi area ferri inferiori espresso in [cmq]
- Afs area ferri superiori espressa in [cmq]
- M momento agente espressa in [kNm]
- N sforzo normale agente espressa in [kN]
- Mu momento ultimi espresso in [kNm]
- Nu sforzo normale ultimo espressa in [kN]
- FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0.00	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	-0.09	100	35	11.31	20.11	0.00	0.80	0.00	0.00	1000.000
3	-0.19	100	35	11.31	20.11	0.00	1.60	0.00	0.00	1000.000
4	-0.28	100	35	11.31	20.11	0.00	2.41	0.00	0.00	1000.000
5	-0.37	100	35	11.31	20.11	0.00	3.21	0.00	0.00	1000.000
6	-0.47	100	35	11.31	20.11	0.00	4.01	0.00	0.00	1000.000
7	-0.56	100	35	11.31	20.11	0.01	4.81	0.00	0.00	1000.000
8	-0.65	100	35	11.31	20.11	0.01	5.62	0.00	0.00	1000.000
9	-0.75	100	35	11.31	20.11	0.01	6.42	0.00	0.00	1000.000
10	-0.84	100	35	11.31	20.11	0.02	7.22	0.00	0.00	1000.000
11	-0.94	100	35	11.31	20.11	0.03	8.02	0.00	0.00	1000.000
12	-1.03	100	35	11.31	20.11	0.04	8.83	0.00	0.00	1000.000
13	-1.12	100	35	11.31	20.11	0.05	9.63	0.00	0.00	1000.000
14	-1.22	100	35	11.31	20.11	0.06	10.43	0.00	0.00	1000.000
15	-1.31	100	35	11.31	20.11	0.07	11.23	0.00	0.00	1000.000
16	-1.31	100	43	11.31	0.00	0.50	11.40	282.33	6431.51	564.285
17	-1.41	100	45	11.31	0.00	0.62	12.49	332.71	6685.22	535.282
18	-1.51	100	47	11.31	0.00	0.75	13.66	375.98	6823.98	499.514
19	-1.61	100	48	11.31	0.00	0.90	14.91	421.09	6949.74	465.992
20	-1.71	100	50	11.31	0.00	1.09	16.25	472.66	7027.88	432.563
21	-1.81	100	52	11.31	20.11	1.34	17.66	536.83	7075.66	400.642
22	-1.91	100	54	11.31	20.11	1.66	19.16	610.96	7040.59	367.557
23	-2.01	100	56	11.31	20.11	2.08	20.73	696.24	6955.38	335.523
24	-2.11	100	58	11.31	20.11	2.59	22.39	788.18	6806.92	304.079
25	-2.20	100	59	11.31	20.11	3.23	24.12	886.58	6629.93	274.858
26	-2.30	100	61	11.31	20.11	3.99	25.94	986.04	6413.64	247.270
27	-2.40	100	63	11.31	20.11	4.89	27.83	1087.80	6192.08	222.457
28	-2.50	100	65	11.31	20.11	5.94	29.81	1188.17	5959.83	199.910
29	-2.60	100	67	11.31	20.11	7.16	31.87	1285.18	5720.95	179.505
30	-2.70	100	69	11.31	20.11	8.55	34.01	1368.90	5445.74	160.124
31	-2.80	100	70	22.62	20.11	10.12	36.23	1577.93	5647.35	155.880
32	-2.90	100	72	22.62	20.11	11.89	38.53	1629.26	5278.87	137.012
33	-3.00	100	74	11.31	20.11	13.87	40.91	1511.93	4460.71	109.040
34	-3.00	100	74	11.31	20.11	13.91	40.96	1512.62	4454.59	108.761
35	-3.09	100	76	11.31	20.11	15.82	43.12	1529.81	4168.19	96.671
36	-3.18	100	77	11.31	20.11	17.92	45.34	1544.53	3908.54	86.207
37	-3.26	100	79	11.31	20.11	20.19	47.62	1547.54	3650.26	76.649
38	-3.35	100	80	11.31	20.11	22.65	49.97	1549.95	3419.08	68.424

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	58 di 88

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0.00	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	-0.09	100	35	11.31	20.11	0.00	0.80	0.00	0.00	1000.000
3	-0.19	100	35	11.31	20.11	0.01	1.60	0.00	0.00	1000.000
4	-0.28	100	35	11.31	20.11	0.02	2.41	0.00	0.00	1000.000
5	-0.37	100	35	11.31	20.11	0.03	3.21	0.00	0.00	1000.000
6	-0.47	100	35	11.31	20.11	0.06	4.01	0.00	0.00	1000.000
7	-0.56	100	35	11.31	20.11	0.08	4.81	0.00	0.00	1000.000
8	-0.65	100	35	11.31	20.11	0.12	5.62	0.00	0.00	1000.000
9	-0.75	100	35	11.31	20.11	0.16	6.42	143.18	5884.83	916.846
10	-0.84	100	35	11.31	20.11	0.20	7.22	161.70	5736.73	794.465
11	-0.94	100	35	11.31	20.11	0.26	8.02	180.01	5586.32	696.271
12	-1.03	100	35	11.31	20.11	0.32	8.83	198.13	5436.79	616.031
13	-1.12	100	35	11.31	20.11	0.39	9.63	215.95	5287.36	549.175
14	-1.22	100	35	11.31	20.11	0.47	10.43	233.04	5130.40	491.882
15	-1.31	100	35	11.31	20.11	0.56	11.23	249.77	4976.82	443.074
16	-1.31	100	43	11.31	0.00	0.99	11.40	441.79	5107.33	448.104
17	-1.41	100	45	11.31	0.00	1.19	12.49	488.45	5108.57	409.040
18	-1.51	100	47	11.31	0.00	1.42	13.66	533.19	5135.91	375.947
19	-1.61	100	48	11.31	0.00	1.66	14.91	578.66	5186.87	347.788
20	-1.71	100	50	11.31	0.00	1.94	16.25	624.96	5228.51	321.813
21	-1.81	100	52	11.31	20.11	2.27	17.66	721.58	5625.22	318.515
22	-1.91	100	54	11.31	20.11	2.65	19.16	783.35	5671.88	296.103
23	-2.01	100	56	11.31	20.11	3.09	20.73	849.84	5695.64	274.754
24	-2.11	100	58	11.31	20.11	3.62	22.39	920.55	5695.44	254.427
25	-2.20	100	59	11.31	20.11	4.23	24.12	993.98	5667.66	234.965
26	-2.30	100	61	11.31	20.11	4.94	25.94	1071.12	5625.13	216.870
27	-2.40	100	63	11.31	20.11	5.75	27.83	1151.68	5571.66	200.168
28	-2.50	100	65	11.31	20.11	6.68	29.81	1227.65	5476.44	183.696
29	-2.60	100	67	11.31	20.11	7.74	31.87	1302.19	5364.26	168.313
30	-2.70	100	69	11.31	20.11	8.92	34.01	1376.80	5247.24	154.288
31	-2.80	100	70	22.62	20.11	10.25	36.23	1575.44	5566.88	153.659
32	-2.90	100	72	22.62	20.11	11.73	38.53	1634.33	5366.57	139.288
33	-3.00	100	74	11.31	20.11	13.37	40.91	1527.39	4671.88	114.202
34	-3.00	100	74	11.31	20.11	13.41	40.96	1528.24	4667.93	113.970
35	-3.09	100	76	11.31	20.11	14.99	43.12	1566.30	4504.13	104.462
36	-3.18	100	77	11.31	20.11	16.72	45.34	1593.85	4323.11	95.351
37	-3.26	100	79	11.31	20.11	18.58	47.62	1619.45	4150.71	87.158
38	-3.35	100	80	11.31	20.11	20.60	49.97	1646.98	3995.99	79.969

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0.00	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	-0.09	100	35	11.31	20.11	0.00	0.80	0.00	0.00	1000.000
3	-0.19	100	35	11.31	20.11	0.01	1.60	0.00	0.00	1000.000
4	-0.28	100	35	11.31	20.11	0.02	2.41	0.00	0.00	1000.000
5	-0.37	100	35	11.31	20.11	0.03	3.21	0.00	0.00	1000.000
6	-0.47	100	35	11.31	20.11	0.05	4.01	0.00	0.00	1000.000
7	-0.56	100	35	11.31	20.11	0.08	4.81	0.00	0.00	1000.000
8	-0.65	100	35	11.31	20.11	0.11	5.62	0.00	0.00	1000.000
9	-0.75	100	35	11.31	20.11	0.14	6.42	133.89	5959.08	928.415
10	-0.84	100	35	11.31	20.11	0.19	7.22	150.49	5826.30	806.869
11	-0.94	100	35	11.31	20.11	0.24	8.02	166.93	5694.28	709.727
12	-1.03	100	35	11.31	20.11	0.29	8.83	183.08	5560.95	630.100
13	-1.12	100	35	11.31	20.11	0.35	9.63	199.01	5429.49	563.937
14	-1.22	100	35	11.31	20.11	0.42	10.43	214.66	5299.18	508.063
15	-1.31	100	35	11.31	20.11	0.50	11.23	229.63	5161.77	459.540
16	-1.31	100	43	11.31	0.00	0.93	11.40	429.71	5291.14	464.231
17	-1.41	100	45	11.31	0.00	1.12	12.49	476.25	5314.99	425.568
18	-1.51	100	47	11.31	0.00	1.33	13.66	522.15	5378.58	393.711
19	-1.61	100	48	11.31	0.00	1.55	14.91	566.71	5444.38	365.055
20	-1.71	100	50	11.31	0.00	1.81	16.25	613.00	5506.52	338.924
21	-1.81	100	52	11.31	20.11	2.11	17.66	698.05	5849.73	331.227

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	59 di 88

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
22	-1.91	100	54	11.31	20.11	2.46	19.16	758.32	5904.61	308.253
23	-2.01	100	56	11.31	20.11	2.88	20.73	823.54	5933.69	286.237
24	-2.11	100	58	11.31	20.11	3.37	22.39	893.71	5939.22	265.317
25	-2.20	100	59	11.31	20.11	3.94	24.12	968.59	5924.45	245.610
26	-2.30	100	61	11.31	20.11	4.61	25.94	1045.43	5879.73	226.685
27	-2.40	100	63	11.31	20.11	5.38	27.83	1125.85	5822.53	209.181
28	-2.50	100	65	11.31	20.11	6.26	29.81	1209.50	5756.67	193.096
29	-2.60	100	67	11.31	20.11	7.27	31.87	1288.47	5652.00	177.341
30	-2.70	100	69	11.31	20.11	8.40	34.01	1364.94	5528.72	162.564
31	-2.80	100	70	22.62	20.11	9.67	36.23	1581.43	5927.76	163.621
32	-2.90	100	72	22.62	20.11	11.08	38.53	1645.52	5721.41	148.498
33	-3.00	100	74	11.31	20.11	12.65	40.91	1552.95	5020.98	122.736
34	-3.00	100	74	11.31	20.11	12.69	40.96	1553.77	5016.42	122.478
35	-3.09	100	76	11.31	20.11	14.21	43.12	1590.43	4827.24	111.956
36	-3.18	100	77	11.31	20.11	15.86	45.34	1628.64	4656.12	102.696
37	-3.26	100	79	11.31	20.11	17.65	47.62	1658.86	4475.55	93.979
38	-3.35	100	80	11.31	20.11	19.59	49.97	1684.03	4295.70	85.967

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	-0.91	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	-0.82	100	60	20.11	20.11	0.30	0.00	0.00	0.00	1000.000
3	-0.72	100	60	20.11	20.11	1.19	0.00	429.05	0.00	359.881
4	-0.63	100	60	20.11	20.11	2.65	0.00	429.05	0.00	161.787
5	-0.54	100	60	20.11	20.11	4.66	0.00	429.05	0.00	92.064
6	-0.44	100	60	20.11	20.11	7.20	0.00	429.05	0.00	59.615
7	-0.35	100	60	20.11	20.11	10.24	0.00	429.05	0.00	41.892
8	0.45	100	60	20.11	20.11	-5.49	0.00	-429.05	0.00	78.084
9	0.55	100	60	20.11	20.11	-3.98	0.00	-429.05	0.00	107.793
10	0.64	100	60	20.11	20.11	-2.60	0.00	-429.05	0.00	164.917
11	0.73	100	60	20.11	20.11	-1.49	0.00	-429.05	0.00	287.199
12	0.83	100	60	20.11	20.11	-0.68	0.00	-429.05	0.00	633.269
13	0.92	100	60	20.11	20.11	-0.17	0.00	0.00	0.00	1000.000
14	1.01	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	-0.91	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	-0.82	100	60	20.11	20.11	0.28	0.00	0.00	0.00	1000.000
3	-0.72	100	60	20.11	20.11	1.11	0.00	429.05	0.00	386.635
4	-0.63	100	60	20.11	20.11	2.47	0.00	429.05	0.00	173.746
5	-0.54	100	60	20.11	20.11	4.34	0.00	429.05	0.00	98.830
6	-0.44	100	60	20.11	20.11	6.71	0.00	429.05	0.00	63.969
7	-0.35	100	60	20.11	20.11	9.55	0.00	429.05	0.00	44.933
8	0.45	100	60	20.11	20.11	-2.49	0.00	-429.05	0.00	172.085
9	0.55	100	60	20.11	20.11	-1.82	0.00	-429.05	0.00	236.201
10	0.64	100	60	20.11	20.11	-1.21	0.00	-429.05	0.00	354.210
11	0.73	100	60	20.11	20.11	-0.71	0.00	-429.05	0.00	605.342
12	0.83	100	60	20.11	20.11	-0.33	0.00	0.00	0.00	1000.000
13	0.92	100	60	20.11	20.11	-0.08	0.00	0.00	0.00	1000.000
14	1.01	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	-0.91	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	-0.82	100	60	20.11	20.11	0.27	0.00	0.00	0.00	1000.000
3	-0.72	100	60	20.11	20.11	1.06	0.00	429.05	0.00	406.307
4	-0.63	100	60	20.11	20.11	2.35	0.00	429.05	0.00	182.659
5	-0.54	100	60	20.11	20.11	4.13	0.00	429.05	0.00	103.942
6	-0.44	100	60	20.11	20.11	6.37	0.00	429.05	0.00	67.306
7	-0.35	100	60	20.11	20.11	9.07	0.00	429.05	0.00	47.298
8	0.45	100	60	20.11	20.11	-2.89	0.00	-429.05	0.00	148.353
9	0.55	100	60	20.11	20.11	-2.09	0.00	-429.05	0.00	205.057
10	0.64	100	60	20.11	20.11	-1.39	0.00	-429.05	0.00	309.302
11	0.73	100	60	20.11	20.11	-0.81	0.00	-429.05	0.00	531.459
12	0.83	100	60	20.11	20.11	-0.37	0.00	0.00	0.00	1000.000
13	0.92	100	60	20.11	20.11	-0.10	0.00	0.00	0.00	1000.000
14	1.01	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000

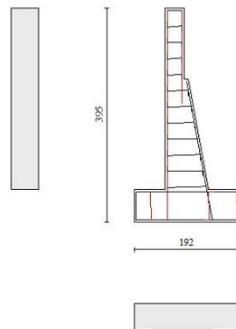


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Asw	area ferri a taglio espressa in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V _{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V _{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V _{Rd}	resistenza di progetto a taglio espressa in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (Asw>0.0) V _{Rd} =min(V _{Rcd} , V _{Rsd}).



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	61 di 88

T taglio agente espressa in [kN]

FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.55	0.00	100.000
2	-0.09	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.66	0.00	243605.648
3	-0.19	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.77	0.00	60932.485
4	-0.28	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.88	0.01	27174.278
5	-0.37	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.99	0.01	15349.678
6	-0.47	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.10	0.02	9852.368
7	-0.56	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.21	0.03	6854.335
8	-0.65	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.32	0.04	5042.366
9	-0.75	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.43	0.06	3864.499
10	-0.84	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.54	0.07	3056.055
11	-0.94	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.65	0.09	2477.283
12	-1.03	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.76	0.11	2048.762
13	-1.12	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.87	0.13	1722.646
14	-1.22	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.98	0.15	1468.723
15	-1.31	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	217.09	0.17	1267.151
16	-1.31	100	43	0.00	0.00	--	0.00	0.00	176.51	0.16	1097.597
17	-1.41	100	45	0.00	0.00	--	0.00	0.00	182.14	0.20	902.161
18	-1.51	100	47	0.00	0.00	--	0.00	0.00	187.73	0.32	580.335
19	-1.61	100	48	0.00	0.00	--	0.00	0.00	193.30	0.58	331.223
20	-1.71	100	50	0.00	0.00	--	0.00	0.00	198.85	1.05	189.178
21	-1.81	100	52	0.00	0.00	--	0.00	0.00	264.92	1.71	155.266
22	-1.91	100	54	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.70	2.52	107.020
23	-2.01	100	56	0.00	0.00	--	0.00	0.00	274.42	3.48	78.831
24	-2.11	100	58	0.00	0.00	--	0.00	0.00	279.10	4.57	61.077
25	-2.20	100	59	0.00	0.00	--	0.00	0.00	283.72	5.78	49.073
26	-2.30	100	61	0.00	0.00	--	0.00	0.00	288.31	7.11	40.550
27	-2.40	100	63	0.00	0.00	--	0.00	0.00	292.85	8.55	34.241
28	-2.50	100	65	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.35	10.11	29.422
29	-2.60	100	67	0.00	0.00	--	0.00	0.00	301.82	11.77	25.641
30	-2.70	100	69	0.00	0.00	--	0.00	0.00	306.25	13.54	22.611
31	-2.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	343.61	15.43	22.276
32	-2.90	100	72	0.00	0.00	--	0.00	0.00	348.42	17.41	20.008
33	-3.00	100	74	0.00	0.00	--	0.00	0.00	319.35	19.51	16.369
34	-3.00	100	74	0.00	0.00	--	0.00	0.00	319.44	19.55	16.337
35	-3.09	100	76	0.00	0.00	--	0.00	0.00	323.23	21.48	15.044
36	-3.18	100	77	0.00	0.00	--	0.00	0.00	326.99	23.50	13.916
37	-3.26	100	79	0.00	0.00	--	0.00	0.00	330.74	25.59	12.923
38	-3.35	100	80	0.00	0.00	--	0.00	0.00	334.47	27.77	12.043

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.55	0.00	100.000
2	-0.09	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.66	0.04	5125.133
3	-0.19	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.77	0.09	2428.691
4	-0.28	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.88	0.14	1539.014
5	-0.37	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.99	0.20	1100.028
6	-0.47	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.10	0.26	840.579
7	-0.56	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.21	0.32	670.447
8	-0.65	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.32	0.39	551.058
9	-0.75	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.43	0.47	463.162
10	-0.84	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.54	0.55	396.094
11	-0.94	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.65	0.63	343.477
12	-1.03	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.76	0.72	301.269



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	62 di 88

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
13	-1.12	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.87	0.81	266.789
14	-1.22	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.98	0.91	238.190
15	-1.31	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	217.09	1.01	214.159
16	-1.31	100	43	0.00	0.00	--	0.00	0.00	176.51	0.99	177.527
17	-1.41	100	45	0.00	0.00	--	0.00	0.00	182.14	1.11	163.580
18	-1.51	100	47	0.00	0.00	--	0.00	0.00	187.73	1.27	147.424
19	-1.61	100	48	0.00	0.00	--	0.00	0.00	193.30	1.51	127.725
20	-1.71	100	50	0.00	0.00	--	0.00	0.00	198.85	1.88	105.769
21	-1.81	100	52	0.00	0.00	--	0.00	0.00	264.92	2.37	111.985
22	-1.91	100	54	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.70	2.96	91.132
23	-2.01	100	56	0.00	0.00	--	0.00	0.00	274.42	3.66	75.051
24	-2.11	100	58	0.00	0.00	--	0.00	0.00	279.10	4.45	62.738
25	-2.20	100	59	0.00	0.00	--	0.00	0.00	283.72	5.33	53.188
26	-2.30	100	61	0.00	0.00	--	0.00	0.00	288.31	6.31	45.681
27	-2.40	100	63	0.00	0.00	--	0.00	0.00	292.85	7.38	39.688
28	-2.50	100	65	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.35	8.54	34.836
29	-2.60	100	67	0.00	0.00	--	0.00	0.00	301.82	9.78	30.853
30	-2.70	100	69	0.00	0.00	--	0.00	0.00	306.25	11.12	27.546
31	-2.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	343.61	12.54	27.397
32	-2.90	100	72	0.00	0.00	--	0.00	0.00	348.42	14.05	24.790
33	-3.00	100	74	0.00	0.00	--	0.00	0.00	319.35	15.66	20.398
34	-3.00	100	74	0.00	0.00	--	0.00	0.00	319.44	15.69	20.360
35	-3.09	100	76	0.00	0.00	--	0.00	0.00	323.23	17.17	18.824
36	-3.18	100	77	0.00	0.00	--	0.00	0.00	326.99	18.72	17.466
37	-3.26	100	79	0.00	0.00	--	0.00	0.00	330.74	20.34	16.261
38	-3.35	100	80	0.00	0.00	--	0.00	0.00	334.47	22.03	15.185

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.55	0.00	100.000
2	-0.09	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.66	0.04	5217.977
3	-0.19	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.77	0.09	2513.418
4	-0.28	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.88	0.13	1616.677
5	-0.37	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.99	0.18	1171.502
6	-0.47	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.10	0.24	906.586
7	-0.56	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.21	0.30	731.595
8	-0.65	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.32	0.36	607.867
9	-0.75	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.43	0.42	516.083
10	-0.84	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.54	0.49	445.516
11	-0.94	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.65	0.56	389.740
12	-1.03	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.76	0.63	344.669
13	-1.12	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.87	0.71	307.585
14	-1.22	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	216.98	0.78	276.612
15	-1.31	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	217.09	0.87	250.410
16	-1.31	100	43	0.00	0.00	--	0.00	0.00	176.51	0.86	206.127
17	-1.41	100	45	0.00	0.00	--	0.00	0.00	182.14	0.95	190.959
18	-1.51	100	47	0.00	0.00	--	0.00	0.00	187.73	1.09	172.151
19	-1.61	100	48	0.00	0.00	--	0.00	0.00	193.30	1.31	148.050
20	-1.71	100	50	0.00	0.00	--	0.00	0.00	198.85	1.65	120.821
21	-1.81	100	52	0.00	0.00	--	0.00	0.00	264.92	2.10	125.946
22	-1.91	100	54	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.70	2.67	101.102
23	-2.01	100	56	0.00	0.00	--	0.00	0.00	274.42	3.33	82.324
24	-2.11	100	58	0.00	0.00	--	0.00	0.00	279.10	4.09	68.192
25	-2.20	100	59	0.00	0.00	--	0.00	0.00	283.72	4.94	57.384
26	-2.30	100	61	0.00	0.00	--	0.00	0.00	288.31	5.89	48.988
27	-2.40	100	63	0.00	0.00	--	0.00	0.00	292.85	6.92	42.349
28	-2.50	100	65	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.35	8.03	37.016
29	-2.60	100	67	0.00	0.00	--	0.00	0.00	301.82	9.24	32.668
30	-2.70	100	69	0.00	0.00	--	0.00	0.00	306.25	10.53	29.078
31	-2.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	343.61	11.91	28.845
32	-2.90	100	72	0.00	0.00	--	0.00	0.00	348.42	13.38	26.040
33	-3.00	100	74	0.00	0.00	--	0.00	0.00	319.35	14.93	21.384
34	-3.00	100	74	0.00	0.00	--	0.00	0.00	319.44	14.97	21.343



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	63 di 88

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
35	-3.09	100	76	0.00	0.00	--	0.00	0.00	323.23	16.41	19.702
36	-3.18	100	77	0.00	0.00	--	0.00	0.00	326.99	17.91	18.255
37	-3.26	100	79	0.00	0.00	--	0.00	0.00	330.74	19.49	16.974
38	-3.35	100	80	0.00	0.00	--	0.00	0.00	334.47	21.13	15.832

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	-0.91	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	0.00	100.000
2	-0.82	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-6.42	47.613
3	-0.72	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-12.63	24.217
4	-0.63	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-18.62	16.428
5	-0.54	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-24.39	12.541
6	-0.44	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-29.94	10.216
7	-0.35	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-35.27	8.671
8	0.45	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-18.32	16.696
9	0.55	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-16.15	18.936
10	0.64	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-13.36	22.898
11	0.73	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-10.34	29.566
12	0.83	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-7.11	42.990
13	0.92	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-3.67	83.425
14	1.01	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	0.00	100.000

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	-0.91	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	0.00	100.000
2	-0.82	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-5.98	51.163
3	-0.72	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-11.76	26.008
4	-0.63	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-17.34	17.632
5	-0.54	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-22.73	13.452
6	-0.44	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-27.93	10.950
7	-0.35	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-32.93	9.288
8	0.45	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-7.73	39.568
9	0.55	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-6.97	43.886
10	0.64	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-5.97	51.256
11	0.73	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-4.77	64.130
12	0.83	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-3.38	90.612
13	0.92	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-1.79	171.283
14	1.01	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	0.00	100.000

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	-0.91	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	0.00	100.000
2	-0.82	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-5.69	53.756
3	-0.72	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-11.19	27.342
4	-0.63	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-16.49	18.548
5	-0.54	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-21.60	14.160
6	-0.44	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-26.52	11.534
7	-0.35	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-31.24	9.790
8	0.45	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-9.17	33.349
9	0.55	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-8.16	37.466
10	0.64	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-6.92	44.218

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	64 di 88

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
11	0.73	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-5.48	55.840
12	0.83	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-3.84	79.553
13	0.92	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-2.02	151.497
14	1.01	100	60	0.00	0.00	--	0.00	0.00	305.83	0.00	100.000

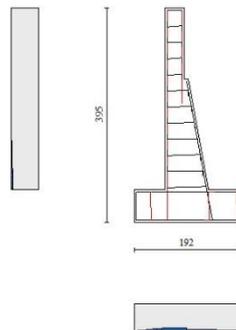


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A _{fi}	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
A _{fs}	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kN]
σ _c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

Paramento

Combinazione n° 10 - SLER



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	65 di 88

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 18426 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	ofi [kPa]	ofs [kPa]
1	0.00	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0	0	0
2	-0.09	100	35	11.31	20.11	0.00	0.80	2	29	32
3	-0.19	100	35	11.31	20.11	0.00	1.60	4	57	65
4	-0.28	100	35	11.31	20.11	0.00	2.41	7	85	97
5	-0.37	100	35	11.31	20.11	0.00	3.21	9	113	130
6	-0.47	100	35	11.31	20.11	0.00	4.01	11	141	162
7	-0.56	100	35	11.31	20.11	0.00	4.81	13	169	196
8	-0.65	100	35	11.31	20.11	0.01	5.62	15	196	229
9	-0.75	100	35	11.31	20.11	0.01	6.42	18	223	263
10	-0.84	100	35	11.31	20.11	0.02	7.22	20	250	297
11	-0.94	100	35	11.31	20.11	0.02	8.02	23	276	332
12	-1.03	100	35	11.31	20.11	0.03	8.83	25	301	368
13	-1.12	100	35	11.31	20.11	0.04	9.63	28	326	404
14	-1.22	100	35	11.31	20.11	0.05	10.43	30	349	441
15	-1.31	100	35	11.31	20.11	0.06	11.23	33	373	479
16	-1.31	100	43	11.31	0.00	0.48	11.40	37	0	532
17	-1.41	100	45	11.31	0.00	0.60	12.49	41	0	580
18	-1.51	100	47	11.31	0.00	0.72	13.66	44	0	626
19	-1.61	100	48	11.31	0.00	0.86	14.91	47	0	673
20	-1.71	100	50	11.31	0.00	1.02	16.25	51	0	724
21	-1.81	100	52	11.31	20.11	1.23	17.66	56	154	793
22	-1.91	100	54	11.31	20.11	1.48	19.16	60	137	859
23	-2.01	100	56	11.31	20.11	1.80	20.73	66	112	934
24	-2.11	100	58	11.31	20.11	2.19	22.39	72	80	1018
25	-2.20	100	59	11.31	20.11	2.66	24.12	78	38	1112
26	-2.30	100	61	11.31	20.11	3.22	25.94	86	19	1219
27	-2.40	100	63	11.31	20.11	3.88	27.83	94	97	1340
28	-2.50	100	65	11.31	20.11	4.65	29.81	104	200	1476
29	-2.60	100	67	11.31	20.11	5.54	31.87	115	333	1628
30	-2.70	100	69	11.31	20.11	6.55	34.01	127	501	1797
31	-2.80	100	70	22.62	20.11	7.69	36.23	129	590	1823
32	-2.90	100	72	22.62	20.11	8.98	38.53	143	822	2011
33	-3.00	100	74	11.31	20.11	10.41	40.91	171	1269	2409
34	-3.00	100	74	11.31	20.11	10.44	40.96	172	1276	2413
35	-3.09	100	76	11.31	20.11	11.84	43.12	187	1588	2622
36	-3.18	100	77	11.31	20.11	13.36	45.34	203	1942	2844
37	-3.26	100	79	11.31	20.11	15.01	47.62	220	2340	3079
38	-3.35	100	80	11.31	20.11	16.80	49.97	238	2783	3325

Fondazione

Combinazione n° 10 - SLER

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 18426 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	ofi [kPa]	ofs [kPa]
1	-0.91	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0	0	0
2	-0.82	100	60	20.11	20.11	0.23	0.00	5	221	56
3	-0.72	100	60	20.11	20.11	0.93	0.00	19	878	223
4	-0.63	100	60	20.11	20.11	2.08	0.00	42	1962	498
5	-0.54	100	60	20.11	20.11	3.68	0.00	75	3464	879
6	-0.44	100	60	20.11	20.11	5.70	0.00	116	5375	1363
7	-0.35	100	60	20.11	20.11	8.16	0.00	166	7688	1950
8	0.45	100	60	20.11	20.11	-1.72	0.00	35	410	1617
9	0.55	100	60	20.11	20.11	-1.27	0.00	26	304	1197
10	0.64	100	60	20.11	20.11	-0.84	0.00	17	200	790
11	0.73	100	60	20.11	20.11	-0.49	0.00	10	116	457



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	66 di 88

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
12	0.83	100	60	20.11	20.11	-0.22	0.00	5	53	209
13	0.92	100	60	20.11	20.11	-0.06	0.00	1	14	54
14	1.01	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0	0	0

Combinazioni SLEF

Paramento

Combinazione n° 11 - SLEF

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 30710 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	0.00	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0	0	0
2	-0.09	100	35	11.31	20.11	0.00	0.80	2	29	32
3	-0.19	100	35	11.31	20.11	0.00	1.60	4	57	65
4	-0.28	100	35	11.31	20.11	0.00	2.41	7	85	97
5	-0.37	100	35	11.31	20.11	0.00	3.21	9	113	130
6	-0.47	100	35	11.31	20.11	0.00	4.01	11	141	162
7	-0.56	100	35	11.31	20.11	0.00	4.81	13	169	196
8	-0.65	100	35	11.31	20.11	0.01	5.62	15	196	229
9	-0.75	100	35	11.31	20.11	0.01	6.42	18	223	263
10	-0.84	100	35	11.31	20.11	0.02	7.22	20	250	297
11	-0.94	100	35	11.31	20.11	0.02	8.02	23	276	332
12	-1.03	100	35	11.31	20.11	0.03	8.83	25	301	368
13	-1.12	100	35	11.31	20.11	0.04	9.63	28	326	404
14	-1.22	100	35	11.31	20.11	0.05	10.43	30	349	441
15	-1.31	100	35	11.31	20.11	0.06	11.23	33	373	479
16	-1.31	100	43	11.31	0.00	0.48	11.40	37	0	532
17	-1.41	100	45	11.31	0.00	0.60	12.49	41	0	579
18	-1.51	100	47	11.31	0.00	0.72	13.66	44	0	625
19	-1.61	100	48	11.31	0.00	0.85	14.91	47	0	671
20	-1.71	100	50	11.31	0.00	1.01	16.25	50	0	719
21	-1.81	100	52	11.31	20.11	1.19	17.66	55	162	784
22	-1.91	100	54	11.31	20.11	1.42	19.16	59	151	844
23	-2.01	100	56	11.31	20.11	1.69	20.73	64	134	911
24	-2.11	100	58	11.31	20.11	2.03	22.39	69	110	986
25	-2.20	100	59	11.31	20.11	2.44	24.12	75	79	1070
26	-2.30	100	61	11.31	20.11	2.93	25.94	82	40	1162
27	-2.40	100	63	11.31	20.11	3.50	27.83	89	12	1265
28	-2.50	100	65	11.31	20.11	4.17	29.81	97	81	1380
29	-2.60	100	67	11.31	20.11	4.95	31.87	106	170	1508
30	-2.70	100	69	11.31	20.11	5.83	34.01	116	285	1650
31	-2.80	100	70	22.62	20.11	6.83	36.23	117	334	1664
32	-2.90	100	72	22.62	20.11	7.97	38.53	128	493	1822
33	-3.00	100	74	11.31	20.11	9.23	40.91	153	818	2166
34	-3.00	100	74	11.31	20.11	9.26	40.96	153	823	2170
35	-3.09	100	76	11.31	20.11	10.49	43.12	166	1047	2349
36	-3.18	100	77	11.31	20.11	11.85	45.34	180	1305	2540
37	-3.26	100	79	11.31	20.11	13.32	47.62	195	1599	2743
38	-3.35	100	80	11.31	20.11	14.92	49.97	210	1933	2958

Fondazione

Combinazione n° 11 - SLEF

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 30710 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	67 di 88

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	-0.91	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0	0	0
2	-0.82	100	60	20.11	20.11	0.21	0.00	4	200	51
3	-0.72	100	60	20.11	20.11	0.84	0.00	17	794	202
4	-0.63	100	60	20.11	20.11	1.89	0.00	38	1779	451
5	-0.54	100	60	20.11	20.11	3.34	0.00	68	3148	798
6	-0.44	100	60	20.11	20.11	5.19	0.00	105	4895	1241
7	-0.35	100	60	20.11	20.11	7.44	0.00	151	7014	1779
8	0.45	100	60	20.11	20.11	-0.93	0.00	19	223	878
9	0.55	100	60	20.11	20.11	-0.68	0.00	14	163	642
10	0.64	100	60	20.11	20.11	-0.45	0.00	9	108	426
11	0.73	100	60	20.11	20.11	-0.26	0.00	5	63	248
12	0.83	100	60	20.11	20.11	-0.12	0.00	2	29	114
13	0.92	100	60	20.11	20.11	-0.03	0.00	1	7	29
14	1.01	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0	0	0

Combinazioni SLEQ

Paramento

Combinazione n° 12 - SLEQ

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 13820 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	0.00	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0	0	0
2	-0.09	100	35	11.31	20.11	0.00	0.80	2	29	32
3	-0.19	100	35	11.31	20.11	0.00	1.60	4	57	65
4	-0.28	100	35	11.31	20.11	0.00	2.41	7	85	97
5	-0.37	100	35	11.31	20.11	0.00	3.21	9	113	130
6	-0.47	100	35	11.31	20.11	0.00	4.01	11	141	162
7	-0.56	100	35	11.31	20.11	0.00	4.81	13	169	196
8	-0.65	100	35	11.31	20.11	0.01	5.62	15	196	229
9	-0.75	100	35	11.31	20.11	0.01	6.42	18	223	263
10	-0.84	100	35	11.31	20.11	0.02	7.22	20	250	297
11	-0.94	100	35	11.31	20.11	0.02	8.02	23	276	332
12	-1.03	100	35	11.31	20.11	0.03	8.83	25	301	368
13	-1.12	100	35	11.31	20.11	0.04	9.63	28	326	404
14	-1.22	100	35	11.31	20.11	0.05	10.43	30	349	441
15	-1.31	100	35	11.31	20.11	0.06	11.23	33	373	479
16	-1.31	100	43	11.31	0.00	0.48	11.40	37	0	532
17	-1.41	100	45	11.31	0.00	0.60	12.49	41	0	579
18	-1.51	100	47	11.31	0.00	0.72	13.66	44	0	625
19	-1.61	100	48	11.31	0.00	0.85	14.91	47	0	671
20	-1.71	100	50	11.31	0.00	1.01	16.25	50	0	719
21	-1.81	100	52	11.31	20.11	1.19	17.66	55	162	784
22	-1.91	100	54	11.31	20.11	1.42	19.16	59	151	844
23	-2.01	100	56	11.31	20.11	1.69	20.73	64	134	911
24	-2.11	100	58	11.31	20.11	2.03	22.39	69	110	986
25	-2.20	100	59	11.31	20.11	2.44	24.12	75	79	1070
26	-2.30	100	61	11.31	20.11	2.93	25.94	82	40	1162
27	-2.40	100	63	11.31	20.11	3.50	27.83	89	12	1265
28	-2.50	100	65	11.31	20.11	4.17	29.81	97	81	1380
29	-2.60	100	67	11.31	20.11	4.95	31.87	106	170	1508
30	-2.70	100	69	11.31	20.11	5.83	34.01	116	285	1650
31	-2.80	100	70	22.62	20.11	6.83	36.23	117	334	1664
32	-2.90	100	72	22.62	20.11	7.97	38.53	128	493	1822
33	-3.00	100	74	11.31	20.11	9.23	40.91	153	818	2166
34	-3.00	100	74	11.31	20.11	9.26	40.96	153	823	2170
35	-3.09	100	76	11.31	20.11	10.49	43.12	166	1047	2349
36	-3.18	100	77	11.31	20.11	11.85	45.34	180	1305	2540



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	68 di 88

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
37	-3.26	100	79	11.31	20.11	13.32	47.62	195	1599	2743
38	-3.35	100	80	11.31	20.11	14.92	49.97	210	1933	2958

Fondazione

Combinazione n° 12 - SLEQ

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 13820 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	-0.91	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0	0	0
2	-0.82	100	60	20.11	20.11	0.21	0.00	4	200	51
3	-0.72	100	60	20.11	20.11	0.84	0.00	17	794	202
4	-0.63	100	60	20.11	20.11	1.89	0.00	38	1779	451
5	-0.54	100	60	20.11	20.11	3.34	0.00	68	3148	798
6	-0.44	100	60	20.11	20.11	5.19	0.00	105	4895	1241
7	-0.35	100	60	20.11	20.11	7.44	0.00	151	7014	1779
8	0.45	100	60	20.11	20.11	-0.93	0.00	19	223	878
9	0.55	100	60	20.11	20.11	-0.68	0.00	14	163	642
10	0.64	100	60	20.11	20.11	-0.45	0.00	9	108	426
11	0.73	100	60	20.11	20.11	-0.26	0.00	5	63	248
12	0.83	100	60	20.11	20.11	-0.12	0.00	2	29	114
13	0.92	100	60	20.11	20.11	-0.03	0.00	1	7	29
14	1.01	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0	0	0

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ϵ	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLEF

Paramento

Combinazione n° 11 - SLEF

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	69 di 88

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	0.00	100	35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-0.09	100	35	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000	0.00	0.000
3	-0.19	100	35	0.00	0.00	0.00	0.13	0.0000	0.00	0.000
4	-0.28	100	35	0.00	0.00	0.00	0.30	0.0000	0.00	0.000
5	-0.37	100	35	0.00	0.00	0.00	0.54	0.0000	0.00	0.000
6	-0.47	100	35	0.00	0.00	0.00	0.84	0.0000	0.00	0.000
7	-0.56	100	35	0.00	0.00	0.00	1.22	0.0000	0.00	0.000
8	-0.65	100	35	0.00	0.00	0.01	1.67	0.0000	0.00	0.000
9	-0.75	100	35	0.00	0.00	0.01	2.19	0.0000	0.00	0.000
10	-0.84	100	35	0.00	0.00	0.02	2.79	0.0000	0.00	0.000
11	-0.94	100	35	0.00	0.00	0.02	3.47	0.0000	0.00	0.000
12	-1.03	100	35	0.00	0.00	0.03	4.24	0.0000	0.00	0.000
13	-1.12	100	35	0.00	0.00	0.04	5.09	0.0000	0.00	0.000
14	-1.22	100	35	0.00	0.00	0.05	6.04	0.0000	0.00	0.000
15	-1.31	100	35	0.00	0.00	0.06	7.09	0.0000	0.00	0.000
16	-1.31	100	43	0.00	0.00	0.48	110.48	0.0000	0.00	0.000
17	-1.41	100	45	0.00	0.00	0.60	145.54	0.0000	0.00	0.000
18	-1.51	100	47	0.00	0.00	0.72	181.80	0.0000	0.00	0.000
19	-1.61	100	48	0.00	0.00	0.85	220.66	0.0000	0.00	0.000
20	-1.71	100	50	0.00	0.00	1.01	269.35	0.0000	0.00	0.000
21	-1.81	100	52	0.00	0.00	1.19	434.37	0.0000	0.00	0.000
22	-1.91	100	54	0.00	0.00	1.42	583.52	0.0000	0.00	0.000
23	-2.01	100	56	0.00	0.00	1.69	863.59	0.0000	0.00	0.000
24	-2.11	100	58	0.00	0.00	2.03	1527.66	0.0000	0.00	0.000
25	-2.20	100	59	0.00	0.00	2.44	4632.01	0.0000	0.00	0.000
26	-2.30	100	61	0.00	0.00	2.93	6472.42	0.0000	0.00	0.000
27	-2.40	100	63	0.00	0.00	3.50	2177.14	0.0000	0.00	0.000
28	-2.50	100	65	20.11	312.97	4.17	1418.55	0.0000	0.00	0.000
29	-2.60	100	67	20.11	458.29	4.95	1112.02	0.0000	0.00	0.000
30	-2.70	100	69	20.11	610.13	5.83	952.10	0.0000	0.00	0.000
31	-2.80	100	70	20.11	688.38	6.83	1016.61	0.0000	0.00	0.000
32	-2.90	100	72	20.11	854.03	7.97	921.13	0.0000	0.00	0.000
33	-3.00	100	74	20.11	1082.30	9.23	761.28	0.0000	0.00	0.000
34	-3.00	100	74	20.11	1085.47	9.26	760.68	0.0000	0.00	0.000
35	-3.09	100	76	20.11	1223.12	10.49	739.10	0.0000	0.00	0.000
36	-3.18	100	77	20.11	1358.65	11.85	725.01	0.0000	0.00	0.000
37	-3.26	100	79	20.11	1491.39	13.32	716.52	0.0000	0.00	0.000
38	-3.35	100	80	20.11	1620.88	14.92	712.32	0.0000	0.00	0.000

Fondazione

Combinazione n° 11 - SLEF

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	-0.91	100	60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-0.82	100	60	20.11	2303.73	0.21	221.72	0.0000	0.00	0.000
3	-0.72	100	60	20.11	2303.73	0.84	221.72	0.0000	0.00	0.000
4	-0.63	100	60	20.11	2303.73	1.89	221.72	0.0000	0.00	0.000
5	-0.54	100	60	20.11	2303.73	3.34	221.72	0.0000	0.00	0.000
6	-0.44	100	60	20.11	2303.73	5.19	221.72	0.0000	0.00	0.000
7	-0.35	100	60	20.11	2303.73	7.44	221.72	0.0000	0.00	0.000
8	0.45	100	60	20.11	4094.73	-0.93	-221.72	0.0000	0.00	0.000
9	0.55	100	60	20.11	4094.73	-0.68	-221.72	0.0000	0.00	0.000
10	0.64	100	60	20.11	4094.73	-0.45	-221.72	0.0000	0.00	0.000
11	0.73	100	60	20.11	4094.73	-0.26	-221.72	0.0000	0.00	0.000
12	0.83	100	60	20.11	4094.73	-0.12	-221.72	0.0000	0.00	0.000
13	0.92	100	60	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.0000	0.00	0.000
14	1.01	100	60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000

Combinazioni SLEQ



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	70 di 88

Paramento

Combinazione n° 12 - SLEQ

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	0.00	100	35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-0.09	100	35	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000	0.00	0.000
3	-0.19	100	35	0.00	0.00	0.00	0.13	0.0000	0.00	0.000
4	-0.28	100	35	0.00	0.00	0.00	0.30	0.0000	0.00	0.000
5	-0.37	100	35	0.00	0.00	0.00	0.54	0.0000	0.00	0.000
6	-0.47	100	35	0.00	0.00	0.00	0.84	0.0000	0.00	0.000
7	-0.56	100	35	0.00	0.00	0.00	1.22	0.0000	0.00	0.000
8	-0.65	100	35	0.00	0.00	0.01	1.67	0.0000	0.00	0.000
9	-0.75	100	35	0.00	0.00	0.01	2.19	0.0000	0.00	0.000
10	-0.84	100	35	0.00	0.00	0.02	2.79	0.0000	0.00	0.000
11	-0.94	100	35	0.00	0.00	0.02	3.47	0.0000	0.00	0.000
12	-1.03	100	35	0.00	0.00	0.03	4.24	0.0000	0.00	0.000
13	-1.12	100	35	0.00	0.00	0.04	5.09	0.0000	0.00	0.000
14	-1.22	100	35	0.00	0.00	0.05	6.04	0.0000	0.00	0.000
15	-1.31	100	35	0.00	0.00	0.06	7.09	0.0000	0.00	0.000
16	-1.31	100	43	0.00	0.00	0.48	110.48	0.0000	0.00	0.000
17	-1.41	100	45	0.00	0.00	0.60	145.54	0.0000	0.00	0.000
18	-1.51	100	47	0.00	0.00	0.72	181.80	0.0000	0.00	0.000
19	-1.61	100	48	0.00	0.00	0.85	220.66	0.0000	0.00	0.000
20	-1.71	100	50	0.00	0.00	1.01	269.35	0.0000	0.00	0.000
21	-1.81	100	52	0.00	0.00	1.19	434.37	0.0000	0.00	0.000
22	-1.91	100	54	0.00	0.00	1.42	583.52	0.0000	0.00	0.000
23	-2.01	100	56	0.00	0.00	1.69	863.59	0.0000	0.00	0.000
24	-2.11	100	58	0.00	0.00	2.03	1527.66	0.0000	0.00	0.000
25	-2.20	100	59	0.00	0.00	2.44	4632.01	0.0000	0.00	0.000
26	-2.30	100	61	0.00	0.00	2.93	6472.42	0.0000	0.00	0.000
27	-2.40	100	63	0.00	0.00	3.50	2177.14	0.0000	0.00	0.000
28	-2.50	100	65	20.11	312.97	4.17	1418.55	0.0000	0.00	0.000
29	-2.60	100	67	20.11	458.29	4.95	1112.02	0.0000	0.00	0.000
30	-2.70	100	69	20.11	610.13	5.83	952.10	0.0000	0.00	0.000
31	-2.80	100	70	20.11	688.38	6.83	1016.61	0.0000	0.00	0.000
32	-2.90	100	72	20.11	854.03	7.97	921.13	0.0000	0.00	0.000
33	-3.00	100	74	20.11	1082.30	9.23	761.28	0.0000	0.00	0.000
34	-3.00	100	74	20.11	1085.47	9.26	760.68	0.0000	0.00	0.000
35	-3.09	100	76	20.11	1223.12	10.49	739.10	0.0000	0.00	0.000
36	-3.18	100	77	20.11	1358.65	11.85	725.01	0.0000	0.00	0.000
37	-3.26	100	79	20.11	1491.39	13.32	716.52	0.0000	0.00	0.000
38	-3.35	100	80	20.11	1620.88	14.92	712.32	0.0000	0.00	0.000

Fondazione

Combinazione n° 12 - SLEQ

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	-0.91	100	60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-0.82	100	60	20.11	2303.73	0.21	221.72	0.0000	0.00	0.000
3	-0.72	100	60	20.11	2303.73	0.84	221.72	0.0000	0.00	0.000
4	-0.63	100	60	20.11	2303.73	1.89	221.72	0.0000	0.00	0.000
5	-0.54	100	60	20.11	2303.73	3.34	221.72	0.0000	0.00	0.000
6	-0.44	100	60	20.11	2303.73	5.19	221.72	0.0000	0.00	0.000
7	-0.35	100	60	20.11	2303.73	7.44	221.72	0.0000	0.00	0.000
8	0.45	100	60	20.11	4094.73	-0.93	-221.72	0.0000	0.00	0.000
9	0.55	100	60	20.11	4094.73	-0.68	-221.72	0.0000	0.00	0.000
10	0.64	100	60	20.11	4094.73	-0.45	-221.72	0.0000	0.00	0.000



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	71 di 88

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
11	0.73	100	60	20.11	4094.73	-0.26	-221.72	0.0000	0.00	0.000
12	0.83	100	60	20.11	4094.73	-0.12	-221.72	0.0000	0.00	0.000
13	0.92	100	60	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.0000	0.00	0.000
14	1.01	100	60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000

Risultati per inviluppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	Cx	Cy	Px	Py
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
1	Spinta statica	43.47	14.40	42.11	10.81	1.01	-2.98
	Peso/Inerzia muro			0.00	70.42/0.00	-0.02	-2.64
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	35.45/0.00	0.64	-2.24
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

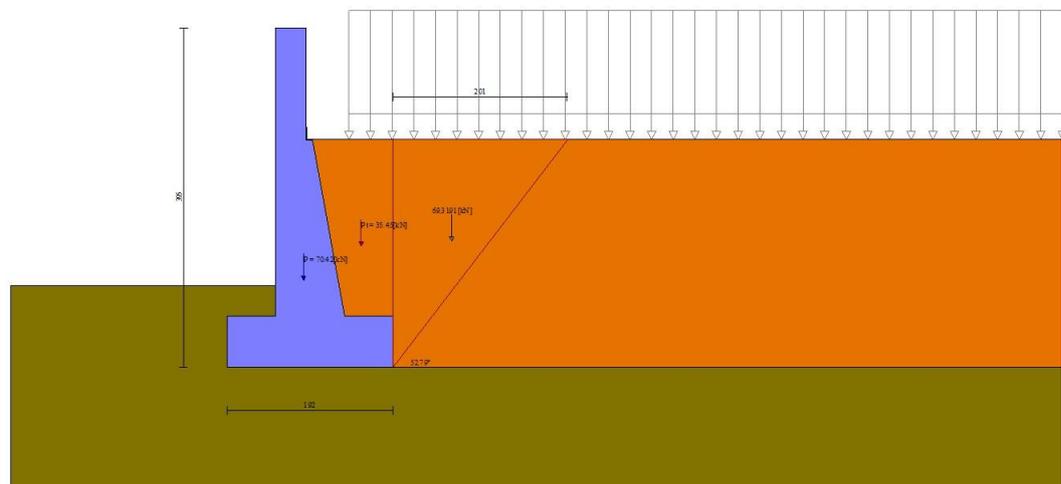


Fig. 12 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

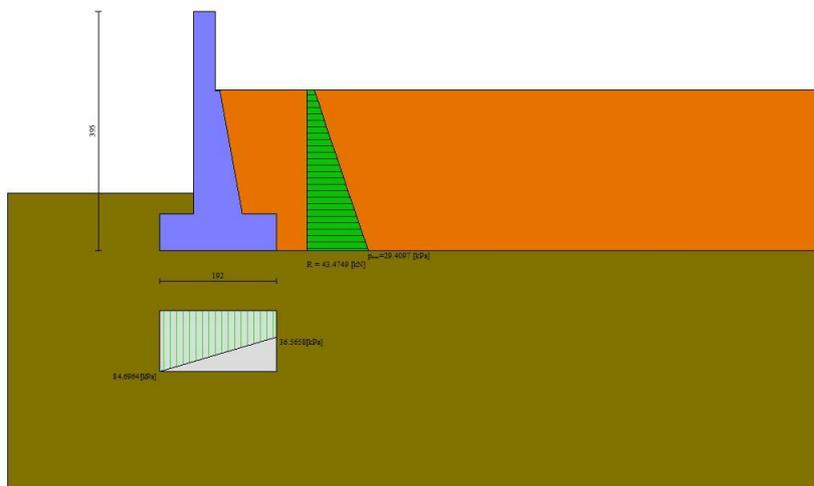


Fig. 13 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{SUPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.176		2.067			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.362		2.363			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.347		2.454			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.717		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.687		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.691		
7 - EQU			2.832				
8 - EQU	H + V		3.254				
9 - EQU	H - V		3.062				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
----	---------------------



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	74 di 88

Rsa Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
 Rpt Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
 Rps Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
 Rp Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
 Rt Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
 R Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
 T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	49.53	0.00	0.00	--	--	49.53	42.11	1.176

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
 Qu carico limite del terreno, espresso in [kN]
 Qd Portanza di progetto, espresso in [kN]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	116.68	241.13	172.24	2.067

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n° Indece combinazione
 Nc, Nq, N_γ Fattori di capacità portante
 ic, iq, i_γ Fattori di inclinazione del carico
 dc, dq, d_γ Fattori di profondità del piano di posa
 gc, gq, g_γ Fattori di inclinazione del profilo topografico
 bc, bq, b_γ Fattori di inclinazione del piano di posa
 sc, sq, s_γ Fattori di forma della fondazione
 pc, pq, p_γ Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
 r_γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B_γN_γ viene moltiplicato per questo fattore
 D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
 B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
 H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
 γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
 φ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	75 di 88

c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Brinch-Hansen).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	ry	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	18.049 8.661 4.825	0.608 0.608 0.019	1.149 1.075 1.075	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	1.000	0.95	1.92 1.45	9.69	23.00	5

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
7 - EQU	124.22	43.87	2.832

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione

C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]

R Raggio, espresso in [m]

FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1.00; 0.50	4.89	1.687

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2.05	0.32	3.56 - 0.32	63.480	19.605	0	0.0	
2	5.66	0.32	0.32	56.675	19.605	0	0.0	
3	8.45	0.32	0.32	50.331	19.605	0	0.0	
4	10.70	0.32	0.32	44.759	19.605	0	0.0	
5	12.56	0.32	0.32	39.688	19.605	0	0.0	
6	14.13	0.32	0.32	34.969	19.605	0	0.0	
7	15.44	0.32	0.32	30.510	19.605	0	0.0	
8	16.17	0.32	0.32	26.248	19.605	0	0.0	
9	18.33	0.32	0.32	22.139	18.756	4	0.8	
10	19.16	0.18	0.32	18.146	18.756	4	1.9	
11	21.60	0.00	0.32	14.244	18.756	4	2.9	
12	31.97	0.00	0.32	10.408	18.756	4	3.5	
13	13.06	0.00	0.32	6.619	18.756	4	4.0	
14	10.87	0.00	0.32	2.859	18.756	4	4.3	
15	8.83	0.00	0.32	-0.889	18.756	4	4.3	
16	8.74	0.00	0.32	-4.640	18.756	4	4.2	
17	8.51	0.00	0.32	-8.412	18.756	4	3.8	
18	8.14	0.00	0.32	-12.221	18.756	4	3.2	
19	7.64	0.00	0.32	-16.086	18.756	4	2.5	
20	6.99	0.00	0.32	-20.028	18.756	4	1.4	
21	6.18	0.00	0.32	-24.072	18.756	4	0.2	
22	5.17	0.00	0.32	-28.249	18.756	4	0.0	
23	3.97	0.00	0.32	-32.598	18.756	4	0.0	
24	2.54	0.00	0.32	-37.171	18.756	4	0.0	
25	0.84	0.00	-4.43 - 0.32	-40.759	18.756	4	0.0	

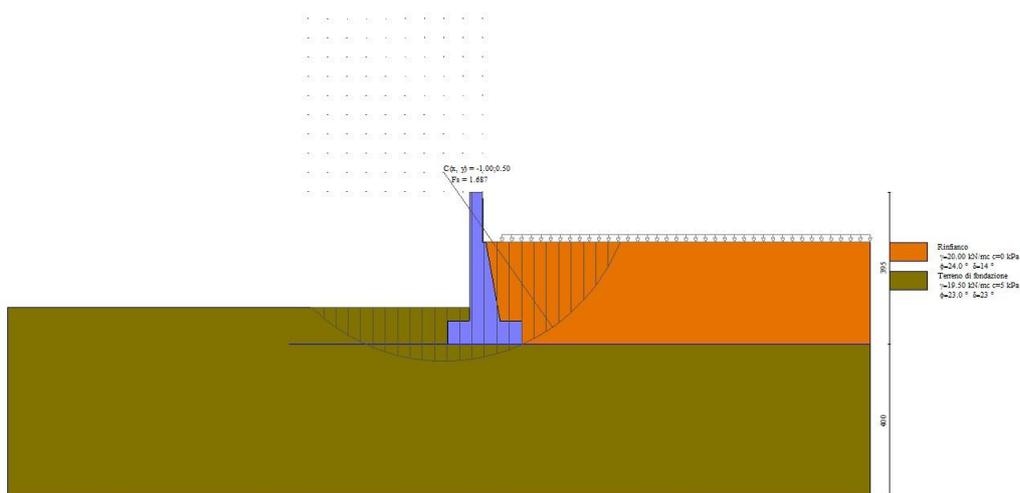


Fig. 14 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 5)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	77 di 88

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle

M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.09	0.80	0.80	0.00	0.04	0.00	0.00
3	-0.19	1.60	1.60	0.00	0.09	0.00	0.01
4	-0.28	2.41	2.41	0.01	0.14	0.00	0.02
5	-0.37	3.21	3.21	0.01	0.20	0.00	0.03
6	-0.47	4.01	4.01	0.02	0.26	0.00	0.06
7	-0.56	4.81	4.81	0.02	0.32	0.00	0.08
8	-0.65	5.62	5.62	0.03	0.39	0.01	0.12
9	-0.75	6.42	6.42	0.04	0.47	0.01	0.16
10	-0.84	7.22	7.22	0.05	0.55	0.02	0.20
11	-0.94	8.02	8.02	0.07	0.63	0.02	0.26
12	-1.03	8.83	8.83	0.08	0.72	0.03	0.32
13	-1.12	9.63	9.63	0.10	0.81	0.04	0.39
14	-1.22	10.43	10.43	0.11	0.91	0.05	0.47
15	-1.31	11.23	11.23	0.13	1.01	0.06	0.56
16	-1.31	11.40	11.40	0.12	0.99	0.48	0.99
17	-1.41	12.49	12.49	0.14	1.11	0.60	1.19
18	-1.51	13.66	13.66	0.19	1.27	0.72	1.42
19	-1.61	14.91	14.91	0.31	1.51	0.85	1.66
20	-1.71	16.25	16.25	0.56	1.88	1.01	1.94
21	-1.81	17.66	17.66	0.91	2.37	1.19	2.27
22	-1.91	19.16	19.16	1.36	2.96	1.42	2.65
23	-2.01	20.73	20.73	1.91	3.66	1.69	3.09
24	-2.11	22.39	22.39	2.55	4.57	2.03	3.62
25	-2.20	24.12	24.12	3.27	5.78	2.44	4.23
26	-2.30	25.94	25.94	4.08	7.11	2.93	4.94
27	-2.40	27.83	27.83	4.97	8.55	3.50	5.75
28	-2.50	29.81	29.81	5.94	10.11	4.17	6.68
29	-2.60	31.87	31.87	7.00	11.77	4.95	7.74
30	-2.70	34.01	34.01	8.13	13.54	5.83	8.92
31	-2.80	36.23	36.23	9.35	15.43	6.83	10.25
32	-2.90	38.53	38.53	10.65	17.41	7.97	11.89
33	-3.00	40.91	40.91	12.03	19.51	9.23	13.87
34	-3.00	40.96	40.96	12.06	19.55	9.26	13.91
35	-3.09	43.12	43.12	13.34	21.48	10.49	15.82
36	-3.18	45.34	45.34	14.68	23.50	11.85	17.92
37	-3.26	47.62	47.62	16.09	25.59	13.32	20.19
38	-3.35	49.97	49.97	17.55	27.77	14.92	22.65

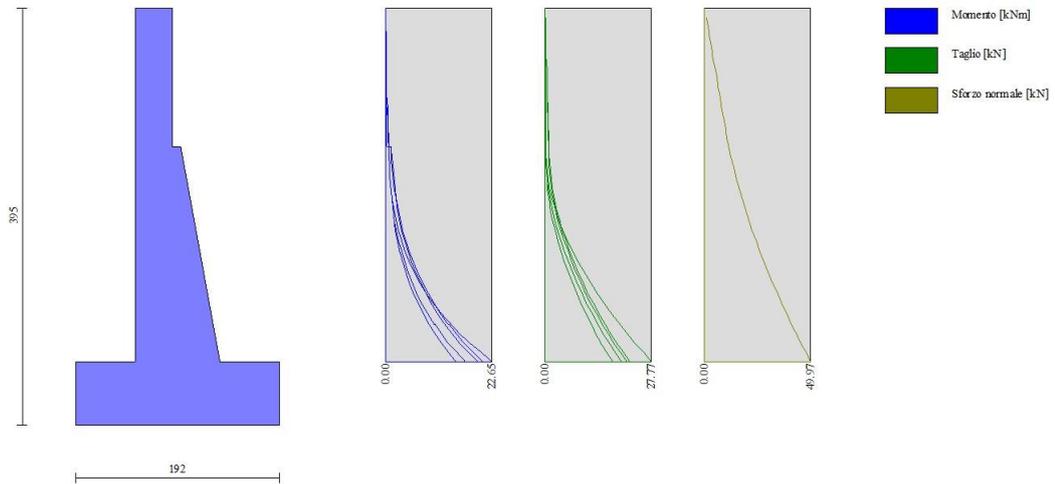


Fig. 15 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.82	0.00	0.00	4.53	6.42	0.21	0.30
3	-0.72	0.00	0.00	8.99	12.63	0.84	1.19
4	-0.63	0.00	0.00	13.39	18.62	1.89	2.65
5	-0.54	0.00	0.00	17.72	24.39	3.34	4.66
6	-0.44	0.00	0.00	21.99	29.94	5.19	7.20
7	-0.35	0.00	0.00	26.19	35.27	7.44	10.24
8	0.45	0.00	0.00	-18.32	-2.94	-5.49	-0.93
9	0.55	0.00	0.00	-16.15	-2.65	-3.98	-0.68
10	0.64	0.00	0.00	-13.36	-2.25	-2.60	-0.45
11	0.73	0.00	0.00	-10.34	-1.78	-1.49	-0.26
12	0.83	0.00	0.00	-7.11	-1.25	-0.68	-0.12
13	0.92	0.00	0.00	-3.67	-0.66	-0.17	-0.03
14	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

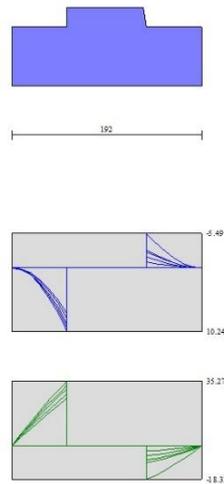


Fig. 16 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
3	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
4	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
5	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	80 di 88

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
6	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
7	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
8	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
9	100	35	11.31	20.11	0.16	6.42	143.18	5884.83	916.846
10	100	35	11.31	20.11	0.20	7.22	161.70	5736.73	794.465
11	100	35	11.31	20.11	0.26	8.02	180.01	5586.32	696.271
12	100	35	11.31	20.11	0.32	8.83	198.13	5436.79	616.031
13	100	35	11.31	20.11	0.39	9.63	215.95	5287.36	549.175
14	100	35	11.31	20.11	0.47	10.43	233.04	5130.40	491.882
15	100	35	11.31	20.11	0.56	11.23	249.77	4976.82	443.074
16	100	43	11.31	0.00	0.99	11.40	441.79	5107.33	448.104
17	100	45	11.31	0.00	1.19	12.49	488.45	5108.57	409.040
18	100	47	11.31	0.00	1.42	13.66	533.19	5135.91	375.947
19	100	48	11.31	0.00	1.66	14.91	578.66	5186.87	347.788
20	100	50	11.31	0.00	1.94	16.25	624.96	5228.51	321.813
21	100	52	11.31	20.11	2.27	17.66	721.58	5625.22	318.515
22	100	54	11.31	20.11	2.65	19.16	783.35	5671.88	296.103
23	100	56	11.31	20.11	3.09	20.73	849.84	5695.64	274.754
24	100	58	11.31	20.11	3.62	22.39	920.55	5695.44	254.427
25	100	59	11.31	20.11	4.23	24.12	993.98	5667.66	234.965
26	100	61	11.31	20.11	4.94	25.94	1071.12	5625.13	216.870
27	100	63	11.31	20.11	5.75	27.83	1151.68	5571.66	200.168
28	100	65	11.31	20.11	6.68	29.81	1227.65	5476.44	183.696
29	100	67	11.31	20.11	7.74	31.87	1302.19	5364.26	168.313
30	100	69	11.31	20.11	8.92	34.01	1376.80	5247.24	154.288
31	100	70	22.62	20.11	10.25	36.23	1575.44	5566.88	153.659
32	100	72	22.62	20.11	11.89	38.53	1629.26	5278.87	137.012
33	100	74	11.31	20.11	13.87	40.91	1511.93	4460.71	109.040
34	100	74	11.31	20.11	13.91	40.96	1512.62	4454.59	108.761
35	100	76	11.31	20.11	15.82	43.12	1529.81	4168.19	96.671
36	100	77	11.31	20.11	17.92	45.34	1544.53	3908.54	86.207
37	100	79	11.31	20.11	20.19	47.62	1547.54	3650.26	76.649
38	100	80	11.31	20.11	22.65	49.97	1549.95	3419.08	68.424

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
3	100	60	20.11	20.11	1.19	0.00	429.05	0.00	359.881
4	100	60	20.11	20.11	2.65	0.00	429.05	0.00	161.787
5	100	60	20.11	20.11	4.66	0.00	429.05	0.00	92.064
6	100	60	20.11	20.11	7.20	0.00	429.05	0.00	59.615
7	100	60	20.11	20.11	10.24	0.00	429.05	0.00	41.892
8	100	60	20.11	20.11	-5.49	0.00	-429.05	0.00	78.084
9	100	60	20.11	20.11	-3.98	0.00	-429.05	0.00	107.793
10	100	60	20.11	20.11	-2.60	0.00	-429.05	0.00	164.917
11	100	60	20.11	20.11	-1.49	0.00	-429.05	0.00	287.199
12	100	60	20.11	20.11	-0.68	0.00	-429.05	0.00	633.269
13	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
14	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000

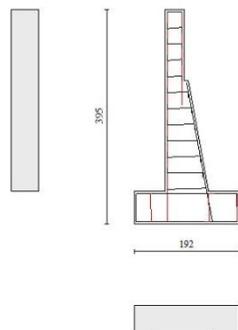


Fig. 17 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{sw}	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V _{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V _{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V _{Rd}	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A _{sw} >0.0) V _{Rd} =min(V _{Rcd} , V _{Rsd}).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	35	0.00	--	0.00	0.00	215.55	0.00	100.000
2	100	35	0.00	--	0.00	0.00	215.66	0.04	5125.133
3	100	35	0.00	--	0.00	0.00	215.77	0.09	2428.691
4	100	35	0.00	--	0.00	0.00	215.88	0.14	1539.014
5	100	35	0.00	--	0.00	0.00	215.99	0.20	1100.028
6	100	35	0.00	--	0.00	0.00	216.10	0.26	840.579
7	100	35	0.00	--	0.00	0.00	216.21	0.32	670.447
8	100	35	0.00	--	0.00	0.00	216.32	0.39	551.058
9	100	35	0.00	--	0.00	0.00	216.43	0.47	463.162
10	100	35	0.00	--	0.00	0.00	216.54	0.55	396.094



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	82 di 88

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
11	100	35	0.00	--	0.00	0.00	216.65	0.63	343.477
12	100	35	0.00	--	0.00	0.00	216.76	0.72	301.269
13	100	35	0.00	--	0.00	0.00	216.87	0.81	266.789
14	100	35	0.00	--	0.00	0.00	216.98	0.91	238.190
15	100	35	0.00	--	0.00	0.00	217.09	1.01	214.159
16	100	43	0.00	--	0.00	0.00	176.51	0.99	177.527
17	100	45	0.00	--	0.00	0.00	182.14	1.11	163.580
18	100	47	0.00	--	0.00	0.00	187.73	1.27	147.424
19	100	48	0.00	--	0.00	0.00	193.30	1.51	127.725
20	100	50	0.00	--	0.00	0.00	198.85	1.88	105.769
21	100	52	0.00	--	0.00	0.00	264.92	2.37	111.985
22	100	54	0.00	--	0.00	0.00	269.70	2.96	91.132
23	100	56	0.00	--	0.00	0.00	274.42	3.66	75.051
24	100	58	0.00	--	0.00	0.00	279.10	4.57	61.077
25	100	59	0.00	--	0.00	0.00	283.72	5.78	49.073
26	100	61	0.00	--	0.00	0.00	288.31	7.11	40.550
27	100	63	0.00	--	0.00	0.00	292.85	8.55	34.241
28	100	65	0.00	--	0.00	0.00	297.35	10.11	29.422
29	100	67	0.00	--	0.00	0.00	301.82	11.77	25.641
30	100	69	0.00	--	0.00	0.00	306.25	13.54	22.611
31	100	70	0.00	--	0.00	0.00	343.61	15.43	22.276
32	100	72	0.00	--	0.00	0.00	348.42	17.41	20.008
33	100	74	0.00	--	0.00	0.00	319.35	19.51	16.369
34	100	74	0.00	--	0.00	0.00	319.44	19.55	16.337
35	100	76	0.00	--	0.00	0.00	323.23	21.48	15.044
36	100	77	0.00	--	0.00	0.00	326.99	23.50	13.916
37	100	79	0.00	--	0.00	0.00	330.74	25.59	12.923
38	100	80	0.00	--	0.00	0.00	334.47	27.77	12.043

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	60	0.00	--	0.00	0.00	305.83	0.00	100.000
2	100	60	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-6.42	47.613
3	100	60	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-12.63	24.217
4	100	60	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-18.62	16.428
5	100	60	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-24.39	12.541
6	100	60	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-29.94	10.216
7	100	60	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-35.27	8.671
8	100	60	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-18.32	16.696
9	100	60	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-16.15	18.936
10	100	60	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-13.36	22.898
11	100	60	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-10.34	29.566
12	100	60	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-7.11	42.990
13	100	60	0.00	--	0.00	0.00	305.83	-3.67	83.425
14	100	60	0.00	--	0.00	0.00	305.83	0.00	100.000

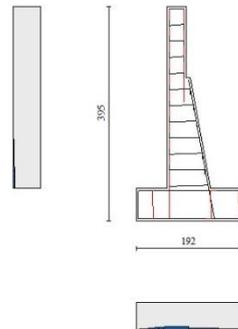


Fig. 18 - Paramento (Inviluppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kN]
σ_c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ_{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ_{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	16885	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	337500	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	35	11.31	20.11	0.00	0.80	2 (10)	29 (10)	32 (10)
3	100	35	11.31	20.11	0.00	1.60	4 (10)	57 (10)	65 (10)

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	84 di 88

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
4	100	35	11.31	20.11	0.00	2.41	7 (10)	85 (10)	97 (10)
5	100	35	11.31	20.11	0.00	3.21	9 (10)	113 (10)	130 (10)
6	100	35	11.31	20.11	0.00	4.01	11 (10)	141 (10)	162 (10)
7	100	35	11.31	20.11	0.00	4.81	13 (10)	169 (10)	196 (10)
8	100	35	11.31	20.11	0.01	5.62	15 (10)	196 (10)	229 (10)
9	100	35	11.31	20.11	0.01	6.42	18 (10)	223 (10)	263 (10)
10	100	35	11.31	20.11	0.02	7.22	20 (10)	250 (10)	297 (10)
11	100	35	11.31	20.11	0.02	8.02	23 (10)	276 (10)	332 (10)
12	100	35	11.31	20.11	0.03	8.83	25 (10)	301 (10)	368 (10)
13	100	35	11.31	20.11	0.04	9.63	28 (10)	326 (10)	404 (10)
14	100	35	11.31	20.11	0.05	10.43	30 (10)	349 (10)	441 (10)
15	100	35	11.31	20.11	0.06	11.23	33 (10)	373 (10)	479 (10)
16	100	43	11.31	0.00	0.48	11.40	37 (10)	0 (10)	532 (10)
17	100	45	11.31	0.00	0.60	12.49	41 (10)	0 (10)	580 (10)
18	100	47	11.31	0.00	0.72	13.66	44 (10)	0 (10)	626 (10)
19	100	48	11.31	0.00	0.86	14.91	47 (10)	0 (10)	673 (10)
20	100	50	11.31	0.00	1.02	16.25	51 (10)	0 (10)	724 (10)
21	100	52	11.31	20.11	1.23	17.66	56 (10)	154 (10)	793 (10)
22	100	54	11.31	20.11	1.48	19.16	60 (10)	137 (10)	859 (10)
23	100	56	11.31	20.11	1.80	20.73	66 (10)	112 (10)	934 (10)
24	100	58	11.31	20.11	2.19	22.39	72 (10)	80 (10)	1018 (10)
25	100	59	11.31	20.11	2.66	24.12	78 (10)	38 (10)	1112 (10)
26	100	61	11.31	20.11	3.22	25.94	86 (10)	19 (10)	1219 (10)
27	100	63	11.31	20.11	3.88	27.83	94 (10)	97 (10)	1340 (10)
28	100	65	11.31	20.11	4.65	29.81	104 (10)	200 (10)	1476 (10)
29	100	67	11.31	20.11	5.54	31.87	115 (10)	333 (10)	1628 (10)
30	100	69	11.31	20.11	6.55	34.01	127 (10)	501 (10)	1797 (10)
31	100	70	22.62	20.11	7.69	36.23	129 (10)	590 (10)	1823 (10)
32	100	72	22.62	20.11	8.98	38.53	143 (10)	822 (10)	2011 (10)
33	100	74	11.31	20.11	10.41	40.91	171 (10)	1269 (10)	2409 (10)
34	100	74	11.31	20.11	10.44	40.96	172 (10)	1276 (10)	2413 (10)
35	100	76	11.31	20.11	11.84	43.12	187 (10)	1588 (10)	2622 (10)
36	100	77	11.31	20.11	13.36	45.34	203 (10)	1942 (10)	2844 (10)
37	100	79	11.31	20.11	15.01	47.62	220 (10)	2340 (10)	3079 (10)
38	100	80	11.31	20.11	16.80	49.97	238 (10)	2783 (10)	3325 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 16885 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 337500 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	60	20.11	20.11	0.23	0.00	5 (10)	221 (10)	56 (10)
3	100	60	20.11	20.11	0.93	0.00	19 (10)	878 (10)	223 (10)
4	100	60	20.11	20.11	2.08	0.00	42 (10)	1962 (10)	498 (10)
5	100	60	20.11	20.11	3.68	0.00	75 (10)	3464 (10)	879 (10)
6	100	60	20.11	20.11	5.70	0.00	116 (10)	5375 (10)	1363 (10)
7	100	60	20.11	20.11	8.16	0.00	166 (10)	7688 (10)	1950 (10)
8	100	60	20.11	20.11	-1.72	0.00	35 (10)	410 (10)	1617 (10)
9	100	60	20.11	20.11	-1.27	0.00	26 (10)	304 (10)	1197 (10)
10	100	60	20.11	20.11	-0.84	0.00	17 (10)	200 (10)	790 (10)
11	100	60	20.11	20.11	-0.49	0.00	10 (10)	116 (10)	457 (10)
12	100	60	20.11	20.11	-0.22	0.00	5 (10)	53 (10)	209 (10)
13	100	60	20.11	20.11	-0.06	0.00	1 (10)	14 (10)	54 (10)
14	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0 (10)	0 (10)	0 (10)

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	85 di 88

Combinazioni SLEQ

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	12280	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450000	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	35	11.31	20.11	0.00	0.00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	35	11.31	20.11	0.00	0.80	2 (12)	29 (12)	32 (12)
3	100	35	11.31	20.11	0.00	1.60	4 (12)	57 (12)	65 (12)
4	100	35	11.31	20.11	0.00	2.41	7 (12)	85 (12)	97 (12)
5	100	35	11.31	20.11	0.00	3.21	9 (12)	113 (12)	130 (12)
6	100	35	11.31	20.11	0.00	4.01	11 (12)	141 (12)	162 (12)
7	100	35	11.31	20.11	0.00	4.81	13 (12)	169 (12)	196 (12)
8	100	35	11.31	20.11	0.01	5.62	15 (12)	196 (12)	229 (12)
9	100	35	11.31	20.11	0.01	6.42	18 (12)	223 (12)	263 (12)
10	100	35	11.31	20.11	0.02	7.22	20 (12)	250 (12)	297 (12)
11	100	35	11.31	20.11	0.02	8.02	23 (12)	276 (12)	332 (12)
12	100	35	11.31	20.11	0.03	8.83	25 (12)	301 (12)	368 (12)
13	100	35	11.31	20.11	0.04	9.63	28 (12)	326 (12)	404 (12)
14	100	35	11.31	20.11	0.05	10.43	30 (12)	349 (12)	441 (12)
15	100	35	11.31	20.11	0.06	11.23	33 (12)	373 (12)	479 (12)
16	100	43	11.31	0.00	0.48	11.40	37 (12)	0 (12)	532 (12)
17	100	45	11.31	0.00	0.60	12.49	41 (12)	0 (12)	579 (12)
18	100	47	11.31	0.00	0.72	13.66	44 (12)	0 (12)	625 (12)
19	100	48	11.31	0.00	0.85	14.91	47 (12)	0 (12)	671 (12)
20	100	50	11.31	0.00	1.01	16.25	50 (12)	0 (12)	719 (12)
21	100	52	11.31	20.11	1.19	17.66	55 (12)	162 (12)	784 (12)
22	100	54	11.31	20.11	1.42	19.16	59 (12)	151 (12)	844 (12)
23	100	56	11.31	20.11	1.69	20.73	64 (12)	134 (12)	911 (12)
24	100	58	11.31	20.11	2.03	22.39	69 (12)	110 (12)	986 (12)
25	100	59	11.31	20.11	2.44	24.12	75 (12)	79 (12)	1070 (12)
26	100	61	11.31	20.11	2.93	25.94	82 (12)	40 (12)	1162 (12)
27	100	63	11.31	20.11	3.50	27.83	89 (12)	12 (12)	1265 (12)
28	100	65	11.31	20.11	4.17	29.81	97 (12)	81 (12)	1380 (12)
29	100	67	11.31	20.11	4.95	31.87	106 (12)	170 (12)	1508 (12)
30	100	69	11.31	20.11	5.83	34.01	116 (12)	285 (12)	1650 (12)
31	100	70	22.62	20.11	6.83	36.23	117 (12)	334 (12)	1664 (12)
32	100	72	22.62	20.11	7.97	38.53	128 (12)	493 (12)	1822 (12)
33	100	74	11.31	20.11	9.23	40.91	153 (12)	818 (12)	2166 (12)
34	100	74	11.31	20.11	9.26	40.96	153 (12)	823 (12)	2170 (12)
35	100	76	11.31	20.11	10.49	43.12	166 (12)	1047 (12)	2349 (12)
36	100	77	11.31	20.11	11.85	45.34	180 (12)	1305 (12)	2540 (12)
37	100	79	11.31	20.11	13.32	47.62	195 (12)	1599 (12)	2743 (12)
38	100	80	11.31	20.11	14.92	49.97	210 (12)	1933 (12)	2958 (12)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	12280	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450000	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	60	20.11	20.11	0.21	0.00	4 (12)	200 (12)	51 (12)
3	100	60	20.11	20.11	0.84	0.00	17 (12)	794 (12)	202 (12)
4	100	60	20.11	20.11	1.89	0.00	38 (12)	1779 (12)	451 (12)
5	100	60	20.11	20.11	3.34	0.00	68 (12)	3148 (12)	798 (12)
6	100	60	20.11	20.11	5.19	0.00	105 (12)	4895 (12)	1241 (12)
7	100	60	20.11	20.11	7.44	0.00	151 (12)	7014 (12)	1779 (12)

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	86 di 88

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
8	100	60	20.11	20.11	-0.93	0.00	19 (12)	223 (12)	878 (12)
9	100	60	20.11	20.11	-0.68	0.00	14 (12)	163 (12)	642 (12)
10	100	60	20.11	20.11	-0.45	0.00	9 (12)	108 (12)	426 (12)
11	100	60	20.11	20.11	-0.26	0.00	5 (12)	63 (12)	248 (12)
12	100	60	20.11	20.11	-0.12	0.00	2 (12)	29 (12)	114 (12)
13	100	60	20.11	20.11	-0.03	0.00	1 (12)	7 (12)	29 (12)
14	100	60	20.11	20.11	0.00	0.00	0 (12)	0 (12)	0 (12)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ϵ	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ϵ	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)
2	100	35	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000	0.00	0.000 (11)
3	100	35	0.00	0.00	0.00	0.13	0.0000	0.00	0.000 (11)
4	100	35	0.00	0.00	0.00	0.30	0.0000	0.00	0.000 (11)
5	100	35	0.00	0.00	0.00	0.54	0.0000	0.00	0.000 (11)
6	100	35	0.00	0.00	0.00	0.84	0.0000	0.00	0.000 (11)
7	100	35	0.00	0.00	0.00	1.22	0.0000	0.00	0.000 (11)
8	100	35	0.00	0.00	0.01	1.67	0.0000	0.00	0.000 (11)
9	100	35	0.00	0.00	0.01	2.19	0.0000	0.00	0.000 (11)
10	100	35	0.00	0.00	0.02	2.79	0.0000	0.00	0.000 (11)
11	100	35	0.00	0.00	0.02	3.47	0.0000	0.00	0.000 (11)
12	100	35	0.00	0.00	0.03	4.24	0.0000	0.00	0.000 (11)
13	100	35	0.00	0.00	0.04	5.09	0.0000	0.00	0.000 (11)
14	100	35	0.00	0.00	0.05	6.04	0.0000	0.00	0.000 (11)
15	100	35	0.00	0.00	0.06	7.09	0.0000	0.00	0.000 (11)
16	100	43	0.00	0.00	0.48	110.48	0.0000	0.00	0.000 (11)
17	100	45	0.00	0.00	0.60	145.54	0.0000	0.00	0.000 (11)
18	100	47	0.00	0.00	0.72	181.80	0.0000	0.00	0.000 (11)
19	100	48	0.00	0.00	0.85	220.66	0.0000	0.00	0.000 (11)
20	100	50	0.00	0.00	1.01	269.35	0.0000	0.00	0.000 (11)
21	100	52	0.00	0.00	1.19	434.37	0.0000	0.00	0.000 (11)
22	100	54	0.00	0.00	1.42	583.52	0.0000	0.00	0.000 (11)
23	100	56	0.00	0.00	1.69	863.59	0.0000	0.00	0.000 (11)
24	100	58	0.00	0.00	2.03	1527.66	0.0000	0.00	0.000 (11)
25	100	59	0.00	0.00	2.44	4632.01	0.0000	0.00	0.000 (11)
26	100	61	0.00	0.00	2.93	6472.42	0.0000	0.00	0.000 (11)



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 STAZIONE DI CATENANUOVA

FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	FV 01 02 005	A	87 di 88

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
27	100	63	0.00	0.00	3.50	2177.14	0.0000	0.00	0.000 (11)
28	100	65	20.11	312.97	4.17	1418.55	0.0000	0.00	0.000 (11)
29	100	67	20.11	458.29	4.95	1112.02	0.0000	0.00	0.000 (11)
30	100	69	20.11	610.13	5.83	952.10	0.0000	0.00	0.000 (11)
31	100	70	20.11	688.38	6.83	1016.61	0.0000	0.00	0.000 (11)
32	100	72	20.11	854.03	7.97	921.13	0.0000	0.00	0.000 (11)
33	100	74	20.11	1082.30	9.23	761.28	0.0000	0.00	0.000 (11)
34	100	74	20.11	1085.47	9.26	760.68	0.0000	0.00	0.000 (11)
35	100	76	20.11	1223.12	10.49	739.10	0.0000	0.00	0.000 (11)
36	100	77	20.11	1358.65	11.85	725.01	0.0000	0.00	0.000 (11)
37	100	79	20.11	1491.39	13.32	716.52	0.0000	0.00	0.000 (11)
38	100	80	20.11	1620.88	14.92	712.32	0.0000	0.00	0.000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)
2	100	60	20.11	2303.73	0.21	221.72	0.0000	0.00	0.000 (11)
3	100	60	20.11	2303.73	0.84	221.72	0.0000	0.00	0.000 (11)
4	100	60	20.11	2303.73	1.89	221.72	0.0000	0.00	0.000 (11)
5	100	60	20.11	2303.73	3.34	221.72	0.0000	0.00	0.000 (11)
6	100	60	20.11	2303.73	5.19	221.72	0.0000	0.00	0.000 (11)
7	100	60	20.11	2303.73	7.44	221.72	0.0000	0.00	0.000 (11)
8	100	60	20.11	4094.73	-0.93	-221.72	0.0000	0.00	0.000 (11)
9	100	60	20.11	4094.73	-0.68	-221.72	0.0000	0.00	0.000 (11)
10	100	60	20.11	4094.73	-0.45	-221.72	0.0000	0.00	0.000 (11)
11	100	60	20.11	4094.73	-0.26	-221.72	0.0000	0.00	0.000 (11)
12	100	60	20.11	4094.73	-0.12	-221.72	0.0000	0.00	0.000 (11)
13	100	60	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)
14	100	60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)

11.2 Armatura di progetto

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per l'opera in questione:

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
PARAMENTO	Φ16/10 cm	Φ12/10 cm	FONDAZIONE	Φ16/10 cm	Φ16/10 cm

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio tuttavia si prevede un minimo di armatura a taglio costituita da spilli $6\Phi 8/mq$.

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

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO STAZIONE DI CATENANUOVA					
FV01 – Stazione di Catenanuova – Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FV 01 02 005	REV. A	FOGLIO 88 di 88

12 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Tutte le Analisi e Verifiche espone nel presente documento sono state effettuate con l’Ausilio dei seguenti Software di calcolo:

- “MAX - ver 15” (Analisi e Calcolo Muri di Sostegno) prodotto e distribuito dalla Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS) specifico da licenza n° AIU5041GP intestata a PROGIN SPA - CENTRO DIREZIONALE DI NAPOLI ISOLA F4 - 80143 NAPOLI.)
- “PresFle+ ver 5.15” (Verifiche di sezioni in cemento armato) prodotto e distribuito dalla Concrete srl, identificato nello specifico da licenza n° 4552054 intestata a PROGIN SPA - CENTRO DIREZIONALE DI NAPOLI ISOLA F4 - 80143 NAPOLI)
- “Fogli di Calcolo Excel Autoprodotti”