

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	Ing. FEDERICO DURASTANTI	Ing. PIETRO MAZZOLI
		Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI-BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

RI00 – LINEA CANCELO – FRASSO TELESINO

Opere di sostegno dal km dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo

APPALTATORE		SCALA:
Consorzio CFT IL DIRETTORE TECNICO Geom. C. BIANCHI 10-07-2018		<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto;">-</div>

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

I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	C	L	R	I	0	0	0	5	0	0	5	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	E.Sellari	10-07-2018	F.Durastanti	10-07-2018	P. Mazzoli	10-07-2018	F.Durastanti
								10-07-2018

File: IF1N.0.1.E.ZZ.CL.RI.00.0.5.005.A.doc	n. Elab.:
--	-----------

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>2 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	2 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	2 di 90								

Indice

1	PREMESSA	4
2	MATERIALI.....	7
2.1	CALCESTRUZZI	7
2.1.1	CALCESTRUZZO MAGRONE DI SOTTOFONDAZIONE	7
2.1.2	CARATTERISTICHE CALCESTRUZZI PER USI STRUTTURALI	7
2.1.3	ACCIAIO PER ARMATURE LENTE IN BARRE	7
3	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	7
4	CRITERI PROGETTUALI	9
4.1	VITA NOMINALE.....	9
4.2	CLASSE D'USO	9
4.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	9
5	ANALISI DEI CARICHI	10
5.1	PESO PROPRIO MURO	10
5.2	PESO PROPRIO PARAPETTO	10
5.3	AZIONE DEL VENTO.....	10
5.4	PERMANENTI PORTATI A TERGO DEL MURO	10
5.5	AZIONE DEL SOVRACCARICO A TERGO DEL MURO.....	10
5.6	AZIONE SISMICA	11
6	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE.....	15
7	METODO DI CALCOLO	17
7.1	CONDIZIONI DI SPINTA SUL MURO IN CONDIZIONI STATICHE.....	17
7.2	CONDIZIONI DI SPINTA SUL MURO IN CONDIZIONI SISMICHE	19
7.3	VERIFICHE GEOTECNICHE	21
7.4	VERIFICHE STRUTTURALI	22
8	SOFTWARE DI CALCOLO.....	22
9	MURO TIPO CONCI 5 E 6	23
9.1	VERIFICHE GEOTECNICHE	25
9.1.1	VERIFICA SLD	34
9.1.2	VERIFICA STABILITÀ GLOBALE	35
9.2	VERIFICHE STRUTTURALI	37

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>3 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	3 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	3 di 90								

9.2.1	VERIFICHE SLU A PRESSO-FLESSIONE E TAGLIO	37
9.2.2	VERIFICHE A FESSURAZIONE	40
9.2.3	VERIFICHE TENSIONALI	43
10	MURO TIPO CONCIO 4	46
10.1	VERIFICHE GEOTECNICHE	48
10.1.1	VERIFICA SLD	56
10.1.2	VERIFICA STABILITÀ GLOBALE	57
10.2	VERIFICHE STRUTTURALI	59
10.2.1	VERIFICHE SLU A PRESSO-FLESSIONE E TAGLIO	59
10.2.2	VERIFICHE A FESSURAZIONE	62
10.2.3	VERIFICHE TENSIONALI	65
11	MURO TIPO CONCIO 1, 2 E 3	68
11.1	VERIFICHE GEOTECNICHE	70
11.1.1	VERIFICA SLD	78
11.1.2	VERIFICA STABILITÀ GLOBALE	79
11.2	VERIFICHE STRUTTURALI	81
11.2.1	VERIFICHE SLU A PRESSO-FLESSIONE E TAGLIO	81
11.2.2	VERIFICHE A FESSURAZIONE	84
11.2.3	VERIFICHE TENSIONALI	87
12	INCIDENZE	90

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	4 di 90

1 PREMESSA

Nella presente relazione sono illustrate le verifiche e i calcoli agli Stati Limite dell'opera di sostegno dal km 0+919 al km 1+031.726, nell'ambito dell'itinerario Napoli-Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Canello – Benevento - 1° Lotto Funzionale Canello – Frasso Telesino e Variante alla Linea Storica Roma – Napoli via Cassino nel Comune di Maddaloni (compreso il Collegamento Merci con lo scalo di Marcanise – Collegamento Benevento – Marcanise) oggetto della Progettazione Esecutiva in esame.

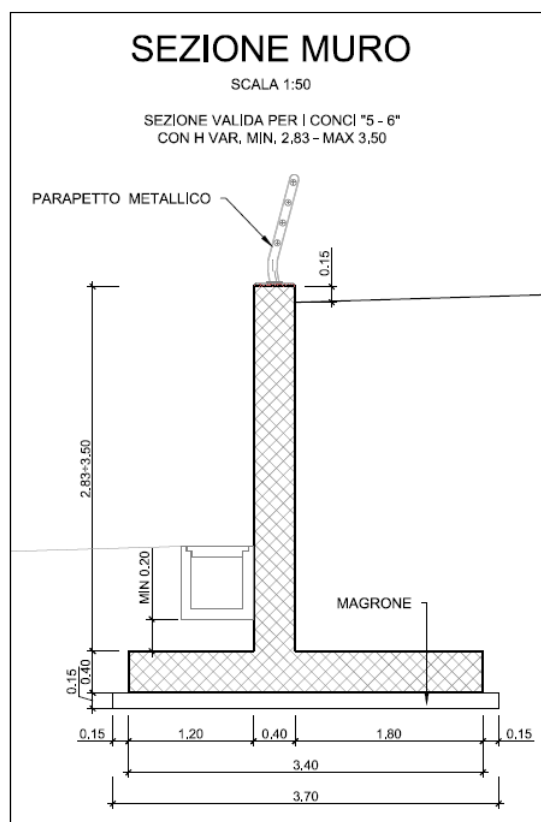


Figura 1 — sezione tipo conci 5 e 6.

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	5 di 90

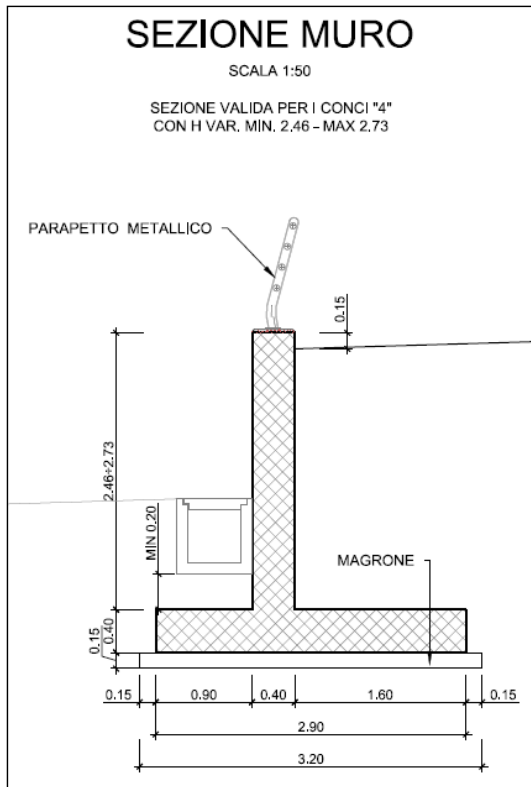


Figura 2 –sezione tipo concio 4.

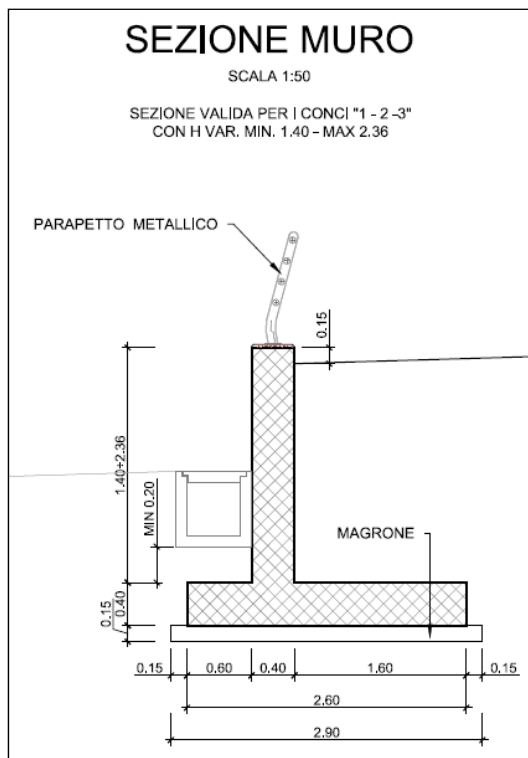


Figura 3 –sezione tipo concii 1, 2 e 3.

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	6 di 90

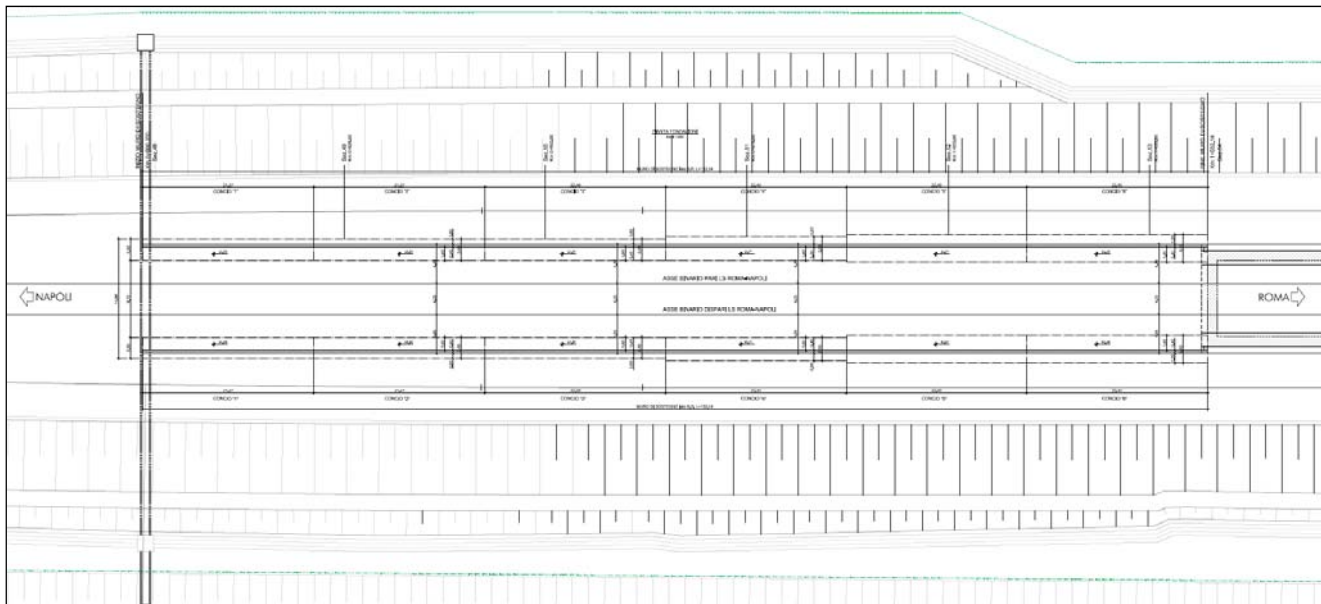


Figura 4 – planimetria.

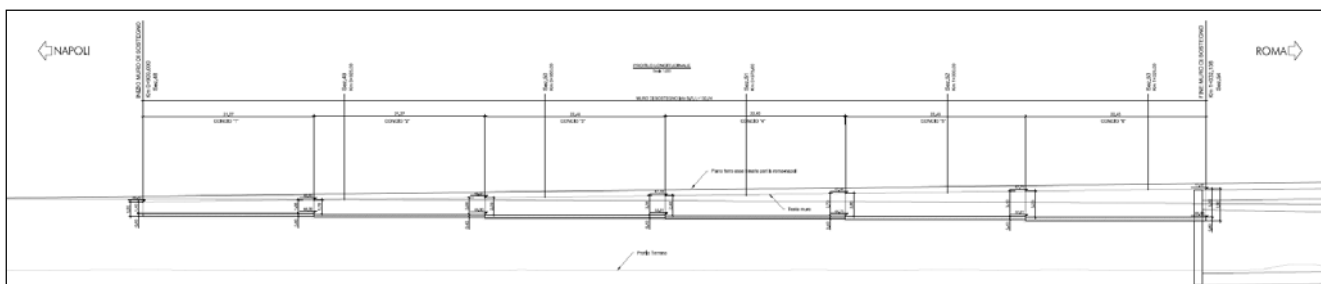


Figura 5 – profilo longitudinale..

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>7 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	7 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	7 di 90								

2 MATERIALI

In riferimento ai materiali costituenti le strutture in progetto, si riportano nel seguito le principali caratteristiche meccaniche assunte nei calcoli (rif. punti 4.1.2.1.1, 11.2.10 e 11.3.2 delle NTC08).

2.1 CALCESTRUZZI

2.1.1 CALCESTRUZZO MAGRONE DI SOTTOFONDAZIONE

- Classe di resistenza C12/15
- Contenuto minimo di cemento 150 kg/m³

2.1.2 CARATTERISTICHE CALCESTRUZZI PER USI STRUTTURALI

Elemento strutturale: muro gettato in opera

Classe di resistenza = C28/35

γ_c = peso specifico = 25.00 kN/m³

R_{ck} = resistenza cubica = 35.00 N/mm²

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83 · R_{ck} = 29.1 N/mm²

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8$ = 37.05 N/mm²

f_{ctm} = resistenza a trazione media = $0.30 \cdot f_{ck}^{2/3}$ = 2.83 N/mm²

f_{cfm} = resistenza a traz. per flessione media = $1.20 \cdot f_{ctm}$ = 3.40 N/mm²

f_{ctk} = resistenza a traz. per flessione caratt. = $0.70 \cdot f_{cfm}$ = 1.98 N/mm²

E_{cm} = modulo elastico tra 0 e 0.40 · f_{cm} = $22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3}$ = 32588 N/mm²

2.1.3 ACCIAIO PER ARMATURE LENTE IN BARRE

Tipo = B 450 C

γ_a = peso specifico = 78,50 kN/m³;

$f_{y\ nom}$ = tensione nominale di snervamento = 450 N/mm²;

$f_{t\ nom}$ = tensione nominale di rottura = 540 N/mm²;

$f_{yk\ min}$ = minima tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm²;

$f_{tk\ min}$ = minima tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm²;

3 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Il modello geotecnico di calcolo è stato definito sulla base di quanto riportato nella relazione geologica preliminare. In base ai dati a disposizione sono stati scelti dei valori cautelativi per i parametri di calcolo. Le caratteristiche di resistenza e deformabilità assunte nel modello di calcolo sono riportate in Tab. 1. I sondaggi di riferimento sono: S203, S202, S201, S114 e P8.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>8 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	8 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	8 di 90								

Strato	Profondità da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	N _{SPT} (colpi/30cm)
1	0.0	2.0 ÷ 3.0	Sabbie limose	-
2	2.0 ÷ 3.0	8.0÷10.0	Tufo litoide giallastro	40 – 100
3	8.0÷10.0	40.0	Tufo grigio alterato	10 – 30
Profondità della falda: 10÷12 m da p.c.				

Parametri	Strato 1	Strato 2	Strato 3
γ_t (kN/m ³)	17	13.5 – 14.5	13.5 – 14.5
GSI	-	35	-
σ_c (MPa)	-	2	-
σ_t (MPa)	-	-	-
m_i (-)	-	13	-
ϕ' (°)	33	30	33
c' (kPa)	0	20	0
c_u (kPa)	-	-	-
V_s (m/s)	100 – 120 ^(*)	400 – 500 ^(*)	180 – 250 ^(*)
G_0 (MPa)	15 – 25 ^(*)	-	60 – 120 ^(*)
E_{op} (MPa)	7 – 10 ^(*)	35 – 40 ^(*)	25 – 50 ^(*)
ν' (-)	0.25	0.2	0.25
k (m/s)	5×10^{-5}	$5 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-5}$

Tab. 1 – Caratteristiche meccaniche delle unità geotecniche

Nota: (*) crescente con la profondità

Per le caratteristiche meccaniche dei rilevati ferroviari, cautelativamente, si assumono i seguenti parametri:

peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$;

angolo d'attrito $\phi' = 38^\circ$;

coesione efficace $c' = 0.0 \text{ kPa}$.

Per il terrapieno, quindi, sono stati considerati i seguenti parametri caratteristici:

$\gamma_k = 20,00 \text{ kN/m}^3$ peso dell'unità di volume;

$\phi'_k = 38.0^\circ$ angolo di resistenza al taglio;

$\delta_k = 22.8^\circ$ angolo di attrito tra paramento verticale muro e terreno in condizioni statiche;

$\delta_k = 0^\circ$ angolo di attrito tra paramento verticale muro e terreno in condizioni sismiche.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>9 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	9 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	9 di 90								

4 CRITERI PROGETTUALI

4.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Nel presente caso l'opera viene inserita nella seguente tipologia di costruzione:

2) Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.

La cui vita nominale è pari a :**75 anni**.

4.2 CLASSE D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, l'opera appartiene alla seguente classe d'uso:

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Il coefficiente d'uso è pari a : 1.50.

4.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

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

Pertanto $V_R = 75 \cdot 1.5 = 112.5$ anni

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>10 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	10 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	10 di 90								

5 ANALISI DEI CARICHI

5.1 PESO PROPRIO MURO

Il peso proprio del muro viene calcolato in automatico dal foglio di calcolo elettronico.

5.2 PESO PROPRIO PARAPETTO

In testa muro è presente un parapetto metallico di altezza 1.10 m. Si considera, a favore di sicurezza, un carico pari a 1.50 kN/m.

5.3 AZIONE DEL VENTO

Il parapetto metallico presenta una superficie non contrinua, pertanto si trascurano le sollecitazioni connesse all'azione del vento.

5.4 PERMANENTI PORTATI A TERGO DEL MURO

A tergo del muro si considera, agente a livello della testa come carico uniformemente distribuito, il carico del ballast di spessore pari a 0.8 m e di peso pari a 18 kN/mc.

$$q = 18 \cdot 0.8 = 14.40 \text{ kN/m}^2$$

5.5 AZIONE DEL SOVRACCARICO A TERGO DEL MURO

I carichi verticali sono definiti per mezzo di modelli di carico, in particolare sono forniti due treni di carico distinti: il primo rappresentativo del traffico normale LM71, il secondo rappresentativo del traffico pesante SW/2.

Coefficiente di adattamento α

I valori dei suddetti carichi relativi alla configurazione LM71 e SW2 dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento, variabile in ragione della tipologia dell'infrastruttura (ferrovia ordinaria, ferrovia leggera metropolitana), viene di seguito riportata la tabella con la variabilità del coefficiente in base al tipo di linea o categoria di linea.

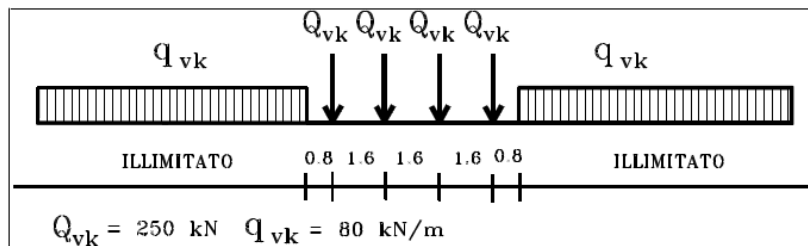
Tipi di linea o categorie di linea STI	Valore minimo del fattore alfa (α)
IV	1.1
V	1.0
VI	1.1
VII-P	0.83
VII-F, VII-M	0.91

Per completezza di informazioni viene di seguito riportata la tabella attinente alla categorie di linea STI per il sottosistema Infrastruttura del sistema ferroviario convenzionale:

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>11 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	11 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	11 di 90								

Categorie di linea STI		Tipo di traffico		
		Traffico passeggeri (P)	Traffico merci (F)	Traffico misto (M)
Tipo di linea	Nuova linea TEN fondamentale (IV)	IV-P	IV-F	IV-M
	Linea TEN fondamentale ristrutturata (V)	V-P	V-F	V-M
	Altra nuova linea TEN (VI)	VI-P	VI-F	VI-M
	Altra linea TEN ristrutturata (VII)	VII-P	VII-F	VII-M

Treno di carico LM71



E' stato applicato un carico distribuito equivalente dei 4 assi 250 kN ad interasse 1.60 m.

$$q_{\text{equivalente}} = 4 \times 250 / 6.40 = 156.25 \text{ KN/m.}$$

Larghezza di diffusione in direzione trasversale è pari a 3.00 m

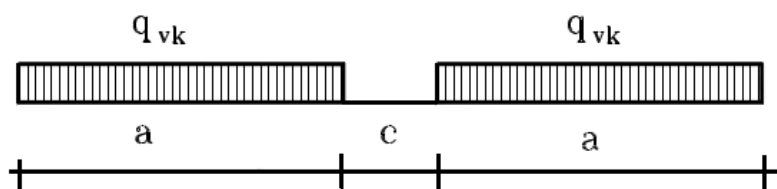
$$Q_{vk} = 4 \times 250 / (6.40 \times 3.00) = 52.08 \text{ kN/m}^2$$

$$q = q_{\text{equivalente}} \times \alpha \times \varphi = 52.80 \times 1.10 = \mathbf{57.28 \text{ kN/m}^2}$$

$$q_{vk} = 80 / 3.00 = 26.66 \text{ kN/m}^2$$

$$q = q_{\text{equivalente}} \times \alpha \times \varphi = 26.66 \times 1.10 = \mathbf{29.33 \text{ kN/m}^2}$$

Treno di carico SW2



$$q_{\text{equivalente}} = 150 / 3.00 = 50.00 \text{ kN/m}^2.$$

$$q = q_{\text{equivalente}} \times \alpha \times \varphi = 50.00 \text{ kN/m}^2 \times 1.10 \times 1.00 = \mathbf{55.00 \text{ kN/m}^2}.$$

Ai fini del dimensionamento del muro di sostegno si considera il treno LM71 in quanto presenta un valore maggiore del carico verticale rispetto al treno SW/2.

5.6 AZIONE SISMICA

Il periodo di riferimento, come indicato nel § 5, è pari a **112.5 anni** in quanto è stata considerata una vita nominale dell'opere in esame pari a 75 anni ed un coefficiente d'uso pari a 1.5.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>12 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	12 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	12 di 90								

Nel calcolo dell'azione sismica sono state considerate le coordinate geografiche del sito:

Longitudine (ED50) 14.41178 Latitudine (ED50) 41.01565

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

Elaborazioni grafiche


Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

No di 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

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissata probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R (3.2 – NTC2008).

La normativa NTC2008 definisce le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g – Accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 – Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* - Periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei confronti delle azioni sismiche si definiscono due stati limite di esercizio e due ultimi, che sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso (3.2.1 – NTC2008), ai quali corrispondono i seguenti valori dei parametri precedentemente definiti:

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>13 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	13 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	13 di 90								

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.068	2.382	0.329
SLD	113	0.083	2.419	0.347
SLV	1068	0.185	2.506	0.418
SLC	2193	0.228	2.557	0.436

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III – NTC2008).

Il terreno su cui insiste la costruzione è stato assimilato ad un sottosuolo di categoria **C**.

La nuova normativa tecnica ripone particolare attenzione anche nei confronti delle condizioni topografiche del sito in esame. Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali si può far riferimento alla classificazione proposta dalla norma (Tab. 3.2.IV – NTC2008). Nel caso in esame si può assumere una categoria topografica **T1**.

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato: SLV info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo: B info	$S_g =$ 1.198	$C_c =$ 1.329 info
Categoria topografica: T1 info	$h/H =$ 0.000	$S_T =$ 1.000 info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) 5 $\eta =$ 1.000 info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_o 1 Regol. in altezza no info

Compon. verticale

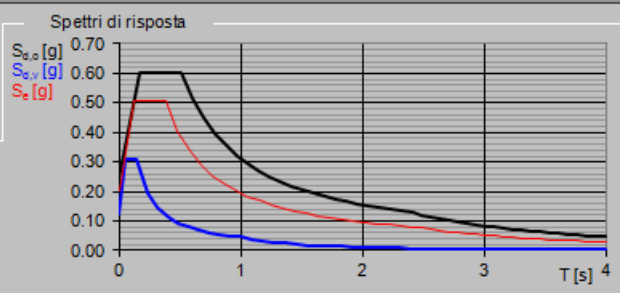
Spettro di progetto Fattore q 1 $\eta =$ 1.000 info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta info

Parametri e punti spettri di risposta info

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale
— Spettro di progetto - componente verticale
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	14 di 90

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLD** info

Rispostasismica locale

Categoria di sottosuolo **B** info

$S_B = 1.200$

$C_C = 1.362$ info

Categoria topografica **T1** info

$h/H = 0.000$

$S_T = 1.000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_0 **1**

Regol. in altezza **no** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1**

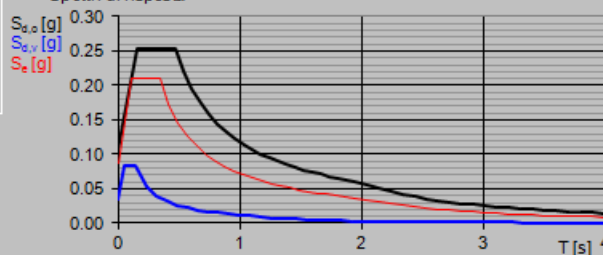
$\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>15 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	15 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	15 di 90								

6 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC08 al par.2.5.3:

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

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

Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

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

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti a lungo termine, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

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

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

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

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_F , γ_M e γ_R (relativi alle resistenze dei pali soggetti a carichi assiali), nonché i coefficienti di combinazione ψ delle azioni sono dati dalle tabelle NTC2008 5.2.V, 5.2.VI, 6.2.II e 6.4.II che vengono riportate nel seguito.

L'analisi mira a garantire la sicurezza e le prestazioni attese attraverso il conseguimento dei seguenti requisiti:

sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio;

sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi.

Tali verifiche sono state effettuate applicando il primo approccio progettuale (Approccio 1) che prevede le due seguenti combinazioni di coefficienti:

Combinazione 1: A1+M1+R1 (STR);

Combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO).

Considerando i coefficienti parziali riportati nelle seguente tabelle.

Nelle condizioni di esercizio gli spostamenti dell'opera sono stati valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza delle opere adiacenti.

In particolare in condizioni sismiche devono essere condotte verifiche nei confronti dello stato limite di danno. Gli spostamenti permanenti indotti dal sisma devono essere compatibili con la funzionalità dell'opera e con quella di eventuali strutture o infrastrutture interagenti con essa.

Lo spostamento orizzontale massimo ammissibile in testa ad un opera di sostegno di contenimento della sede ferroviaria può essere assunto, in condizioni sismiche, pari a 2 cm.

In particolare sono stati verificati i seguenti stati limiti ultimi:

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>16 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	16 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	16 di 90								

Verifica del muro di sostegno

SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)

- stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- ribaltamento.

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 l'approccio 1:

- Combinazione 2: A2+M2+R2

Lo stato limite di ribaltamento non prevede la mobilitazione della resistenza del terreno di fondazione e deve essere trattato come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), utilizzando i coefficienti parziali sulle azioni della tabella 2.6.I e adoperando coefficienti parziali del gruppo (M2) per il calcolo delle spinte.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate applicando il primo approccio progettuale (Approccio 1) che prevede le due seguenti combinazioni di coefficienti:

- Combinazione 1: A1+M1+R1;
- Combinazione 2: A2+M2+R2.

Inoltre nella verifica a scorrimento e a ribaltamento dei muri di sostegno viene trascurata la resistenza passiva antistante il muro.

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

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

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">RI0005 005</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">17 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	17 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	17 di 90								

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

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	ψ_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	ψ_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	ψ_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	ψ_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

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

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

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

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

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	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

7 METODO DI CALCOLO

L'analisi strutturale del muro di sostegno a fondazione diretta è stata condotta attraverso modelli di calcolo a mensola con incastro nella platea di fondazione (analisi del paramento) e con incastro nel paramento (analisi della fondazione lato valle e lato monte). Vista la geometria dell'opera a prevalente sviluppo longitudinale e le condizioni al contorno, le analisi e verifiche sono state effettuate prendendo in considerazione una porzione di muro corrispondente ad una larghezza unitaria.

Si riporta inoltre di seguito una breve sintesi della procedura proposta per il calcolo delle spinte orizzontali agenti sulla parete dell'opera di sostegno e delle azioni verticali agenti sulla zattera di fondazione.

7.1 CONDIZIONI DI SPINTA SUL MURO IN CONDIZIONI STATICHE

Considerato un terrapieno con peso per unità di volume γ , sovraccarico uniforme su terrapieno q , condizioni drenate ed assenza di falda, si assume in genere la distribuzione di pressioni riportata nella Figura 6. Alla generica quota z dal piano campagna risulta:

$$\sigma_a = \gamma k_a z + q k_a - 2c' \sqrt{k_a}$$

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	18 di 90

$$\sigma_p = \gamma k_p z + q k_p - 2c' \sqrt{k_p}$$

Il problema si riconduce quindi al calcolo dei coefficienti di spinta attiva k_a o passiva k_p .

Con riferimento allo schema di Figura 7, in condizioni statiche il coefficiente di spinta attiva e quello di spinta passiva sono valutati attraverso le espressioni di Muller-Breslau (1924):

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi)}{\text{sen}^2\psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi - \varepsilon)}{\text{sen}(\psi - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

$$k_p = \frac{\text{sen}^2(\psi - \varphi)}{\text{sen}^2\psi \cdot \text{sen}(\psi + \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi + \varepsilon)}{\text{sen}(\psi + \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

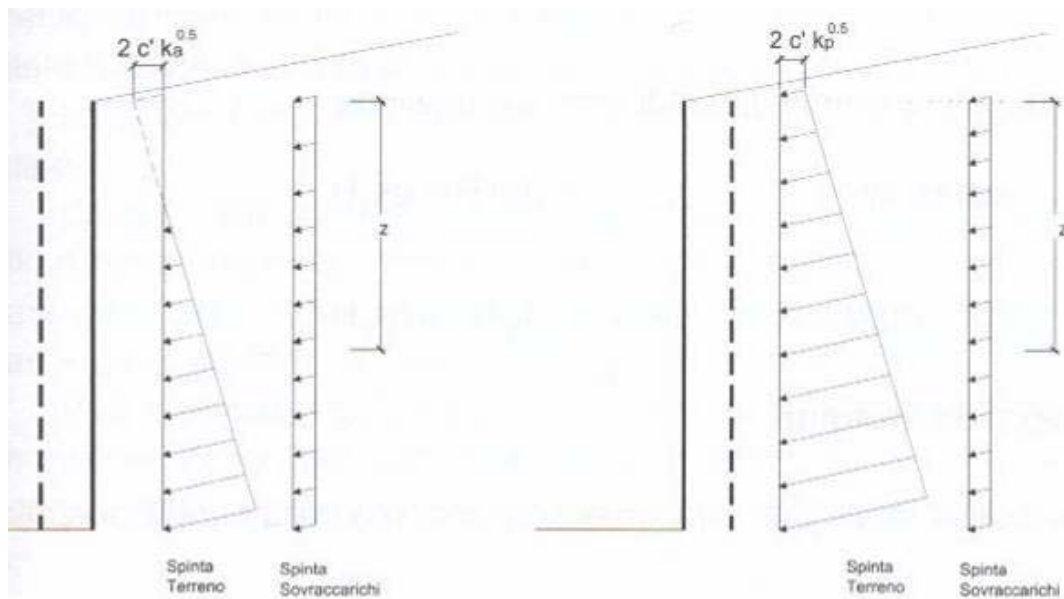


Figura 6 - Spinte orizzontali in condizioni statiche

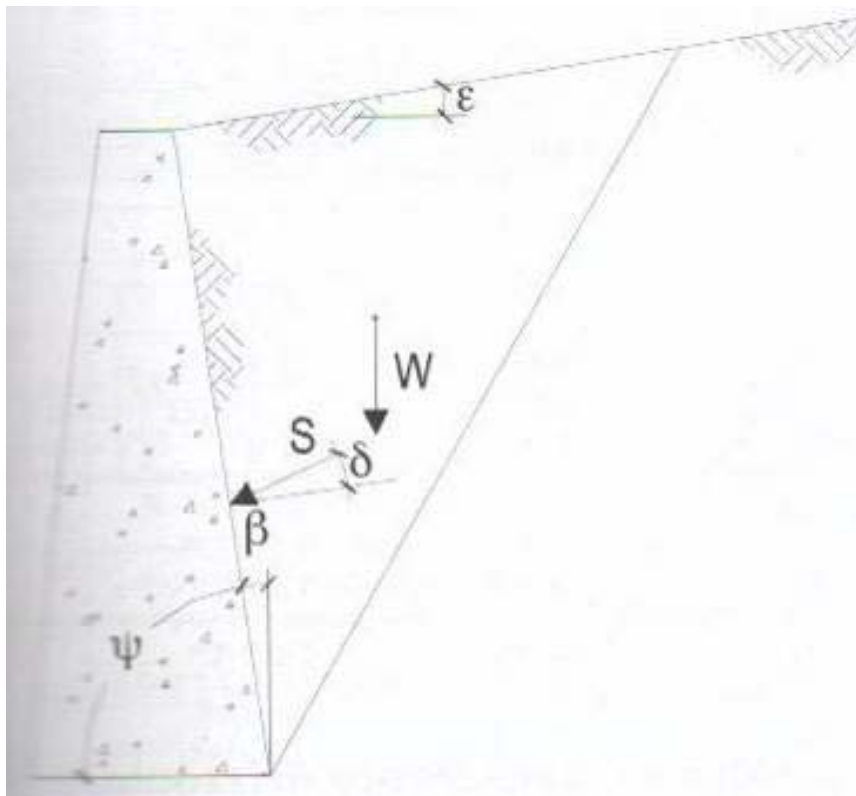


Figura 7 - Parametri geometrici per la valutazione dei coefficienti di spinta

Il coefficiente di spinta passiva ove necessario può essere valutato con l'espressione di Caquot-Kerisel (1948) attraverso la quale si tiene in conto l'effetto sulla spinta della creazione in rottura passiva di superfici di scorrimento non piane. Non considerare tale effetto significherebbe sovrastimare considerevolmente la pressione passiva.

La distribuzione delle pressioni è da prassi considerata triangolare, mentre quella dei sovraccarichi è considerata costante con la profondità (rettangolare), per cui il punto di applicazione della spinta delle terre è posto a 1/3 dell'altezza del muro, mentre quella dei sovraccarichi è da considerarsi a metà dell'altezza del muro.

7.2 CONDIZIONI DI SPINTA SUL MURO IN CONDIZIONI SISMICHE

L'analisi delle spinte sull'opera di sostegno in condizioni sismiche è eseguita attraverso metodi pseudo-statici. Nell'ipotesi di muro libero di muoversi in testa il metodo più appropriato è quello di Mononobe-Okabe il quale rappresenta un'estensione del criterio di Coulomb in cui il cuneo di rottura si muove come un corpo rigido soggetto ad accelerazioni verticali ed orizzontali. Tali accelerazioni sono espresse in funzione di opportuni coefficienti di intensità sismica k_v e k_h , menzionati anche dalle norme vigenti. Nel metodo considerato le condizioni di equilibrio limite sono espresse ancora da coefficienti di spinta attiva e passiva definiti a partire dalla geometria del sistema e dalle condizioni sismiche di calcolo.

Con riferimento allo schema di Figura 6, considerando un terreno in assenza di falda, si definisce:

$$\theta = \arctan \frac{k_h}{1 \pm k_v} \quad (0.1)$$

ed i coefficienti di spinta sono definiti da:

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>20 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	20 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	20 di 90								

per $\varepsilon \leq \phi' - \theta$

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta - \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - \varepsilon - \theta)}{\text{sen}(\psi - \delta - \theta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2} \quad (0.2)$$

per $\varepsilon \geq \phi' - \theta$

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta - \theta)} \quad (0.3)$$

$$k_p = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi - \Theta)}{\cos \Theta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi + \Theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\text{sen} \varphi \cdot \text{sen}(\varphi + \varepsilon - \Theta)}{\text{sen}(\psi + \Theta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

La spinta del terreno in condizioni sismiche vale perciò:

$$S_a = \frac{1}{2} \gamma (1 \pm k_v) k_a H^2$$

$$S_p = \frac{1}{2} \gamma (1 \pm k_v) k_p H^2$$

con inclinazione del piano di rottura valutabile attraverso l'espressione:

$$\alpha = \phi - \theta + \arctan \left[\sqrt{\frac{P \cdot (P + Q) \cdot (1 + Q \cdot R) - P}{1 + R \cdot (P + Q)}} \right]$$

essendo:

$$P = \tan(\phi - \theta - \varepsilon)$$

$$Q = \cotan(\phi - \theta - \beta)$$

$$R = \tan(\theta + \beta + \delta)$$

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>21 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	21 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	21 di 90								

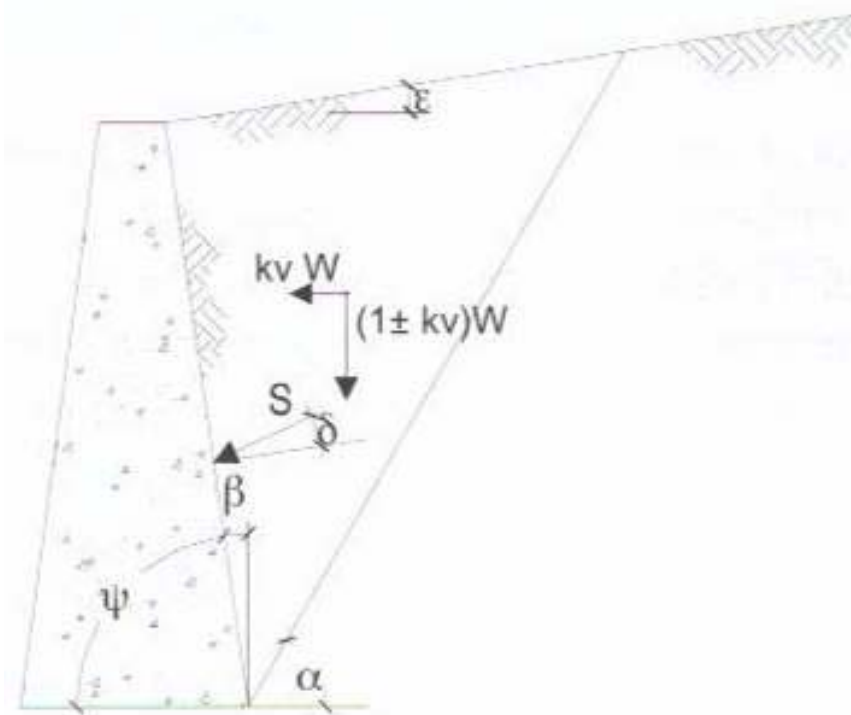


Figura 8- Azioni sismiche pseudo-statiche

Nel caso di terreno con presenza di falda e permeabilità inferiore a $5 \times 10^{-4} \text{m/sec}$ si trascurano gli effetti idrodinamici dell'acqua maggiorando l'angolo θ secondo l'espressione:

$$\theta = \arctan \left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v} \right)$$

e la spinta agente sulla parete si definisce solo a mezzo di effetti statici:

$$S_a = \frac{1}{2} \gamma' (1 + k_v) k_a H^2 + \frac{1}{2} \gamma_w H^2$$

Nel caso di valori maggiori di permeabilità va considerato anche l'effetto dinamico valutabile con l'espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{2} k_h \gamma_w H^2$$

L'azione è applicata ad un'altezza pari ad $0,4 \cdot H$ dalla base del muro.

7.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

Sono state condotte, in accordo con la normativa vigente le seguenti verifiche globali di carattere geotecnico:

- verifica al ribaltamento
- verifica allo scorrimento, trascurando il contributo stabilizzante dovuto alla spinta passiva del terreno anteriore.
- verifica al carico limite dell'insieme fondazione-terreno utilizzando l'espressione della portanza unitaria limite secondo la teoria di Meyerhof.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>22 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	22 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	22 di 90								

7.4 VERIFICHE STRUTTURALI

Sono state condotte, infine, le verifiche locali degli elementi che costituiscono l'opera di sostegno, valutando in corrispondenza delle sezioni caratteristiche le sollecitazioni esterne e i corrispondenti stati tensionali. Le sezioni di riferimento sono indicate nei report di calcolo. Le azioni sul paramento sono valutate considerando quest'ultimo incastrato nella soletta di fondazione. Le azioni sulla soletta di fondo (monte e valle) sono valutate col metodo del trapezio delle tensioni considerando questa incastrata al paramento.

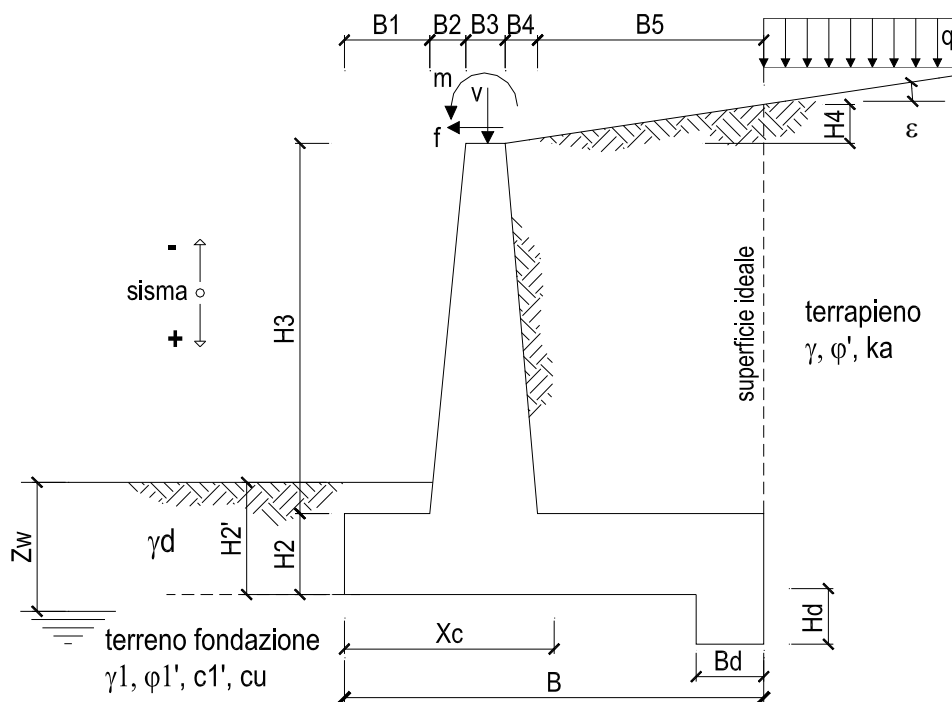
8 SOFTWARE DI CALCOLO

Le verifiche geotecniche e strutturali dell'opera di sostegno sono state eseguite mediante apposito foglio di calcolo.

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	23 di 90

9 MURO TIPO CONCI 5 E 6



OPERA Esempio

DATI DI PROGETTO:

Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	3.35	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	3.40	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0.40	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	1.20	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	1.80	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	1.70	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>24 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	24 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	24 di 90								

		valori caratteristici		valori di progetto	
		SLE - sisma		STR/GEO	EQU
Carichi permanenti	Sovraccarico permanente (kN/m ²)	qp	14.40	19.44	21.60
	Sovraccarico su zattera di monte <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no				
	Forza Orizzontale in Testa permanente (kN/m)	fp	0.00	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa permanente (kN/m)	vp	1.50	1.50	1.35
Condizioni Statiche	Momento in Testa permanente (kNm/m)	mp	1.00	1.35	1.10
	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche (kN/m ²)	q	57.30	83.09	83.09
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche (kN/m)	f	0.00	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche (kN/m)	v	0.00	0.00	0.00
	Momento in Testa accidentale in condizioni statiche (kNm/m)	m	0.00	0.00	0.00
Coefficienti di combinazione condizione rara $\psi 1$		1.00	condizione quasi permanente $\psi 2$		0.00
Condizioni Sismiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche (kN/m ²)	qs	11.46		
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni sismiche (kN/m)	fs	0.00		
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni sismiche (kN/m)	vs	0.00		
	Momento in Testa accidentale in condizioni sismiche (kNm/m)	ms	0.00		

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

Calcestruzzo

classe cls	C28/35	
Rck	35	(MPa)
fck	28	(MPa)
fc _m	36	(MPa)
Ec	32308	(MPa)
α_{cc}	0.85	
γ_c	1.50	
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	15.87	(MPa)
$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	2.77	(MPa)

Acciaio

tipo di acciaio	B450C	
f _{yk}	450	(MPa)
γ_s	1.15	
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E$	391.30	(MPa)
Es	210000	(MPa)
ϵ_{ys}	0.19%	

Tensioni limite (tensioni ammissibili)

condizioni statiche

σ_c	11.2	Mpa
σ_f	337.5	Mpa

condizioni sismiche

σ_c	11	Mpa
σ_f	260	Mpa

coefficiente omogeneizzazione acciaio $n = 15$

Copriferro (distanza asse armatura-bordo)

c = 6.20 (cm)

Copriferro minimo di normativa (ricoprimento armatura)

c_{min} = 4.00 (cm)

Valore limite di apertura delle fessure

Frequente	w1	0.2	mm
Quasi Permanente	w1	0.2	mm

Interfero tra I e II strato

i_{I-II} = 5.00 (cm)

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>25 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	25 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	25 di 90								

9.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

Combinazioni coefficienti parziali di verifica

SLU	Approccio 1	comb. 1	A1+M1+R1 EQU+M2	<input type="radio"/>
		comb. 2	A2+M2+R2 EQU+M2	<input checked="" type="radio"/>
	Approccio 2		A1+M1+R3 EQU+M2	<input type="radio"/>
	SLE (DM88)			<input type="radio"/>
altro			<input type="radio"/>	

Coefficienti di sicurezza

	<u>Scorrimento</u>	<u>Ribaltamento</u>	<u>Carico limite</u>
Statico	1.20	2.20	2.66
Sismico	1.18	2.43	2.69

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVOOpere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	26 di 90

FORZE VERTICALI

		SLE	STR/GEO	EQU
- Peso del Muro (Pm)				
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	33.50	30.15
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	34.00	30.60
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m)	67.50	60.75
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)				
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma)$	(kN/m)	120.60	108.54
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4+B5) \cdot H4 \cdot \gamma)$	(kN/m)	0.00	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma)/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Sovr =	$qp \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0.00	0.00
Pt =	Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr	(kN/m)	120.60	108.54
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$qs \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	0

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

		SLE	STR/GEO	EQU
- Muro (Mm)				
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1+2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1+B2+0,5 \cdot B3)$	(kNm/m)	46.90	42.21
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1+B2+B3+1/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	57.80	52.02
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	(kNm/m)	104.70	94.23
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro				
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1+B2+B3+B4+0,5 \cdot B5)$	(kNm/m)	301.50	271.35
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Msovr =	$Sovr \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mt =	Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr	(kNm/m)	301.50	271.35
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$qs \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	0

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)				
Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)	5.11	
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)	2.56	
- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)				
Pts h =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)	9.14	
Pts v =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)	4.57	
- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)				
MPs1 h =	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2+H3/3)$	(kNm/m)	0.00	
MPs2 h =	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	5.27	
MPs3 h =	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2+H3/3)$	(kNm/m)	0.00	
MPs4 h =	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)	0.52	
MPs5 h =	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)	0.00	
MPs h =	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	5.78	
- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)				
MPs1 v =	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1+2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0.00	
MPs2 v =	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1+B2+B3/2)$	(kNm/m)	1.78	
MPs3 v =	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1+B2+B3+B4/3)$	(kNm/m)	0.00	
MPs4 v =	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	2.19	
MPs5 v =	$kv \cdot Pm5 \cdot (B-Bd/2)$	(kNm/m)	0.00	
MPs v =	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	3.97	
- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)				
MPts1 h =	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	18.96	
MPts2 h =	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)	0.00	
MPts3 h =	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2+H3^2/3)$	(kNm/m)	0.00	
MPts h =	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	18.96	
- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)				
MPts1 v =	$kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	11.42	
MPts2 v =	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00	
MPts3 v =	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2+H3^2/3) - (B1+B2+B3+2/3 \cdot B4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00	
MPts v =	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	11.42	

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	27 di 90

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m) 30.46	38.79	42.67
Sq perm =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 11.70	14.90	22.34
Sq acc =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 46.54	74.09	85.95

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 28.08	36.63	40.30
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 10.78	14.07	21.10
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 42.90	69.97	81.17

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 11.80	12.76	14.04
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 4.53	4.90	7.35
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 18.03	24.37	28.27

- Spinta passiva sul dente

Sp =	$\frac{1}{2} \cdot g1 \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
------	--	-------------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m) 35.10	45.79	50.37
MSt2 =	$Stv \cdot B$	(kNm/m) 40.13	43.38	47.72
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 20.22	26.38	39.56
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 80.44	131.20	152.19
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 15.41	16.66	24.99
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 61.32	82.86	96.12
MSP =	$\gamma1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + m$	(kNm/m) 1.00	1.00	1.10
Mfext2 =	$(fp + f) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
Mfext3 =	$(vp + v) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m) 2.10	2.10	1.89

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)

N =	$Pm + Pt + v + Stv + Sqv \text{ perm} + Sqv \text{ acc}$	231.63	(kN/m)	
-----	--	--------	--------	--

Risultante forze orizzontali (T)

T =	$Sth + Sqh + f$	120.67	(kN/m)	
-----	-----------------	--------	--------	--

Coefficiente di attrito alla base (f)

f =	$\text{tg} \phi1'$	0.63	(-)	
-----	--------------------	------	-----	--

Fs scorr.	(N*f + Sp) / T	1.20	>	1
------------------	-----------------------	-------------	-------------	----------

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (EQU)

Momento stabilizzante (Ms)

Ms =	$Mm + Mt + Mfext3$	536.31	(kNm/m)	
------	--------------------	--------	---------	--

Momento ribaltante (Mr)

Mr =	$MSt + MSq + Mfext1 + Mfext2 + MSP$	243.22	(kNm/m)	
------	-------------------------------------	--------	---------	--

Fs ribaltamento	Ms / Mr	2.20	>	1
------------------------	----------------	-------------	-------------	----------

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>28 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	28 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	28 di 90								

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v + St_v + Sq_v (+ Sovr\ acc)$		234.67	234.67	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = St_h + Sq_h + f - Sp$		57.05	57.05	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		330.31	330.31	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c * N - MM$		45.15	45.15	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c * i_c + q_0 * N_q * i_q + 0,5 * \gamma_1 * B * N_\gamma * i_\gamma$$

$c'1'$	coesione terreno di fondaz.	2.00		(kPa)
$\phi 1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	26.56		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	10.88		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma * d * H_2'$	sovraccarico stabilizzante	9.90		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.19	0.19	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.82	2.82	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = tg^2(45 + \phi'/2) * e^{(\pi * tg(\phi'))}$	(1 in cond. nd)	12.59		(-)
$N_c = (N_q - 1) / tg(\phi')$	($2 + \pi$ in cond. nd)	23.18		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * tg(\phi')$	(0 in cond. nd)	13.58		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B * c' * cotg(\phi')))^m$	(1 in cond. nd)	0.59	0.59	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.55	0.55	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' * cotg(\phi')))^{m+1}$		0.45	0.45	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	193.41	193.41	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = $q_{lim} * B^* / N$	Nmin	2.32	>	1
		Nmax	2.32	>	

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>29 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	29 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	29 di 90								

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	Pm + Pt + v + Stv + Sqv (+ Sovr acc)	231.63	231.63	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	Sth + Sqh + f - Sp	120.67	120.67	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	346.84	346.84	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	Xc*N - MM	46.93	46.93	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kPa)
φ1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	32.01		(°)
γ1	peso unità di volume terreno fondaz.	20.00		(kN/m ³)
q ₀ = γd'H ₂ '	sovraccarico stabilizzante	20.00		(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità	0.20	0.20	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	2.99	2.99	(m)

I valori di N_c, N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

N _q = tg ² (45 + φ'/2) * e ^{(π*tg(φ'))}	(1 in cond. nd)	23.19		(-)
N _c = (N _q - 1)/tg(φ')	(2+π in cond. nd)	35.51		(-)
N _γ = 2*(N _q + 1)*tg(φ')	(0 in cond. nd)	30.24		(-)

I valori di i_c, i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

i _q = (1 - T/(N + B*c'cotg(φ'))) ^m	(1 in cond. nd)	0.23	0.23	(-)
i _c = i _q - (1 - i _q)/(N _q - 1)		0.19	0.19	(-)
i _γ = (1 - T/(N + B*c'cotg(φ'))) ^{m+1}		0.11	0.11	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q _{lim}	(carico limite unitario)	206.01	206.01	(kN/m ²)
------------------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = q_{lim}*B*/N	Nmin	2.66	>	1
		Nmax	2.66	>	

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	30 di 90

CONDIZIONE SISMICA +**SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO**

	SLE	STR/GEO	EQU
- Spinta condizione sismica +			
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	33.45	43.20
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	6.79	7.93
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	14.89	18.92
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	11.85	15.05
- Componente orizzontale condizione sismica +			
Sst1h stat = Sst1 stat * $\cos \delta$	(kN/m)	33.45	43.20
Sst1h sism = Sst1 sism * $\cos \delta$	(kN/m)	6.79	7.93
Ssq1h perm = Ssq1 perm * $\cos \delta$	(kN/m)	14.89	18.92
Ssq1h acc = Ssq1 acc * $\cos \delta$	(kN/m)	11.85	15.05
- Componente verticale condizione sismica +			
Sst1v stat = Sst1 stat * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
- Spinta passiva sul dente			
Sp = $\frac{1}{2} \cdot \gamma_1' \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1' \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1' \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

	SLE	STR/GEO	EQU
- Condizione sismica +			
MSst1 stat = Sst1h stat * $((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	41.82	54.00
MSst1 sism = Sst1h sism * $((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	12.74	14.87
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * $((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	50.14	63.70
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1' \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1' \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1' \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = mp+ms	(kNm/m)	1.00
Mfext2 = (fp+fs)*(H3 + H2)	(kNm/m)	0.00
Mfext3 = (vp+vs)*(B1 +B2 + B3/2)	(kNm/m)	2.10

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)			
N = Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv	196.73	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)			
T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Ptsh	99.35	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)			
f = $\tan \phi_1'$	0.63	(-)	
Fs = (N*f + Sp) / T	1.24	>	1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)			
Ms = Mm + Mt + Mfext3	408.30	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)			
Mr = MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	142.91	(kNm/m)	
Fr = Ms / Mr	2.86	>	1

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>31 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	31 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	31 di 90								

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (S_{ovr} acc)$	196.73	196.73	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$	99.35		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	265.39	265.39	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c \cdot N - MM$	69.05	69.05	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kN/mq)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	32.01		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	20.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d H_2'$	sovraccarico stabilizzante	20.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.35	0.35	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.70	2.70	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) e^{(\pi \tan \phi')}$	(1 in cond. nd)	23.19		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi'$	($2 + \pi$ in cond. nd)	35.51		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) \tan \phi'$	(0 in cond. nd)	30.24		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^m$	(1 in cond. nd)	0.25	0.25	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.21	0.21	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^{m+1}$		0.12	0.12	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	212.62	212.62	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} * B^* / N$	Nmin	2.92	>	1
		Nmax	2.92	>	

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	32 di 90

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

	SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$ (kN/m)	33.45	43.20	43.20
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^- \cdot Sst1 \text{ stat}$ (kN/m)	4.29	4.69	4.69
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$ (kN/m)	15.06	19.11	19.11
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$ (kN/m)	11.99	15.21	15.21

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$ (kN/m)	33.45	43.20	43.20
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$ (kN/m)	4.29	4.69	4.69
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$ (kN/m)	15.06	19.11	19.11
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$ (kN/m)	11.99	15.21	15.21

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$ (kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$ (kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$ (kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$ (kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^- + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot kps^- \cdot H2) \cdot Hd$ (kN/m)	0.00	0.00	0.00
---	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

	SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$ (kNm/m)	41.82	54.00	54.00
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/2-Hd)$ (kNm/m)	8.04	8.80	8.80
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$ (kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$ (kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+hd)/2-Hd)$ (kNm/m)	50.72	64.36	64.36
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$ (kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$ (kNm/m)	0.00	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp+ms$ (kNm/m)	1.00
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$ (kNm/m)	0.00
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$ (kNm/m)	2.10

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv$ (kN/m)	182.47
--	--------

Risultante forze orizzontali (T)

$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh$ (kN/m)	96.46
--	-------

Coefficiente di attrito alla base (f)

$f = \tan \phi_1'$ (-)	0.63
------------------------	------

$$Fs = (N \cdot f + Sp) / T \quad 1.18 > 1$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$Ms = Mm + Mt + Mfext3$ (kNm/m)	408.30
---------------------------------	--------

Momento ribaltante (Mr)

$Mr = MSst + MSsq + Mfext1 + Mfext2 + MSp + MP_s + Mpt_s$ (kNm/m)	168.28
---	--------

$$Fr = Ms / Mr \quad 2.43 > 1$$

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>33 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	33 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	33 di 90								

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	182.47	182.47	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$	96.46		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	240.02	240.02	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c \cdot N - MM$	70.18	70.18	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kN/mq)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	32.01		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	20.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma \cdot d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	20.00		(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità	0.38	0.38	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	2.63	2.63	(m)

I valori di Nc, Nq e Ng sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan(\phi'))}$	(1 in cond. nd)	23.19		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi')$	(2+ π in cond. nd)	35.51		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\phi')$	(0 in cond. nd)	30.24		(-)

I valori di ic, iq e i γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cot(\phi')))^m$	(1 in cond. nd)	0.22	0.22	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.19	0.19	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cot(\phi')))^{m+1}$		0.10	0.10	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q _{lim}	(carico limite unitario)	186.40	186.40	(kN/m ²)
------------------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = q_{lim} * B* / N	Nmin	2.69	>	1
		Nmax	2.69	>	

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>34 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	34 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	34 di 90								

9.1.1 VERIFICA SLD

Le verifiche allo stato limite di danno (SLD) da effettuare sull'opera in esame, vengono condotte valutando gli spostamenti indotti sull'opera da un sisma con tempo di ritorno $T_R = 112.5$ anni, corrispondente alla probabilità di superamento del 63% nella vita di riferimento dell'opera $V_R = 112.5$ anni.

La stima degli spostamenti indotti dal sisma viene effettuata attraverso la formula di Rampello:

$$d = (S_S \cdot S_T \cdot B) \cdot e^{A(a_c / a_{max})}$$

essendo:

B e A due coefficienti che sono funzione del valore di a_g (accelerazione massima orizzontale attesa al sito) e della categoria di sottosuolo sul quale l'opera poggia (RFI DTC INC CS SP IFS 001 A par. 4.4):

Sottosuolo	Cat. A		Cat. B		Cat. C, D, E	
	A	B	A	B	A	B
a_{max}/g						
0.3 – 0.4	-7.5	1.21	-7.9	1.06	-7.4	0.56
0.2 – 0.3	-7.42	1.28	-7.79	1.11	-7.54	0.58
0.1 – 0.2	-7.48	0.65	-7.86	0.73	-8.05	0.86
≤ 0.1	-7.87	0.28	-7.86	0.3	-8.07	0.44

a_c il valore dell'accelerazione critica, ossia quel valore dell'accelerazione del suolo in corrispondenza del quale si manifestano i primi spostamenti relativi permanenti tra terreno e muro. Si determina imponendo pari all'unità il rapporto R_d/E_d nella verifica a scorrimento.

Nel caso in esame si ha:

Muro tipo conci 5 e 6:

$H = 3.35$ m; $A = -8.05$; $B = 0.86$; $a_c = 0.43g$; $a_{max} = 0.106g$ (SLD)

$$\delta = 6 \cdot 10^{-15} \text{ mm}$$

Essendo δ minore del valore massimo (20 mm) ammesso dalla specifica RFI DTC INC CS SP IFS 001 A, la verifica risulta soddisfatta.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>35 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	35 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	35 di 90								

9.1.2 VERIFICA STABILITÀ GLOBALE

	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]	Descrizione
materiale 1	20	32.01	0	terrapieno
materiale 2	20	32.01	0	fondazione
materiale 3	0	0	0	
materiale 4	0	0	0	

peso specifico acqua 10 [kN/m³]

azioni sismiche a_g/g 0.204 (-) S_s 1.2 k_h 0.0685 (-)

β_s 0.28 S_T 1 k_v 0.0343 (-)

x muro 100 (m) y muro 100 (m)

p.c. valle			p.c. monte			superficie 1		superficie 2		superficie 3		falda		
materiale 1			materiale 1			materiale 2		materiale 4		materiale 2		falda		
	x	y		x	y		x	y		x	y		x	y
0	100.000	101.000	0	102.000	103.750	0	80.000	100.000	0			0	80.000	90.000
1	80.000	101.000	1	108.000	103.750	1	120.000	100.000	1			1	120.000	90.000
2			2	120.000	103.750	2			2			2		
3			3			3			3			3		
4			4			4			4			4		
5			5			5			5			5		
6			6			6			6			6		
7			7			7			7			7		
8			8			8			8			8		
9			9			9			9			9		
10			10			10			10			10		

Sovraccarichi

	X_{in}	Q_{in}	X_{fin}	Q_{fin}	% sisma
sovraccarico 1 <input checked="" type="checkbox"/>	103.4	14.4	120	14.4	100%
sovraccarico 2 <input checked="" type="checkbox"/>	103.4	71.625	120	71.625	20%

Limiti ricerca superfici

Xa 80	Xc 105	alfa min 40	# superfici massimo 2816
Xb 95	Xd 120	alfa max 70	
n1 15	n2 15	n alfa 10	

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	36 di 90

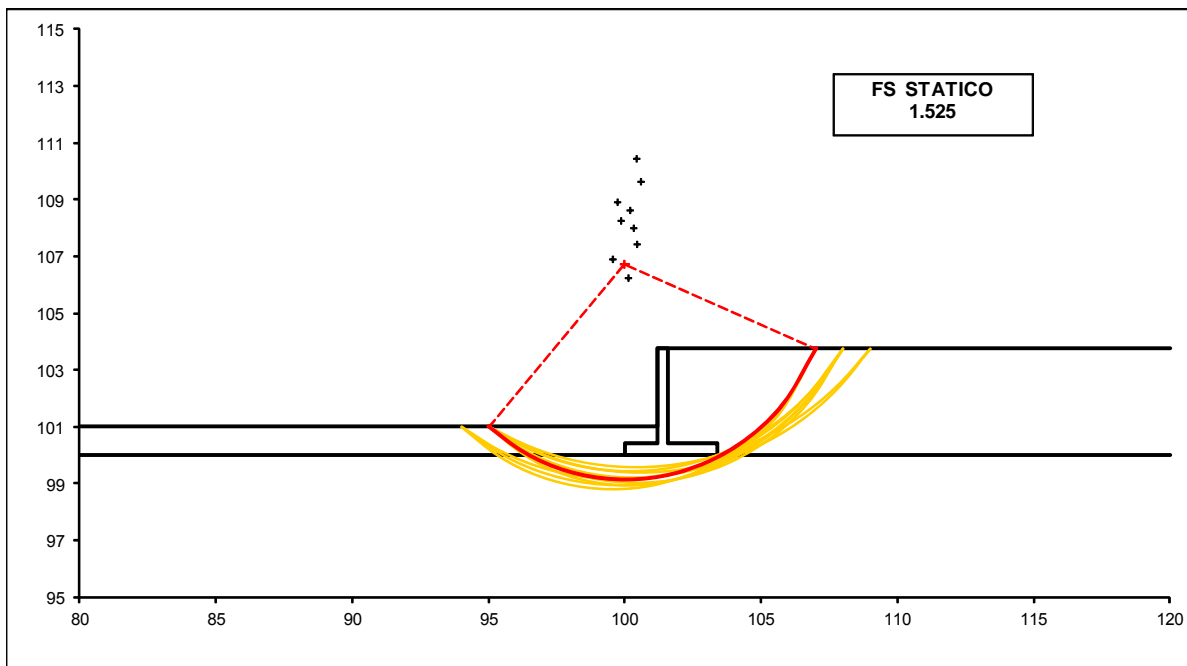
Condizione di Carico

STATICA

superfici da disegnare

10

DISEGNO



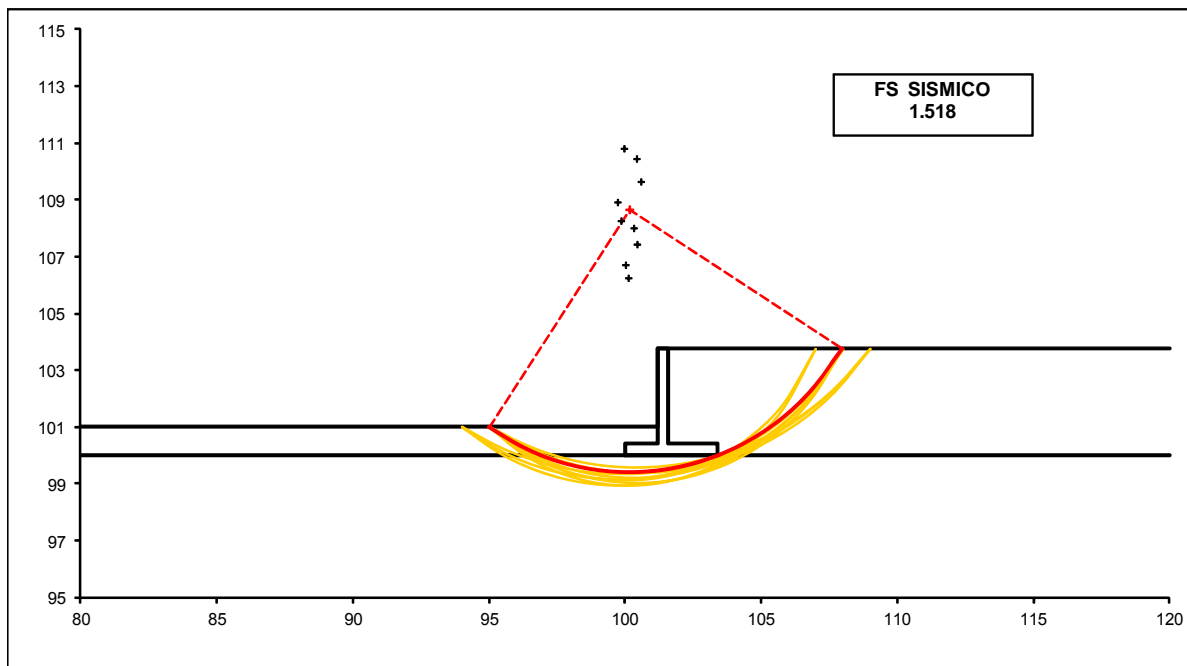
Condizione di Carico

SISMICA

superfici da disegnare

10

DISEGNO



Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	37 di 90

9.2 VERIFICHE STRUTTURALI

9.2.1 VERIFICHE SLU A PRESSO-FLESSIONE E TAGLIO

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

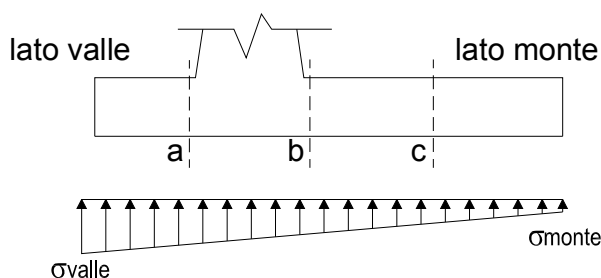
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 3.40 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.93 \quad (m^3)$$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	237.80	24.74	82.78	57.10
	237.80	24.74	82.78	57.10
sisma+	220.91	-14.30	57.55	72.39
	220.91	-14.30	57.55	72.39
sisma-	205.91	-9.82	55.47	65.66
	205.91	-9.82	55.47	65.66



Mensola Lato Valle

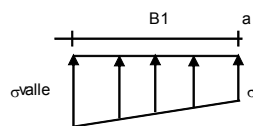
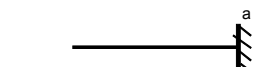
Peso Proprio. PP = 10.00 (kN/m)

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

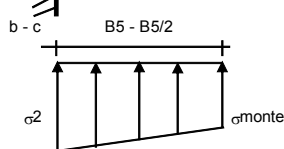
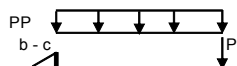
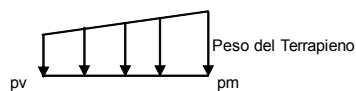
$$V_a = \sigma_1 \cdot B + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B / 2 - PP \cdot B \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a	V_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	82.78	73.72	50.23	81.90
	82.78	73.72	50.23	81.90
sisma+	57.55	62.79	35.22	60.28
	57.55	62.79	35.50	60.28
sisma-	55.47	59.06	33.87	56.62
	55.47	59.06	33.60	56.62

Peso Proprio



Stv+Stq



Mensola Lato Monte

PP = 10.00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	67.00	150.09	78.46	(kN/m ²)
pvb	67.00	150.09	78.46	(kN/m ²)
pvc	67.00	150.09	78.46	(kN/m ²)

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B_5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$

$$V_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B_5 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B_5 / 2 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B_5 / 2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B_5 / 2) + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2) / 2 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2) / 2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{monte}	σ_2b	M_b	V_b	σ_2c	M_c	V_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	57.10	70.70	-111.66	-71.78	63.90	-50.52	-63.05
	57.10	70.70	-246.26	-221.34	63.90	-84.17	-137.83
sisma+	72.39	64.54	-59.96	-44.80	68.47	-25.34	-32.72
	72.39	64.54	-79.23	-66.21	68.47	-30.16	-43.43
sisma-	65.66	60.26	-58.75	-43.46	62.96	-24.87	-32.23
	65.66	60.26	-76.61	-63.31	62.96	-29.34	-42.16

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	38 di 90

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad \text{o} \quad h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot kh$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$

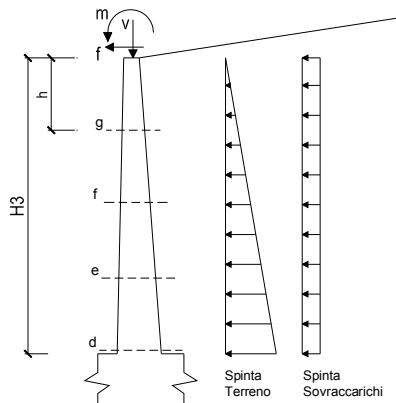
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz}}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a \text{ orizz}} \cdot q \cdot h$$

$$V_{\text{ext}} = f$$

$$V_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h [m]	Mt [kNm/m]	Mq [kNm/m]	Mext [kNm/m]	Mtot [kNm/m]	Next [kN/m]	Npp [kN/m]	Ntot [kN/m]
d-d	3.35	33.78	114.87	1.35	149.99	1.50	33.50	35.00
e-e	2.51	14.25	64.61	1.35	80.21	1.50	25.13	26.63
f-f	1.68	4.22	28.72	1.35	34.29	1.50	16.75	18.25
g-g	0.84	0.53	7.18	1.35	9.06	1.50	8.38	9.88

sezione	h [m]	Vt [kN/m]	Vq [kN/m]	Vext [kN/m]	Vtot [kN/m]
d-d	3.35	30.25	68.58	0.00	98.83
e-e	2.51	17.02	51.43	0.00	68.45
f-f	1.68	7.56	34.29	0.00	41.85
g-g	0.84	1.89	17.14	0.00	19.03

condizione sismica +

sezione	h [m]	Mt stat [kNm/m]	Mt sism [kNm/m]	Mq [kNm/m]	Mext [kNm/m]	Minerzia [kNm/m]	Mtot [kNm/m]	Next [kN/m]	Npp+inerzia [kN/m]	Ntot [kN/m]
d-d	3.35	25.02	9.41	34.37	1.00	4.25	74.05	1.50	34.77	36.27
e-e	2.51	10.56	3.97	19.33	1.00	2.39	37.25	1.50	26.08	27.58
f-f	1.68	3.13	1.18	8.59	1.00	1.06	14.96	1.50	17.38	18.88
g-g	0.84	0.39	0.15	2.15	1.00	0.27	3.95	1.50	8.69	10.19

sezione	h [m]	Vt stat [kN/m]	Vt sism [kN/m]	Vq [kN/m]	Vext [kN/m]	Vinerzia [kN/m]	Vtot [kN/m]
d-d	3.35	22.41	5.62	20.52	0.00	2.54	51.08
e-e	2.51	12.60	3.16	15.39	0.00	1.90	33.06
f-f	1.68	5.60	1.40	10.26	0.00	1.27	18.53
g-g	0.84	1.40	0.35	5.13	0.00	0.63	7.52

condizione sismica -

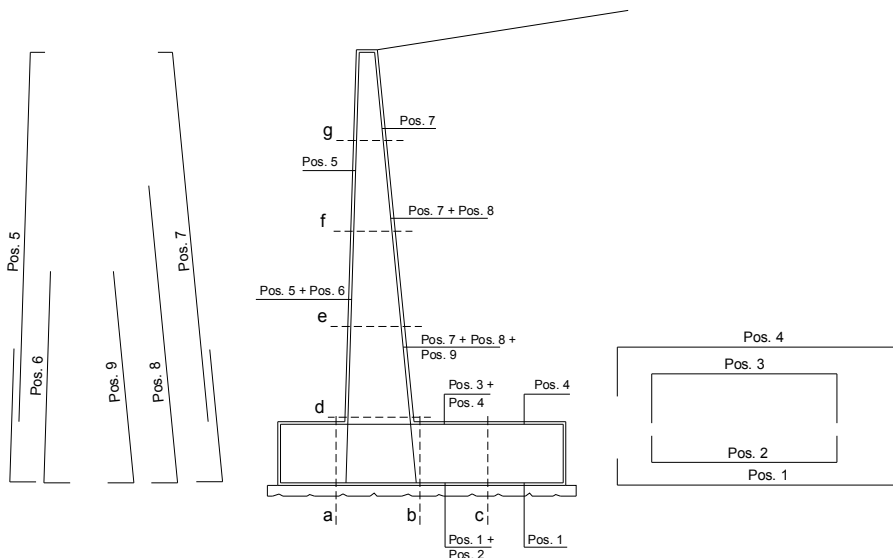
sezione	h [m]	Mt stat [kNm/m]	Mt sism [kNm/m]	Mq [kNm/m]	Mext [kNm/m]	Minerzia [kNm/m]	Mtot [kNm/m]	Next [kN/m]	Npp+inerzia [kN/m]	Ntot [kN/m]
d-d	3.35	25.02	6.38	34.83	1.00	4.25	71.48	1.50	32.23	33.73
e-e	2.51	10.56	2.69	19.59	1.00	2.39	36.23	1.50	24.17	25.67
f-f	1.68	3.13	0.80	8.71	1.00	1.06	14.70	1.50	16.12	17.62
g-g	0.84	0.39	0.10	2.18	1.00	0.27	3.93	1.50	8.06	9.56

sezione	h [m]	Vt stat [kN/m]	Vt sism [kN/m]	Vq [kN/m]	Vext [kN/m]	Vinerzia [kN/m]	Vtot [kN/m]
d-d	3.35	22.41	3.81	20.79	0.00	2.54	49.55
e-e	2.51	12.60	2.14	15.60	0.00	1.90	32.25
f-f	1.68	5.60	0.95	10.40	0.00	1.27	18.22
g-g	0.84	1.40	0.24	5.20	0.00	0.63	7.47

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	39 di 90

SCHEMA DELLE ARMATURE

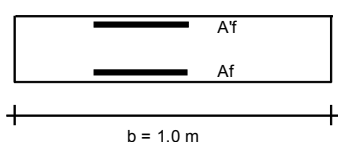


ARMATURE

pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	10.0	20		5	10.0	20	
2	0.0	0		6	0.0	0	
3	0.0	0	┌┐	7	10.0	20	┌┐
4	10.0	20		8	0.0	0	┌┐
				9	0.0	0	┌┐

Calcola

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-6-7-8-9
- f-f pos 5-7-8
- g-g pos 5-7

Sez.	M	N	h	Af	Af'	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	50.23	0.00	0.40	31.42	31.42	364.51
b - b	-246.26	0.00	0.40	31.42	31.42	364.51
c - c	-84.17	0.00	0.40	31.42	31.42	364.51
d - d	149.99	35.00	0.40	31.42	31.42	369.33
e - e	80.21	26.63	0.40	31.42	31.42	368.18
f - f	34.29	18.25	0.40	31.42	31.42	367.03
g - g	9.06	9.88	0.40	31.42	31.42	365.87

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}	σ staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	81.90	0.40	212.66	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio nor
b - b	221.34	0.40	212.66	10	20	20	21.8	584.31	Sezione verificata
c - c	137.83	0.40	212.66	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio nor
d - d	98.83	0.40	217.09	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio nor
e - e	68.45	0.40	216.03	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio nor
f - f	41.85	0.40	214.97	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio nor
g - g	19.03	0.40	213.91	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio nor

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	40 di 90

9.2.2 VERIFICHE A FESSURAZIONE

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

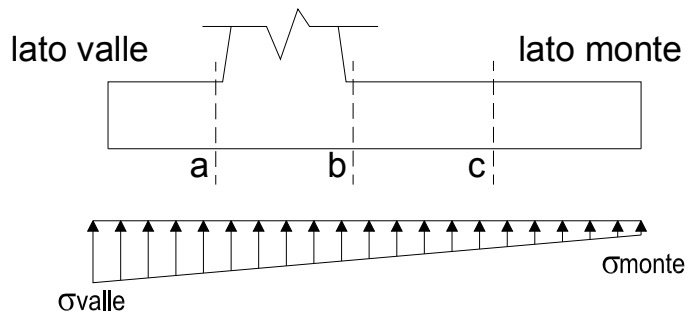
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 3.40 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.93 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
Freq.	223.97	-7.65	61.90	69.85
	223.97	-7.65	61.90	69.85
Q.P.	205.94	-57.44	30.76	90.38
	205.94	-57.44	30.76	90.38

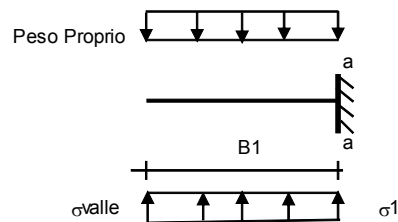


Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 10.00 (kN/m)

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	M_a [kNm]
Freq.	61.90	64.71	38.04
	61.90	64.71	38.04
Q.P.	30.76	51.80	20.00
	30.76	51.80	20.00



Mensola Lato Monte

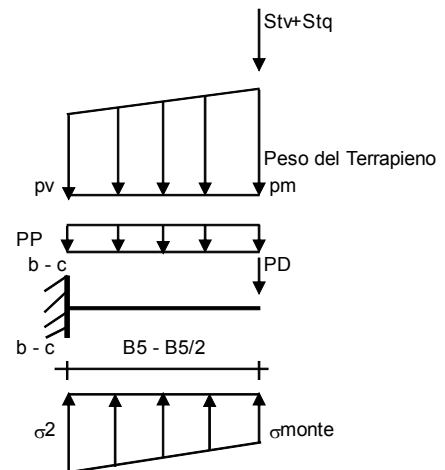
PP = 10.00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max	Freq	N max	QP	
pm	=	67.00	124.30	67.00	(kN/m ²)	
pvb	=	67.00	124.30	67.00	(kN/m ²)	
pvc	=	67.00	124.30	67.00	(kN/m ²)	

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (B - Bd / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (B/2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B/2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (B/2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B/2) \cdot PD \cdot (B/2 - Bd/2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_{2b} [kN/m ²]	M_b [kNm]	σ_{2c} [kN/m ²]	M_c [kNm]
Freq.	69.85	65.64	-75.73	67.74	-34.11
	69.85	65.64	-168.55	67.74	-57.32
Q.P.	90.38	58.82	-24.77	74.60	-11.41
	90.38	58.82	-24.77	74.60	-11.41



Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	41 di 90

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

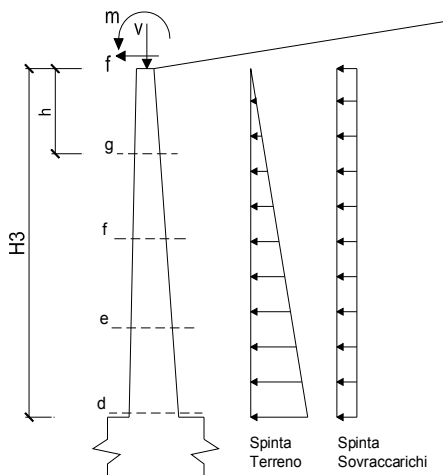
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_t = \frac{1}{2} K_{a,orizz} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a,orizz} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$N_{ext} = v$$



condizione Frequente

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.35	25.02	80.33	1.00	106.35	1.50	33.50	35.00
e-e	2.51	10.56	45.19	1.00	56.74	1.50	25.13	26.63
f-f	1.68	3.13	20.08	1.00	24.21	1.50	16.75	18.25
g-g	0.84	0.39	5.02	1.00	6.41	1.50	8.38	9.88

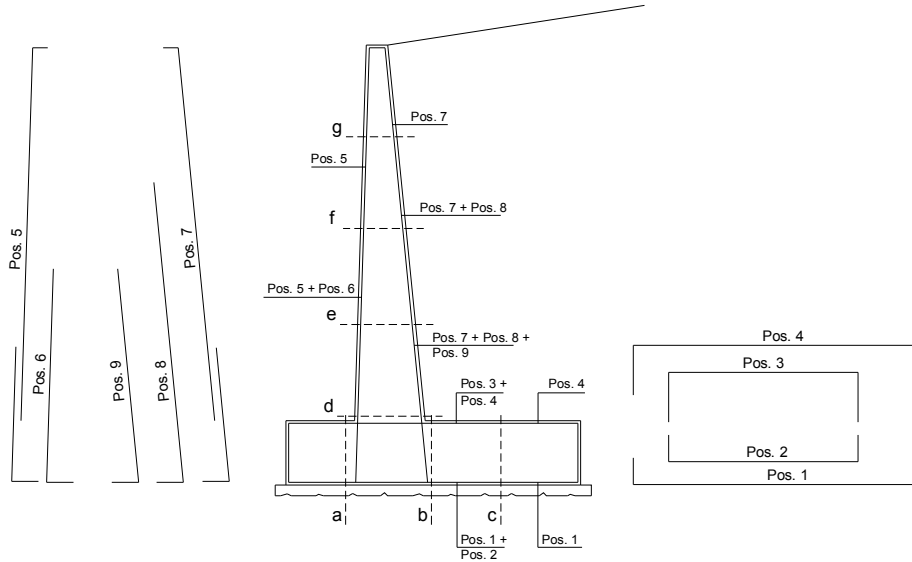
condizione Quasi Permanente

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.35	25.02	16.13	1.00	42.15	1.50	33.50	35.00
e-e	2.51	10.56	9.07	1.00	20.63	1.50	25.13	26.63
f-f	1.68	3.13	4.03	1.00	8.16	1.50	16.75	18.25
g-g	0.84	0.39	1.01	1.00	2.40	1.50	8.38	9.88

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	42 di 90

SCHEMA DELLE ARMATURE

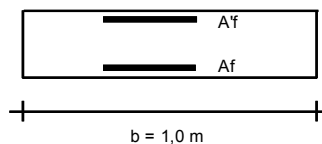


ARMATURE

pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	10.0	20	┌┐	5	10.0	20	┌┐
2	0.0	0		6	0.0	0	
3	0.0	0		7	10.0	20	
4	10.0	20		8	0.0	0	
				9	0.0	0	

Calcola

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-6-7-8-9
- f-f pos 5-7-8
- g-g pos 5-7

condizione Frequente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ ^c	σ ^f	w _k	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	38.04	0.00	0.40	31.42	31.42	1.56	41.53	0.033	0.200
b - b	-168.55	0.00	0.40	31.42	31.42	6.89	184.02	0.190	0.200
c - c	-57.32	0.00	0.40	31.42	31.42	2.34	62.58	0.050	0.200
d - d	106.35	35.00	0.40	31.42	31.42	4.40	110.70	0.094	0.200
e - e	56.74	26.63	0.40	31.42	31.42	2.36	57.85	0.045	0.200
f - f	24.21	18.25	0.40	31.42	31.42	1.01	23.63	0.018	0.200
g - g	6.41	9.88	0.40	31.42	31.42	0.27	5.51	0.004	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ ^c	σ ^f	w _k	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	20.00	0.00	0.40	31.42	31.42	0.82	21.83	0.017	0.200
b - b	-24.77	0.00	0.40	31.42	31.42	1.01	27.04	0.021	0.200
c - c	-11.41	0.00	0.40	31.42	31.42	0.47	12.46	0.010	0.200
d - d	42.15	35.00	0.40	31.42	31.42	1.77	40.68	0.032	0.200
e - e	20.63	26.63	0.40	31.42	31.42	0.88	18.48	0.014	0.200
f - f	8.16	18.25	0.40	31.42	31.42	0.35	6.19	0.005	0.200
g - g	2.40	9.88	0.40	31.42	31.42	0.11	1.22	0.001	0.200

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	43 di 90

9.2.3 VERIFICHE TENSIONALI

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

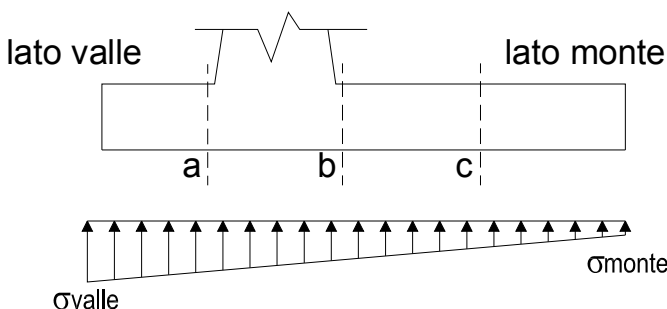
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 3.40 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.93 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	223.97	-7.65	61.90	69.85
	223.97	-7.65	61.90	69.85
sisma+	220.91	-14.30	57.55	72.39
	220.91	-14.30	57.55	72.39
sisma-	205.91	-9.82	55.47	65.66
	205.91	-9.82	55.47	65.66

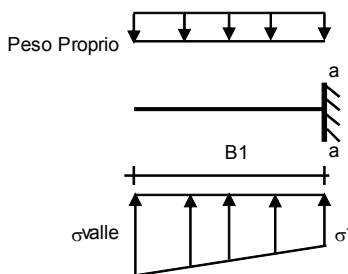


Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 10.00 (kN/m)

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]
statico	61.90	64.71	38.04
	61.90	64.71	38.04
sisma+	57.55	62.79	35.22
	57.55	62.79	35.22
sisma-	55.47	59.06	33.87
	55.47	59.06	33.87



Mensola Lato Monte

PP = 10.00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	= 67.00	124.30	78.46	(kN/m ²)
pvb	= 67.00	124.30	78.46	(kN/m ²)
pvc	= 67.00	124.30	78.46	(kN/m ²)

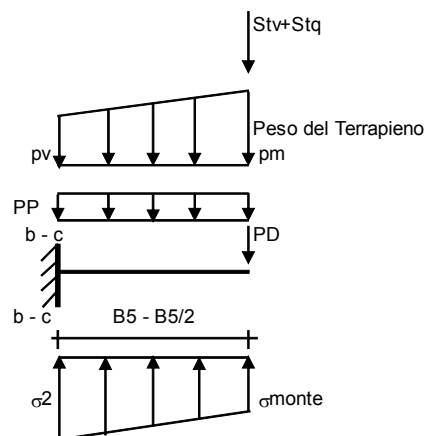
$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 +$$

$$-(Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + Msp + Sp \cdot H2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B5 / 2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2)^2 / 3 +$$

$$-(Stv + Sqv) \cdot (B5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + Msp + Sp \cdot H2 / 2$$

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	M_b	σ_{2c}	M_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN/m ²]	[kNm]
statico	69.85	65.64	-75.73	67.74	-34.11
	69.85	65.64	-168.55	67.74	-57.32
sisma+	72.39	64.54	-59.96	68.47	-25.34
	72.39	64.54	-79.23	68.47	-30.16
sisma-	65.66	60.26	-58.75	62.96	-24.87
	65.66	60.26	-76.61	62.96	-29.34



Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	44 di 90

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a_{orizz}}) \cdot h^2 \cdot h/2$$

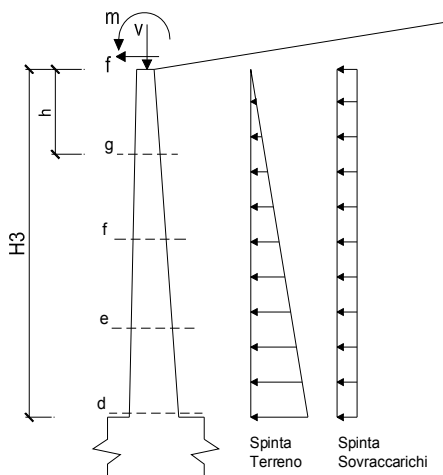
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$M_{inerzia} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot kh \quad (\text{solo con siti})$$

$$N_{ext} = v$$

$$N_{pp+inerzia} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.35	25.02	80.33	1.00	106.35	1.50	33.50	35.00
e-e	2.51	10.56	45.19	1.00	56.74	1.50	25.13	26.63
f-f	1.68	3.13	20.08	1.00	24.21	1.50	16.75	18.25
g-g	0.84	0.39	5.02	1.00	6.41	1.50	8.38	9.88

condizione sismica +

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.35	25.02	9.41	34.37	1.00	4.25	74.05	1.50	34.77	36.27
e-e	2.51	10.56	3.97	19.33	1.00	2.39	37.25	1.50	26.08	27.58
f-f	1.68	3.13	1.18	8.59	1.00	1.06	14.96	1.50	17.38	18.88
g-g	0.84	0.39	0.15	2.15	1.00	0.27	3.95	1.50	8.69	10.19

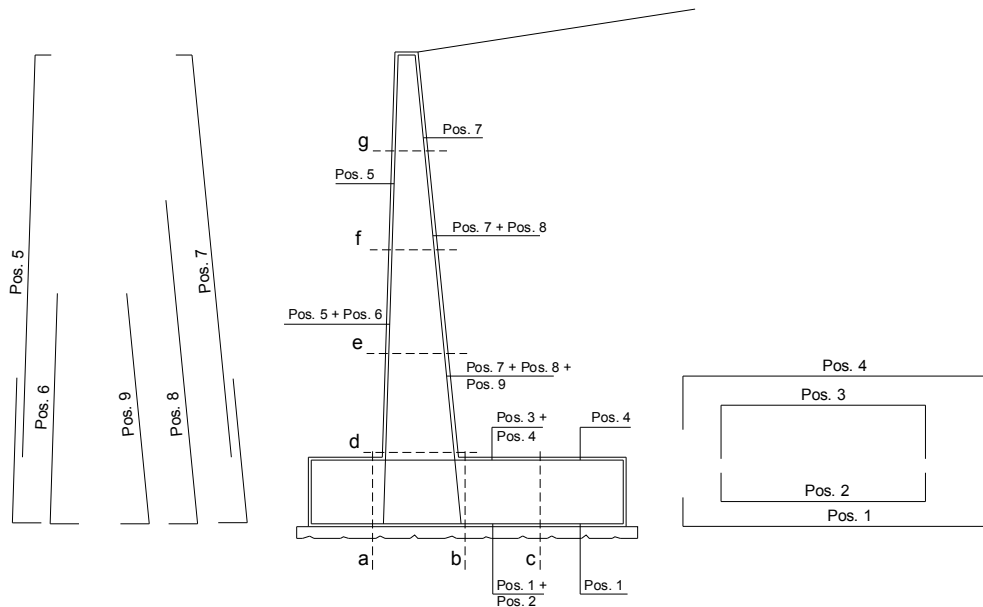
condizione sismica -

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.35	25.02	6.38	34.83	1.00	4.25	71.48	1.50	32.23	33.73
e-e	2.51	10.56	2.69	19.59	1.00	2.39	36.23	1.50	24.17	25.67
f-f	1.68	3.13	0.80	8.71	1.00	1.06	14.70	1.50	16.12	17.62
g-g	0.84	0.39	0.10	2.18	1.00	0.27	3.93	1.50	8.06	9.56

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	45 di 90

SCHEMA DELLE ARMATURE

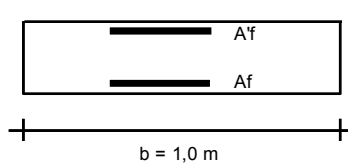


ARMATURE

pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	10.0	20		5	10.0	20	
2	0.0	0	┌┐	6	0.0	0	┌┐
3	0.0	0	┌┐	7	10.0	20	
4	10.0	20		8	0.0	0	┌┐
				9	0.0	0	┌┐

Calcola

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-6-7-8-9
- f-f pos 5-7-8
- g-g pos 5-7

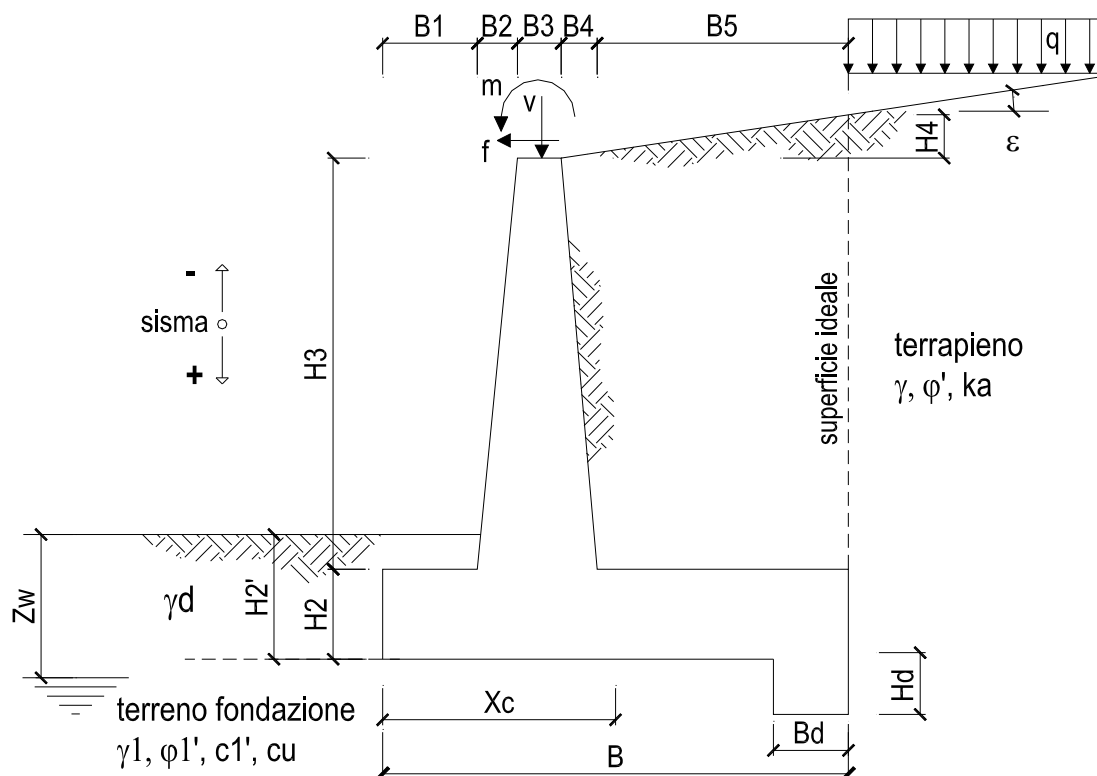
Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	Af'	σ ^c	σ ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	38.04	0.00	0.40	31.42	31.42	1.56	41.53
b - b	-168.55	0.00	0.40	31.42	31.42	6.89	184.02
c - c	-57.32	0.00	0.40	31.42	31.42	2.34	62.58
d - d	106.35	35.00	0.40	31.42	31.42	4.40	110.70
e - e	56.74	26.63	0.40	31.42	31.42	2.36	57.85
f - f	24.21	18.25	0.40	31.42	31.42	1.01	23.63
g - g	6.41	9.88	0.40	31.42	31.42	0.27	5.51

Condizione Sismica

Sez.	M	N	h	Af	Af'	σ ^c	σ ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	35.22	0.00	0.40	31.42	31.42	1.44	38.45
b - b	-79.23	0.00	0.40	31.42	31.42	3.24	86.50
c - c	-30.16	0.00	0.40	31.42	31.42	1.23	32.93
d - d	74.05	33.73	0.40	31.42	31.42	3.07	75.65
e - e	37.25	25.67	0.40	31.42	31.42	1.56	36.73
f - f	14.96	17.62	0.40	31.42	31.42	0.63	13.65
g - g	3.95	9.56	0.40	31.42	31.42	0.17	2.90

10 MURO TIPO CONCIO 4



OPERA Esempio

DATI DI PROGETTO:

Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	2.58	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	2.90	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0.40	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	0.90	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	1.60	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	1.45	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>47 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	47 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	47 di 90								

		valori caratteristici		valori di progetto	
		SLE - sisma		STR/GEO	EQU
Carichi permanenti	Sovraccarico permanente (kN/m ²)	qp	14.40	19.44	21.60
	Sovraccarico su zattera di monte <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no				
	Forza Orizzontale in Testa permanente (kN/m)	fp	0.00	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa permanente (kN/m)	vp	1.50	1.50	1.35
Condizioni Statiche	Momento in Testa permanente (kNm/m)	mp	1.00	1.35	1.10
	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche (kN/m ²)	q	57.30	83.09	83.09
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche (kN/m)	f	0.00	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche (kN/m)	v	0.00	0.00	0.00
	Momento in Testa accidentale in condizioni statiche (kNm/m)	m	0.00	0.00	0.00
Coefficients di combinazione condizione rara $\psi 1$		1.00	condizione quasi permanente $\psi 2$		0.00
Condizioni Sismiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche (kN/m ²)	qs	11.46		
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni sismiche (kN/m)	fs	0.00		
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni sismiche (kN/m)	vs	0.00		
	Momento in Testa accidentale in condizioni sismiche (kNm/m)	ms	0.00		

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

Calcestruzzo

classe cls	C28/35	
Rck	35	(MPa)
fck	28	(MPa)
fc _m	36	(MPa)
Ec	32308	(MPa)
α_{cc}	0.85	
γ_c	1.50	
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	15.87	(MPa)
$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	2.77	(MPa)

Tensioni limite (tensioni ammissibili)

condizioni statiche		
σ_c	11.2	Mpa
σ_t	337.5	Mpa

condizioni sismiche		
σ_c	11	Mpa
σ_t	260	Mpa

Valore limite di apertura delle fessure

Frequente	w1	0.2	mm
Quasi Permanente	w1	0.2	mm

Acciaio

tipo di acciaio	B450C	
f _{yk}	=	450 (MPa)
γ_s	=	1.15
f _{yd} = f _{yk} / γ_s / γ_E	=	391.30 (MPa)
E _s	=	210000 (MPa)
ϵ_{ys}	=	0.19%

coefficiente omogeneizzazione acciaio n = 15

Copriferro (distanza asse armatura-bordo)

c = 6.20 (cm)

Copriferro minimo di normativa (ricoprimento armatura)

c_{min} = 4.00 (cm)

Interfero tra I e II strato

i_{I-II} = 5.00 (cm)

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>48 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	48 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	48 di 90								

10.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

Combinazioni coefficienti parziali di verifica

SLU	Approccio 1	comb. 1	A1+M1+R1 EQU+M2	<input type="radio"/>
		comb. 2	A2+M2+R2 EQU+M2	<input checked="" type="radio"/>
	Approccio 2		A1+M1+R3 EQU+M2	<input type="radio"/>
	SLE (DM88)			<input type="radio"/>
altro			<input type="radio"/>	

Coefficienti di sicurezza

	<u>Scorrimento</u>	<u>Ribaltamento</u>	<u>Carico limite</u>
Statico	1.18	2.23	2.68
Sismico	1.23	2.54	3.20

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVOOpere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	49 di 90

FORZE VERTICALI

		SLE	STR/GEO	EQU
- Peso del Muro (Pm)				
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	25.80	23.22
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	29.00	26.10
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m)	54.80	49.32

- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)				
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma)$	(kN/m)	82.56	74.30
Pt2 =	$(0.5 \cdot (B4+B5) \cdot H4 \cdot \gamma)$	(kN/m)	0.00	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma)/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Sovr =	$qp \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0.00	0.00
Pt =	Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr	(kN/m)	82.56	74.30

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$qs \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	0

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

		SLE	STR/GEO	EQU
- Muro (Mm)				
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1+2/3 B2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1+B2+0.5 \cdot B3)$	(kNm/m)	28.38	25.54
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1+B2+B3+1/3 B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	42.05	37.85
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	(kNm/m)	70.43	63.39

- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro				
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1+B2+B3+B4+0.5 \cdot B5)$	(kNm/m)	173.38	156.04
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Msov =	$Sovr \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mt =	Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msov	(kNm/m)	173.38	156.04

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$qs \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	0

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)				
Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)	4.15	
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)	2.08	

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)				
Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)	6.25	
Ptsh =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)	3.13	

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)				
MPs1 h =	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2+H3/3)$	(kNm/m)	0.00	
MPs2 h =	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	3.30	
MPs3 h =	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2+H3/3)$	(kNm/m)	0.00	
MPs4 h =	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)	0.44	
MPs5 h =	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)	0.00	
MPs h =	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	3.74	

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)				
MPs1 v =	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1+2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0.00	
MPs2 v =	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1+B2+B3/2)$	(kNm/m)	1.08	
MPs3 v =	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1+B2+B3+B4/3)$	(kNm/m)	0.00	
MPs4 v =	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	1.59	
MPs5 v =	$kv \cdot Pm5 \cdot (B-Bd/2)$	(kNm/m)	0.00	
MPs v =	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	2.67	

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)				
MPts1 h =	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	10.57	
MPts2 h =	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)	0.00	
MPts3 h =	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2+H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	0.00	
MPts h =	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	10.57	

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)				
MPts1 v =	$kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	6.57	
MPts2 v =	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00	
MPts3 v =	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2+H3 \cdot 2/3) - (B1+B2+B3+2/3 \cdot B4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00	
MPts v =	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	6.57	

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	50 di 90

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m) 19.23	24.50	26.95
Sq perm =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 9.29	11.84	17.76
Sq acc =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 36.98	58.88	68.30

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 17.73	23.13	25.45
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 8.57	11.18	16.77
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 34.09	55.60	64.50

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 7.45	8.06	8.86
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 3.60	3.89	5.84
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 14.33	19.37	22.47

- Spinta passiva sul dente

Sp =	$\frac{1}{2} \cdot g1 \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
------	--	-------------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m) 17.61	22.98	25.28
MSt2 =	$Stv \cdot B$	(kNm/m) 21.61	23.37	25.71
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 12.77	16.66	24.99
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 50.80	82.85	96.11
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 10.44	11.29	16.94
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 41.56	56.17	65.15
MSp =	$\gamma1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + m$	(kNm/m) 1.00	1.00	1.10
Mfext2 =	$(fp + f) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
Mfext3 =	$(vp + v) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m) 1.65	1.65	1.49

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)

N =	$Pm + Pt + v + Stv + Sqv \text{ perm} + Sqv \text{ acc}$	170.18	(kN/m)	
-----	--	--------	--------	--

Risultante forze orizzontali (T)

T =	$Sth + Squ + f$	89.92	(kN/m)	
-----	-----------------	-------	--------	--

Coefficiente di attrito alla base (f)

f =	$\tan \phi1'$	0.63	(-)	
-----	---------------	------	-----	--

Fs scorr.	(N*f + Sp) / T	1.18	>	1
------------------	-----------------------	-------------	-------------	----------

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (EQU)

Momento stabilizzante (Ms)

Ms =	$Mm + Mt + Mfext3$	328.71	(kNm/m)	
------	--------------------	--------	---------	--

Momento ribaltante (Mr)

Mr =	$MSt + MSq + Mfext1 + Mfext2 + MSp$	147.47	(kNm/m)	
------	-------------------------------------	--------	---------	--

Fs ribaltamento	Ms / Mr	2.23	>	1
------------------------	----------------	-------------	-------------	----------

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>51 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	51 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	51 di 90								

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)	Nmin	Nmax [*]	
$N = P_m + P_t + v + St_v + S_{q_v} (+ Sovr\ acc)$	170.18	170.18	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)			
$T = S_{th} + S_{qh} + f - Sp$	89.92	89.92	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
$MM = \Sigma M$	212.80	212.80	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)			
$M = X_c \cdot N - MM$	33.96	33.96	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c'ic + q_0'N_q'iq + 0,5'\gamma_1'B'N_\gamma'i_\gamma$$

$c'1'$	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kPa)
$\phi'1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	32.01		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	20.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma'd'H_2'$	sovraccarico stabilizzante	20.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.20	0.20	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.50	2.50	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = tg^2(45 + \phi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot tg(\phi'))}$	(1 in cond. nd)	23.19		(-)
$N_c = (N_q - 1)/tg(\phi')$	($2 + \pi$ in cond. nd)	35.51		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tg(\phi')$	(0 in cond. nd)	30.24		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T/(N + B \cdot c' \cotg(\phi')))^m$	(1 in cond. nd)	0.22	0.22	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$		0.19	0.19	(-)
$i_\gamma = (1 - T/(N + B \cdot c' \cotg(\phi')))^{m+1}$		0.10	0.10	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	182.54	182.54	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = $q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	2.68	>	1
		Nmax	2.68	>	

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVOOpere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	52 di 90

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	21.12	27.28	27.28
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	4.29	5.01	5.01
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	11.83	15.03	15.03
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	9.42	11.96	11.96

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	21.12	27.28	27.28
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	4.29	5.01	5.01
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	11.83	15.03	15.03
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	9.42	11.96	11.96

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	20.98	27.10	27.10
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	6.39	7.46	7.46
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	31.66	40.22	40.22
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp+ms$	(kNm/m)		1.00	
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)		0.00	
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)		1.65	

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv$	144.06	(kN/m)	
---	--------	--------	--

Risultante forze orizzontali (T)

$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh$	69.69	(kN/m)	
---	-------	--------	--

Coefficiente di attrito alla base (f)

$f = \tan \phi_1'$	0.63	(-)	
--------------------	------	-----	--

$$F_s = (N \cdot f + Sp) / T \quad \mathbf{1.29} \quad > \quad \mathbf{1}$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$Ms = Mm + Mt + Mfext3$	245.46	(kNm/m)	
-------------------------	--------	---------	--

Momento ribaltante (Mr)

$Mr = MSst + MSsq + Mfext1 + Mfext2 + MSp + MP_s + Mpt_s$	80.86	(kNm/m)	
---	-------	---------	--

$$Fr = Ms / Mr \quad \mathbf{3.04} \quad > \quad \mathbf{1}$$

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>53 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	53 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	53 di 90								

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)	Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (S_{ovr} acc)$	144.06	144.06	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)	69.69		(kN/m)
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$			
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)	164.60	164.60	(kNm/m)
$MM = \sum M$			
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)	44.30	44.30	(kNm/m)
$M = X_c \cdot N - MM$			

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

$c' =$	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kN/mq)
$\phi_1' =$	angolo di attrito terreno di fondaz.	32.01		(°)
$\gamma_1 =$	peso unità di volume terreno fondaz.	20.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d H_2'$	sovraccarico stabilizzante	20.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.31	0.31	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.29	2.29	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) e^{(\pi \tan \phi')}$	(1 in cond. nd)	23.19		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi'$	(2+ π in cond. nd)	35.51		(-)
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$	(0 in cond. nd)	30.24		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^m$	(1 in cond. nd)	0.27	0.27	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.23	0.23	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^{m+1}$		0.14	0.14	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	218.73	218.73	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	3.47	>	1
		Nmax	3.47	>	

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>54 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	54 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	54 di 90								

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

	SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$ (kN/m)	21.12	27.28	27.28
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^- \cdot Sst1\ stat$ (kN/m)	2.71	2.96	2.96
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$ (kN/m)	11.97	15.19	15.19
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$ (kN/m)	9.53	12.09	12.09

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = $Sst1\ stat \cdot \cos \delta$ (kN/m)	21.12	27.28	27.28
Sst1h sism = $Sst1\ sism \cdot \cos \delta$ (kN/m)	2.71	2.96	2.96
Ssq1h perm = $Ssq1\ perm \cdot \cos \delta$ (kN/m)	11.97	15.19	15.19
Ssq1h acc = $Ssq1\ acc \cdot \cos \delta$ (kN/m)	9.53	12.09	12.09

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = $Sst1\ stat \cdot \sin \delta$ (kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = $Sst1\ sism \cdot \sin \delta$ (kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = $Ssq1\ perm \cdot \sin \delta$ (kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1\ acc \cdot \sin \delta$ (kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^- + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot kps^- \cdot H2) \cdot Hd$ (kN/m)	0.00	0.00	0.00
---	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

	SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = $Sst1h\ stat \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$ (kNm/m)	20.98	27.10	27.10
MSst1 sism = $Sst1h\ sism \cdot ((H2+H3+H4+hd)/2-Hd)$ (kNm/m)	4.03	4.41	4.41
MSst2 stat = $Sst1v\ stat \cdot B$ (kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = $Sst1v\ sism \cdot B$ (kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+hd)/2-Hd)$ (kNm/m)	32.03	40.64	40.64
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$ (kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$ (kNm/m)	0.00	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp+ms$ (kNm/m)	1.00
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$ (kNm/m)	0.00
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$ (kNm/m)	1.65

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps\ v + Ptsv$	133.66	(kN/m)
--	--------	--------

Risultante forze orizzontali (T)

$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps\ h + Ptsh$	67.92	(kN/m)
--	-------	--------

Coefficiente di attrito alla base (f)

$f = \tan \phi_1'$	0.63	(-)
--------------------	------	-----

Fs = $(N \cdot f + Sp) / T$	1.23	>	1
---	-------------	-------------	----------

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$Ms = Mm + Mt + Mfext3$	245.46	(kNm/m)
-------------------------	--------	---------

Momento ribaltante (Mr)

$Mr = MSst + MSsq + Mfext1 + Mfext2 + MSp + MP_s + Mpt_s$	96.70	(kNm/m)
---	-------	---------

Fr = Ms / Mr	2.54	>	1
----------------------------------	-------------	-------------	----------

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>55 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	55 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	55 di 90								

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	133.66	133.66	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$	67.92		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	148.76	148.76	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c \cdot N - MM$	45.05	45.05	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kN/mq)
$\phi 1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	32.01		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	20.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d H^2$	sovraccarico stabilizzante	20.00		(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità	0.34	0.34	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	2.23	2.23	(m)

I valori di Nc, Nq e Ng sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) e^{(\pi \tan \phi')}$	(1 in cond. nd)	23.19		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi'$	(2+ π in cond. nd)	35.51		(-)
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$	(0 in cond. nd)	30.24		(-)

I valori di ic, iq e i γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B' c' \cot \phi'))^m$	(1 in cond. nd)	0.24	0.24	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.21	0.21	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B' c' \cot \phi'))^{m+1}$		0.12	0.12	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q _{lim}	(carico limite unitario)	192.29	192.29	(kN/m ²)
------------------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = q_{lim} * B* / N	Nmin	3.20	>	1
		Nmax	3.20	>	

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>56 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	56 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	56 di 90								

10.1.1 VERIFICA SLD

Le verifiche allo stato limite di danno (SLD) da effettuare sull'opera in esame, vengono condotte valutando gli spostamenti indotti sull'opera da un sisma con tempo di ritorno $T_R = 112.5$ anni, corrispondente alla probabilità di superamento del 63% nella vita di riferimento dell'opera $V_R = 112.5$ anni.

La stima degli spostamenti indotti dal sisma viene effettuata attraverso la formula di Rampello:

$$d = (S_S \cdot S_T \cdot B) \cdot e^{A(a_c / a_{max})}$$

essendo:

B e A due coefficienti che sono funzione del valore di a_g (accelerazione massima orizzontale attesa al sito) e della categoria di sottosuolo sul quale l'opera poggia (RFI DTC INC CS SP IFS 001 A par. 4.4):

Sottosuolo	Cat. A		Cat. B		Cat. C, D, E	
	A	B	A	B	A	B
a_{max}/g						
0.3 – 0.4	-7.5	1.21	-7.9	1.06	-7.4	0.56
0.2 – 0.3	-7.42	1.28	-7.79	1.11	-7.54	0.58
0.1 – 0.2	-7.48	0.65	-7.86	0.73	-8.05	0.86
≤ 0.1	-7.87	0.28	-7.86	0.3	-8.07	0.44

a_c il valore dell'accelerazione critica, ossia quel valore dell'accelerazione del suolo in corrispondenza del quale si manifestano i primi spostamenti relativi permanenti tra terreno e muro. Si determina imponendo pari all'unità il rapporto R_d/E_d nella verifica a scorrimento.

Nel caso in esame si ha:

Muro tipo concio 4:

$H = 2.53$ m; $A = -8.05$; $B = 0.86$; $a_c = 0.41g$; $a_{max} = 0.106g$ (SLD)

$\delta = 2.8 \cdot 10^{-14}$ mm

Essendo δ minore del valore massimo (20 mm) ammesso dalla specifica RFI DTC INC CS SP IFS 001 A, la verifica risulta soddisfatta.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>57 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	57 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	57 di 90								

10.1.2 VERIFICA STABILITÀ GLOBALE

	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]	Descrizione
materiale 1	20	32.01	0	terrapieno
materiale 2	20	32.01	0	fondazione
materiale 3	0	0	0	
materiale 4	0	0	0	

peso specifico acqua 10 [kN/m³]

azioni sismiche a_g/g 0.204 (-) S_s 1.2 k_h 0.0685 (-)

β_s 0.28 S_T 1 k_v 0.0343 (-)

x muro 100 (m) y muro 100 (m)

p.c. valle		p.c. monte		superficie 1		superficie 2		superficie 3		falda				
materiale 1		materiale 1		materiale 2		materiale 4		materiale 2		falda				
	x	y		x	y		x	y		x	y			
0	100.000	101.000	0	102.000	102.980	0	80.000	100.000	0			0	80.000	90.000
1	80.000	101.000	1	120.000	102.980	1	120.000	100.000	1			1	120.000	90.000
2			2			2			2			2		
3			3			3			3			3		
4			4			4			4			4		
5			5			5			5			5		
6			6			6			6			6		
7			7			7			7			7		
8			8			8			8			8		
9			9			9			9			9		
10			10			10			10			10		

Sovraccarichi

	X_{in}	Q_{in}	X_{fin}	Q_{fin}	% sisma
sovraccarico 1 <input checked="" type="checkbox"/>	102.9	14.4	120	14.4	100%
sovraccarico 2 <input checked="" type="checkbox"/>	102.9	71.625	120	71.625	20%

Limiti ricerca superfici

Xa 80	Xc 105	alfa min 40	# superfici massimo 2816
Xb 95	Xd 120	alfa max 70	
n1 15	n2 15	n alfa 10	

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	58 di 90

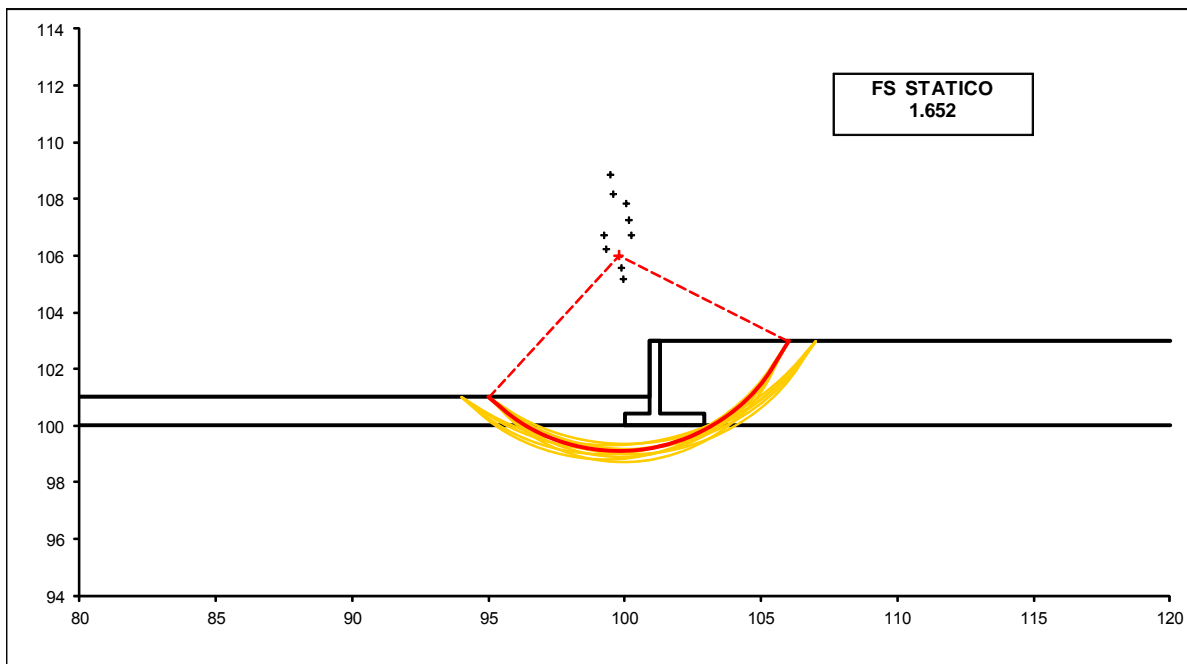
Condizione di Carico

STATICA

superfici da disegnare

10

DISEGNO



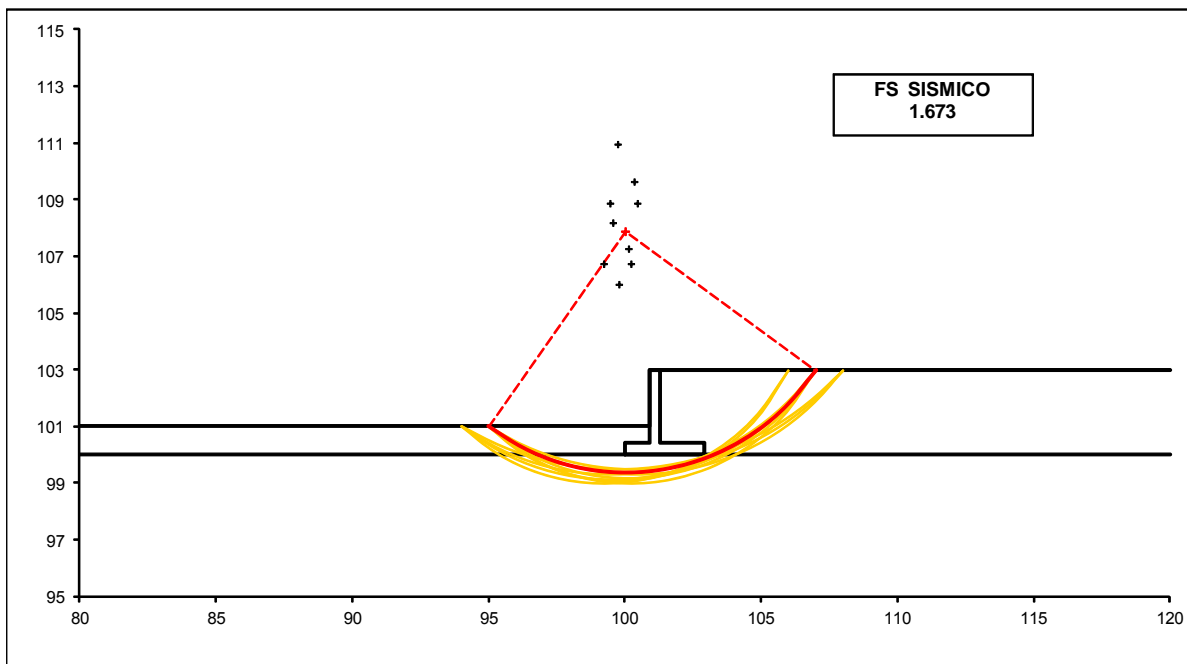
Condizione di Carico

SISMICA

superfici da disegnare

10

DISEGNO



Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	59 di 90

10.2 VERIFICHE STRUTTURALI

10.2.1 VERIFICHE SLU A PRESSO-FLESSIONE E TAGLIO

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

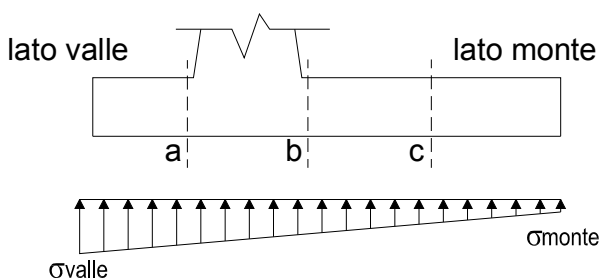
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 2.90 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.40 \quad (m^3)$$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	174.57	20.14	74.56	45.83
	174.57	20.14	74.56	45.83
sisma+	160.91	-4.00	52.63	58.34
	160.91	-4.00	52.63	58.34
sisma-	150.05	-1.57	50.63	52.86
	150.05	-1.57	50.63	52.86



Mensola Lato Valle

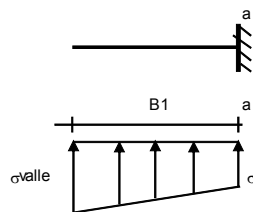
Peso Proprio. PP = 10.00 (kN/m)

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_a = \sigma_1 \cdot B + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B / 2 - PP \cdot B \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a	V_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	74.56	65.64	24.94	54.09
	74.56	65.64	24.94	54.09
sisma+	52.63	54.40	17.35	38.74
	52.63	54.40	17.51	38.74
sisma-	50.63	51.32	16.70	36.50
	50.63	51.32	16.55	36.50

Peso Proprio



Mensola Lato Monte

PP = 10.00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

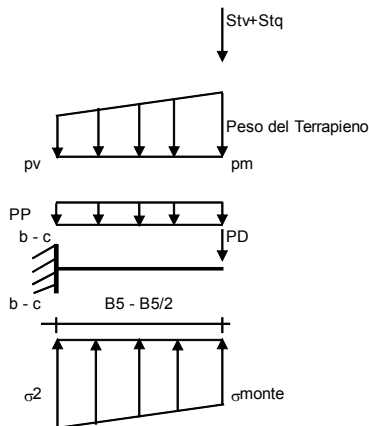
	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	51.60	134.69	63.06	(kN/m ²)
pvb	51.60	134.69	63.06	(kN/m ²)
pvc	51.60	134.69	63.06	(kN/m ²)

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 - (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B/2 - Bd/2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2/2) + M_{sp} + Sp \cdot H2/2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B/2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B/2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B/2)^2 / 3 - (Stv + Sqv) \cdot (B/2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B/2 - Bd/2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2/2) + M_{sp} + Sp \cdot H2/2$$

$$V_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B/2 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B/2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B/2) + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B/2) / 2 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B/2) / 2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$



caso	σ_{monte}	σ_{2b}	M_b	V_b	σ_{2c}	M_c	V_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	45.83	61.68	-70.55	-48.26	53.75	-32.77	-45.15
	45.83	61.68	-176.90	-181.19	53.75	-59.35	-111.62
sisma+	58.34	55.19	-35.46	-28.32	56.77	-15.44	-21.95
	58.34	55.19	-50.68	-47.35	56.77	-19.24	-31.47
sisma-	52.86	51.63	-34.96	-27.63	52.24	-15.23	-21.77
	52.86	51.63	-49.07	-45.28	52.24	-18.76	-30.59

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	60 di 90

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad \text{o} \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot kh$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$

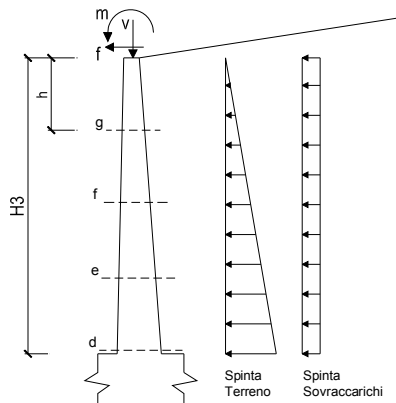
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h$$

$$V_{\text{ext}} = f$$

$$V_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h [m]	Mt [kNm/m]	Mq [kNm/m]	Mext [kNm/m]	Mtot [kNm/m]	Next [kN/m]	Npp [kN/m]	Ntot [kN/m]
d-d	2.58	15.43	68.13	1.35	84.91	1.50	25.80	27.30
e-e	1.94	6.51	38.32	1.35	46.18	1.50	19.35	20.85
f-f	1.29	1.93	17.03	1.35	20.31	1.50	12.90	14.40
g-g	0.65	0.24	4.26	1.35	5.85	1.50	6.45	7.95

sezione	h [m]	Vt [kN/m]	Vq [kN/m]	Vext [kN/m]	Vtot [kN/m]
d-d	2.58	17.94	52.81	0.00	70.76
e-e	1.94	10.09	39.61	0.00	49.70
f-f	1.29	4.49	26.41	0.00	30.89
g-g	0.65	1.12	13.20	0.00	14.32

condizione sismica +

sezione	h [m]	Mt stat [kNm/m]	Mt sism [kNm/m]	Mq [kNm/m]	Mext [kNm/m]	Minerzia [kNm/m]	Mtot [kNm/m]	Next [kN/m]	Npp+inerzia [kN/m]	Ntot [kN/m]
d-d	2.58	11.43	4.30	20.39	1.00	2.52	39.64	1.50	26.78	28.28
e-e	1.94	4.82	1.81	11.47	1.00	1.42	20.52	1.50	20.08	21.58
f-f	1.29	1.43	0.54	5.10	1.00	0.63	8.69	1.50	13.39	14.89
g-g	0.65	0.18	0.07	1.27	1.00	0.16	2.68	1.50	6.69	8.19

sezione	h [m]	Vt stat [kN/m]	Vt sism [kN/m]	Vq [kN/m]	Vext [kN/m]	Vinerzia [kN/m]	Vtot [kN/m]
d-d	2.58	13.29	3.33	20.66	0.00	1.95	34.38
e-e	1.94	7.48	1.87	11.85	0.00	1.47	22.67
f-f	1.29	3.32	0.83	7.90	0.00	0.98	13.03
g-g	0.65	0.83	0.21	3.95	0.00	0.49	5.48

condizione sismica -

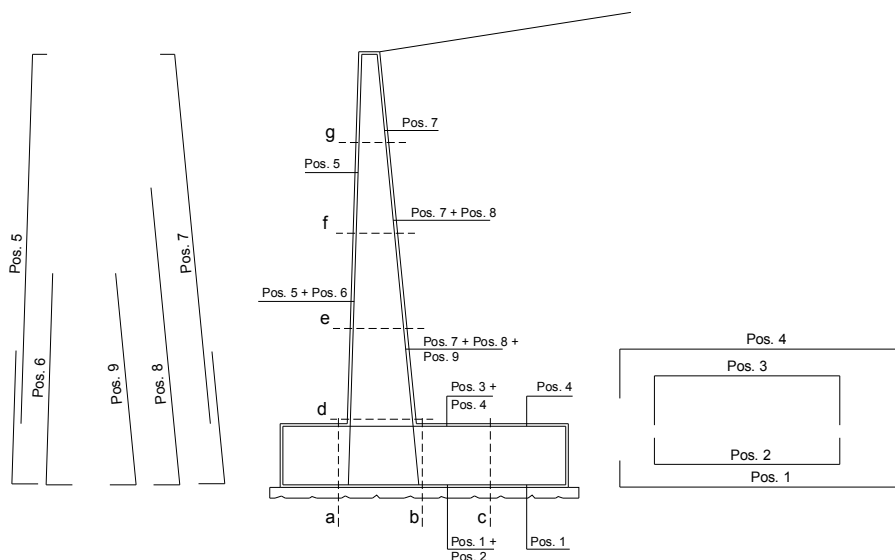
sezione	h [m]	Mt stat [kNm/m]	Mt sism [kNm/m]	Mq [kNm/m]	Mext [kNm/m]	Minerzia [kNm/m]	Mtot [kNm/m]	Next [kN/m]	Npp+inerzia [kN/m]	Ntot [kN/m]
d-d	2.58	11.43	2.91	20.66	1.00	2.52	38.52	1.50	24.82	26.32
e-e	1.94	4.82	1.23	11.62	1.00	1.42	20.09	1.50	18.62	20.12
f-f	1.29	1.43	0.36	5.16	1.00	0.63	8.59	1.50	12.41	13.91
g-g	0.65	0.18	0.05	1.29	1.00	0.16	2.67	1.50	6.21	7.71

sezione	h [m]	Vt stat [kN/m]	Vt sism [kN/m]	Vq [kN/m]	Vext [kN/m]	Vinerzia [kN/m]	Vtot [kN/m]
d-d	2.58	13.29	2.26	16.02	0.00	1.95	33.52
e-e	1.94	7.48	1.27	12.01	0.00	1.47	22.22
f-f	1.29	3.32	0.56	8.01	0.00	0.98	12.87
g-g	0.65	0.83	0.14	4.00	0.00	0.49	5.46

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	61 di 90

SCHEMA DELLE ARMATURE

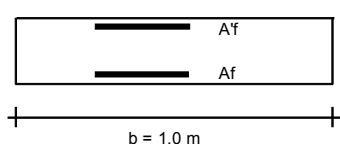


ARMATURE

pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	10.0	20		5	5.0	20	
2	0.0	0		6	0.0	0	
3	0.0	0		7	5.0	20	
4	10.0	20		8	0.0	0	
				9	0.0	0	

Calcola

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-6-7-8-9
- f-f pos 5-7-8
- g-g pos 5-7

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	24.94	0.00	0.40	31.42	31.42	364.51
b - b	-176.90	0.00	0.40	31.42	31.42	364.51
c - c	-59.35	0.00	0.40	31.42	31.42	364.51
d - d	84.91	27.30	0.40	15.71	15.71	197.79
e - e	46.18	20.85	0.40	15.71	15.71	196.87
f - f	20.31	14.40	0.40	15.71	15.71	195.95
g - g	5.85	7.95	0.40	15.71	15.71	195.03

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{Rd}	σ staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	54.09	0.40	212.66	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio non necessaria
b - b	181.19	0.40	212.66	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio non necessaria
c - c	111.62	0.40	212.66	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio non necessaria
d - d	70.76	0.40	172.25	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio non necessaria
e - e	49.70	0.40	171.43	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio non necessaria
f - f	30.89	0.40	170.61	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio non necessaria
g - g	14.32	0.40	169.79	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio non necessaria

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	62 di 90

10.2.2 VERIFICHE A FESSURAZIONE

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

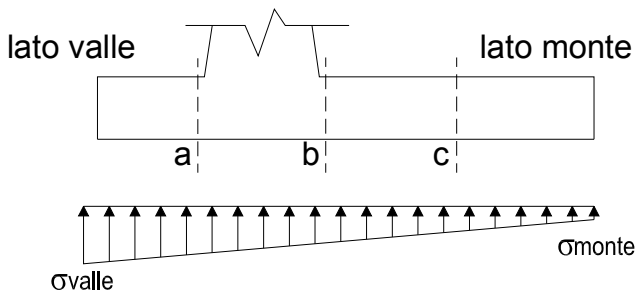
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 2.90 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.40 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
Freq.	164.25	1.26	57.53	55.74
	164.25	1.26	57.53	55.74
Q.P.	149.92	-28.76	31.18	72.21
	149.92	-28.76	31.18	72.21

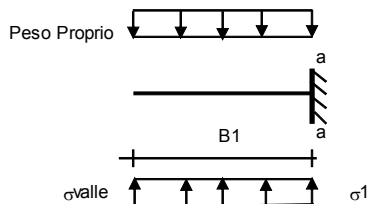


Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 10.00 (kN/m)

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]
Freq.	57.53	56.98	19.18
	57.53	56.98	19.18
Q.P.	31.18	43.91	10.30
	31.18	43.91	10.30



Mensola Lato Monte

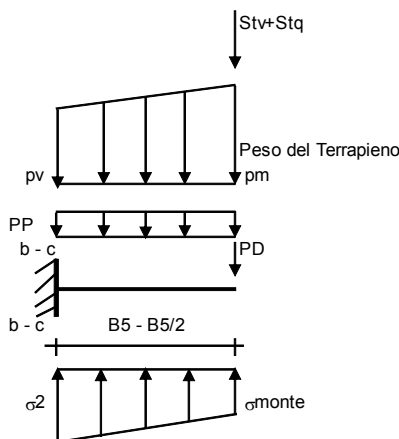
PP = 10.00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max Freq	N max QP	
pm	51.60	108.90	51.60	(kN/m ²)
pvb	51.60	108.90	51.60	(kN/m ²)
pvc	51.60	108.90	51.60	(kN/m ²)

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (B - Bd / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (B/2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B/2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (B/2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B/2) \cdot PD \cdot (B/2 - Bd / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	M_b	σ_{2c}	M_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN/m ²]	[kNm]
Freq.	55.74	56.73	-47.70	56.23	-22.13
	55.74	56.73	-121.04	56.23	-40.47
Q.P.	72.21	49.57	-13.76	60.89	-6.66
	72.21	49.57	-13.76	60.89	-6.66



Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	63 di 90

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

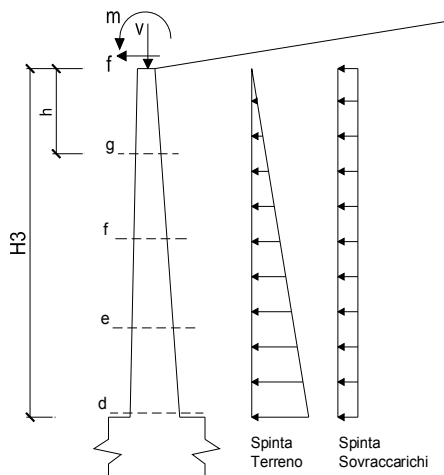
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_t = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h / 3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$N_{ext} = v$$



condizione Frequente

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.58	11.43	47.65	1.00	60.08	1.50	25.80	27.30
e-e	1.94	4.82	26.80	1.00	32.62	1.50	19.35	20.85
f-f	1.29	1.43	11.91	1.00	14.34	1.50	12.90	14.40
g-g	0.65	0.18	2.98	1.00	4.16	1.50	6.45	7.95

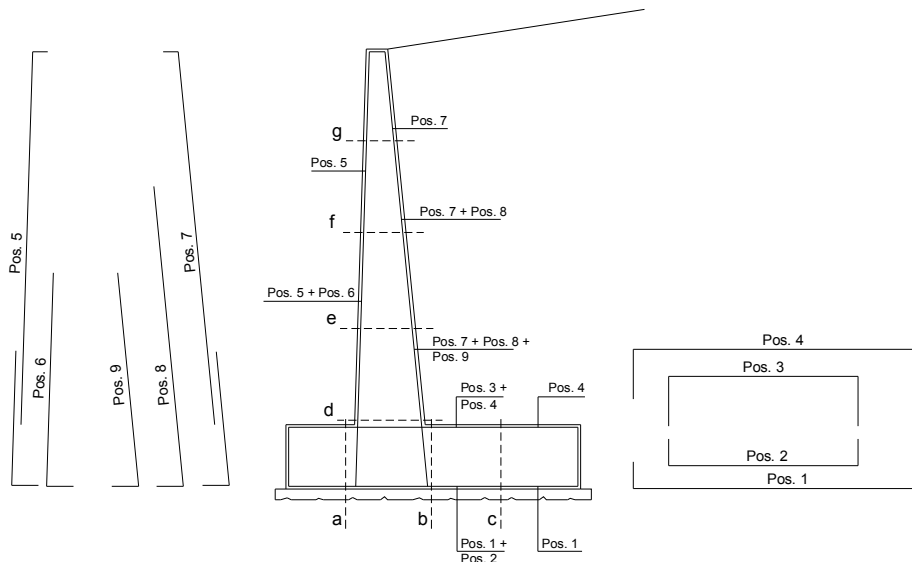
condizione Quasi Permanente

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.58	11.43	9.57	1.00	22.00	1.50	25.80	27.30
e-e	1.94	4.82	5.38	1.00	11.20	1.50	19.35	20.85
f-f	1.29	1.43	2.39	1.00	4.82	1.50	12.90	14.40
g-g	0.65	0.18	0.60	1.00	1.78	1.50	6.45	7.95

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	64 di 90

SCHEMA DELLE ARMATURE



ARMATURE

pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	10.0	20	┌┐	5	5.0	20	┌┐
2	0.0	0		6	0.0	0	
3	0.0	0		7	5.0	20	
4	10.0	20		8	0.0	0	
				9	0.0	0	

Calcola

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-6-7-8-9
- f-f pos 5-7-8
- g-g pos 5-7

condizione Frequente

Sez.	M	N	h	Af	Af'	σ ^c	σ ^f	w _k	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	19.18	0.00	0.40	31.42	31.42	0.78	20.94	0.017	0.200
b - b	-121.04	0.00	0.40	31.42	31.42	4.95	132.15	0.122	0.200
c - c	-40.47	0.00	0.40	31.42	31.42	1.65	44.18	0.035	0.200
d - d	60.08	27.30	0.40	15.71	15.71	3.49	118.44	0.132	0.200
e - e	32.62	20.85	0.40	15.71	15.71	1.90	62.42	0.069	0.200
f - f	14.34	14.40	0.40	15.71	15.71	0.84	25.81	0.028	0.200
g - g	4.16	7.95	0.40	15.71	15.71	0.24	6.33	0.007	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	M	N	h	Af	Af'	σ ^c	σ ^f	w _k	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	10.30	0.00	0.40	31.42	31.42	0.42	11.24	0.009	0.200
b - b	-13.76	0.00	0.40	31.42	31.42	0.56	15.03	0.012	0.200
c - c	-6.66	0.00	0.40	31.42	31.42	0.27	7.27	0.006	0.200
d - d	22.00	27.30	0.40	15.71	15.71	1.29	37.99	0.042	0.200
e - e	11.20	20.85	0.40	15.71	15.71	0.66	17.25	0.019	0.200
f - f	4.82	14.40	0.40	15.71	15.71	0.28	5.86	0.006	0.200
g - g	1.78	7.95	0.40	15.71	15.71	0.10	1.47	0.001	0.200

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	65 di 90

10.2.3 VERIFICHE TENSIONALI

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

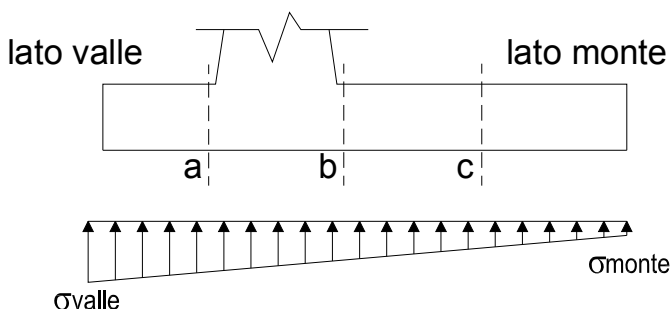
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 2.90 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.40 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
statico	164.25	1.26	57.53	55.74
	164.25	1.26	57.53	55.74
sisma+	160.91	-4.00	52.63	58.34
	160.91	-4.00	52.63	58.34
sisma-	150.05	-1.57	50.63	52.86
	150.05	-1.57	50.63	52.86

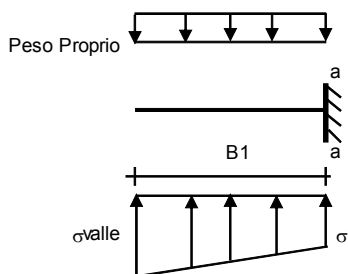


Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 10.00 (kN/m)

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	M_a [kNm]
statico	57.53	56.98	19.18
	57.53	56.98	19.18
sisma+	52.63	54.40	17.35
	52.63	54.40	17.35
sisma-	50.63	51.32	16.70
	50.63	51.32	16.70



Mensola Lato Monte

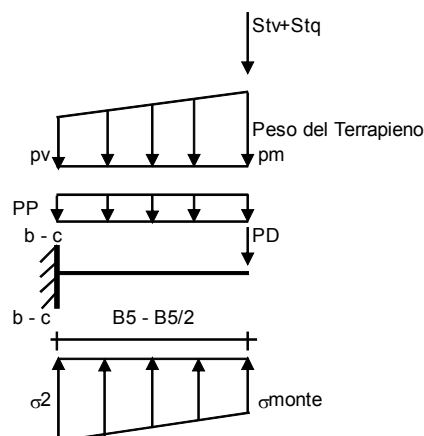
PP = 10.00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	51.60	108.90	63.06	(kN/m ²)
pvb	51.60	108.90	63.06	(kN/m ²)
pvc	51.60	108.90	63.06	(kN/m ²)

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B5 / 2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$

caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_{2b} [kN/m ²]	M_b [kNm]	σ_{2c} [kN/m ²]	M_c [kNm]
statico	55.74	56.73	-47.70	56.23	-22.13
	55.74	56.73	-121.04	56.23	-40.47
sisma+	58.34	55.19	-35.46	56.77	-15.44
	58.34	55.19	-50.68	56.77	-19.24
sisma-	52.86	51.63	-34.96	52.24	-15.23
	52.86	51.63	-49.07	52.24	-18.76



Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	66 di 90

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h / 3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2 \cdot h / 2$$

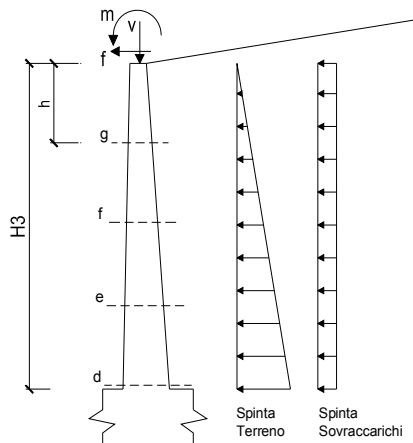
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot kh \quad (\text{solo con si:})$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.58	11.43	47.65	1.00	60.08	1.50	25.80	27.30
e-e	1.94	4.82	26.80	1.00	32.62	1.50	19.35	20.85
f-f	1.29	1.43	11.91	1.00	14.34	1.50	12.90	14.40
g-g	0.65	0.18	2.98	1.00	4.16	1.50	6.45	7.95

condizione sismica +

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.58	11.43	4.30	20.39	1.00	2.52	39.64	1.50	26.78	28.28
e-e	1.94	4.82	1.81	11.47	1.00	1.42	20.52	1.50	20.08	21.58
f-f	1.29	1.43	0.54	5.10	1.00	0.63	8.69	1.50	13.39	14.89
g-g	0.65	0.18	0.07	1.27	1.00	0.16	2.68	1.50	6.69	8.19

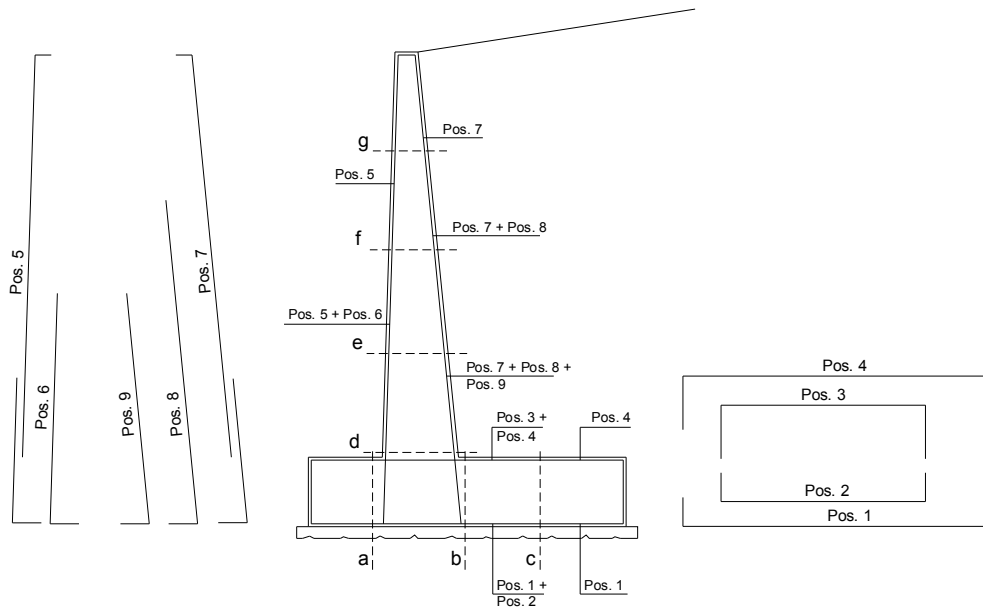
condizione sismica -

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.58	11.43	2.91	20.66	1.00	2.52	38.52	1.50	24.82	26.32
e-e	1.94	4.82	1.23	11.62	1.00	1.42	20.09	1.50	18.62	20.12
f-f	1.29	1.43	0.36	5.16	1.00	0.63	8.59	1.50	12.41	13.91
g-g	0.65	0.18	0.05	1.29	1.00	0.16	2.67	1.50	6.21	7.71

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	67 di 90

SCHEMA DELLE ARMATURE

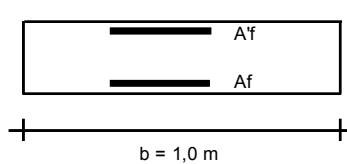


ARMATURE

pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	10.0	20		5	5.0	20	
2	0.0	0	┌┐	6	0.0	0	┌┐
3	0.0	0	┌┐	7	5.0	20	
4	10.0	20		8	0.0	0	┌┐
				9	0.0	0	┌┐

Calcola

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-6-7-8-9
- f-f pos 5-7-8
- g-g pos 5-7

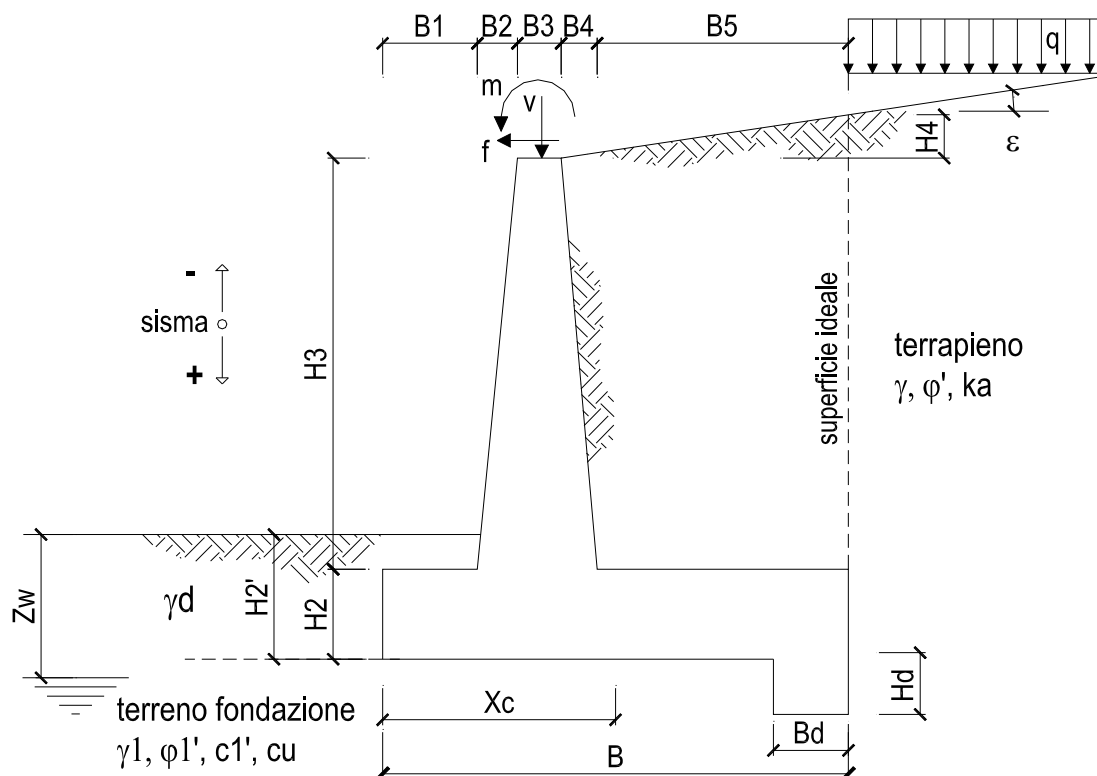
Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	Af'	σ ^c	σ ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	19.18	0.00	0.40	31.42	31.42	0.78	20.94
b - b	-121.04	0.00	0.40	31.42	31.42	4.95	132.15
c - c	-40.47	0.00	0.40	31.42	31.42	1.65	44.18
d - d	60.08	27.30	0.40	15.71	15.71	3.49	118.44
e - e	32.62	20.85	0.40	15.71	15.71	1.90	62.42
f - f	14.34	14.40	0.40	15.71	15.71	0.84	25.81
g - g	4.16	7.95	0.40	15.71	15.71	0.24	6.33

Condizione Sismica

Sez.	M	N	h	Af	Af'	σ ^c	σ ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	17.35	0.00	0.40	31.42	31.42	0.71	18.94
b - b	-50.68	0.00	0.40	31.42	31.42	2.07	55.33
c - c	-19.24	0.00	0.40	31.42	31.42	0.79	21.01
d - d	39.64	26.32	0.40	15.71	15.71	2.31	75.53
e - e	20.52	20.12	0.40	15.71	15.71	1.20	37.08
f - f	8.69	13.91	0.40	15.71	15.71	0.51	14.06
g - g	2.68	7.71	0.40	15.71	15.71	0.16	3.33

11 MURO TIPO CONCI 1, 2 E 3



OPERA Esempio

DATI DI PROGETTO:

Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	2.21	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	2.60	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0.40	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	0.60	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	1.60	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	1.30	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>69 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	69 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	69 di 90								

		valori caratteristici		valori di progetto	
		SLE - sisma		STR/GEO	EQU
Carichi permanenti	Sovraccarico permanente (kN/m ²)	qp	14.40	19.44	21.60
	Sovraccarico su zattera di monte <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no				
	Forza Orizzontale in Testa permanente (kN/m)	fp	0.00	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa permanente (kN/m)	vp	1.50	1.50	1.35
Condizioni Statiche	Momento in Testa permanente (kNm/m)	mp	1.00	1.35	1.10
	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche (kN/m ²)	q	57.30	83.09	83.09
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche (kN/m)	f	0.00	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche (kN/m)	v	0.00	0.00	0.00
	Momento in Testa accidentale in condizioni statiche (kNm/m)	m	0.00	0.00	0.00
Coefficienti di combinazione condizione rara $\psi 1$		1.00	condizione quasi permanente $\psi 2$		0.00
Condizioni Sismiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche (kN/m ²)	qs	11.46		
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni sismiche (kN/m)	fs	0.00		
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni sismiche (kN/m)	vs	0.00		
	Momento in Testa accidentale in condizioni sismiche (kNm/m)	ms	0.00		

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

Calcestruzzo

classe cls	C28/35	
Rck	35	(MPa)
fck	28	(MPa)
fc _m	36	(MPa)
Ec	32308	(MPa)
α_{cc}	0.85	
γ_c	1.50	
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	15.87	(MPa)
$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	2.77	(MPa)

Tensioni limite (tensioni ammissibili)

condizioni statiche		
σ_c	11.2	Mpa
σ_t	337.5	Mpa

condizioni sismiche		
σ_c	11	Mpa
σ_t	260	Mpa

Valore limite di apertura delle fessure

Frequente	w1	0.2	mm
Quasi Permanente	w1	0.2	mm

Acciaio

tipo di acciaio	B450C	
f _{yk}	450	(MPa)
γ_s	1.15	
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E$	391.30	(MPa)
Es	210000	(MPa)
ϵ_{ys}	0.19%	

coefficiente omogeneizzazione acciaio n = 15

Copriferro (distanza asse armatura-bordo)

c = 6.20 (cm)

Copriferro minimo di normativa (ricoprimento armatura)

c_{min} = 4.00 (cm)

Interfero tra I e II strato

i_{I-II} = 5.00 (cm)

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>70 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	70 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	70 di 90								

11.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

Combinazioni coefficienti parziali di verifica

SLU	Approccio 1	comb. 1	A1+M1+R1 EQU+M2	<input type="radio"/>
		comb. 2	A2+M2+R2 EQU+M2	<input checked="" type="radio"/>
	Approccio 2		A1+M1+R3 EQU+M2	<input type="radio"/>
	SLE (DM88)			<input type="radio"/>
altro			<input type="radio"/>	

Coefficienti di sicurezza

	<u>Scorrimento</u>	<u>Ribaltamento</u>	<u>Carico limite</u>
Statico	1.20	2.20	2.59
Sismico	1.29	2.53	3.27

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVOOpere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	71 di 90

FORZE VERTICALI

		SLE	STR/GEO	EQU
- Peso del Muro (Pm)				
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	22.10	19.89
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	26.00	23.40
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m)	48.10	43.29

- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)				
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma)$	(kN/m)	70.72	63.65
Pt2 =	$(0.5 \cdot (B4+B5) \cdot H4 \cdot \gamma)$	(kN/m)	0.00	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma)/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Sovr =	$qp \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0.00	0.00
Pt =	Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr	(kN/m)	70.72	63.65

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro

Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$qs \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	0

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

		SLE	STR/GEO	EQU
- Muro (Mm)				
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1+2/3 B2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1+B2+0.5 \cdot B3)$	(kNm/m)	17.68	15.91
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1+B2+B3+1/3 B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	33.80	30.42
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	(kNm/m)	51.48	46.33

- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro

Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1+B2+B3+B4+0.5 \cdot B5)$	(kNm/m)	127.30	114.57
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Msov =	$Sovr \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mt =	Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msov	(kNm/m)	127.30	114.57

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro

Sovr acc. Stat	$q \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$qs \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	0

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)	3.64
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)	1.82

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

Pts h =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)	5.36
Pts v =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)	2.68

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

MPs1 h =	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2+H3/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 h =	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	2.52
MPs3 h =	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2+H3/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs4 h =	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)	0.39
MPs5 h =	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs h =	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	2.91

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

MPs1 v =	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1+2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 v =	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1+B2+B3/2)$	(kNm/m)	0.67
MPs3 v =	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1+B2+B3+B4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs4 v =	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	1.28
MPs5 v =	$kv \cdot Pm5 \cdot (B-Bd/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs v =	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	1.95

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

MPts1 h =	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	8.06
MPts2 h =	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 h =	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2+H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts h =	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	8.06

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

MPts1 v =	$kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	4.82
MPts2 v =	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 v =	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2+H3 \cdot 2/3) - (B1+B2+B3+2/3 \cdot B4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts v =	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	4.82

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	72 di 90

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m) 14.75	18.79	20.67
Sq perm =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 8.14	10.37	15.55
Sq acc =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 32.39	51.57	59.82

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 13.60	17.75	19.52
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 7.50	9.79	14.69
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 29.86	48.70	56.49

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 5.72	6.18	6.80
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 3.15	3.41	5.12
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 12.55	16.96	19.68

- Spinta passiva sul dente

Sp =	$\frac{1}{2} \cdot g1 \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
------	--	-------------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m) 11.83	15.44	16.98
MSt2 =	$Stv \cdot B$	(kNm/m) 14.87	16.07	17.68
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 9.79	12.78	19.17
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 38.97	63.55	73.72
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 8.20	8.87	13.30
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 32.64	44.10	51.16
MSp =	$\gamma1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + m$	(kNm/m) 1.00	1.00	1.10
Mfext2 =	$(fp + f) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
Mfext3 =	$(vp + v) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m) 1.20	1.20	1.08

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)

N =	$Pm + Pt + v + Stv + Sqv \text{ perm} + Sqv \text{ acc}$	146.87	(kN/m)	
-----	--	--------	--------	--

Risultante forze orizzontali (T)

T =	$Sth + Squ + f$	76.24	(kN/m)	
-----	-----------------	-------	--------	--

Coefficiente di attrito alla base (f)

f =	$\tan \phi1'$	0.63	(-)	
-----	---------------	------	-----	--

Fs scorr.	(N*f + Sp) / T	1.20	>	1
------------------	-----------------------	-------------	-------------	----------

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (EQU)

Momento stabilizzante (Ms)

Ms =	$Mm + Mt + Mfext3$	244.12	(kNm/m)	
------	--------------------	--------	---------	--

Momento ribaltante (Mr)

Mr =	$MSt + MSq + Mfext1 + Mfext2 + MSp$	110.97	(kNm/m)	
------	-------------------------------------	--------	---------	--

Fs ribaltamento	Ms / Mr	2.20	>	1
------------------------	----------------	-------------	-------------	----------

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>73 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	73 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	73 di 90								

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N = Pm + Pt + v + Stv + Sqv (+ Sovr acc)		146.87	146.87	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T = Sth + Sqh + f - Sp		76.24	76.24	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM = ΣM		156.25	156.25	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M = Xc*N - MM		34.69	34.69	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B^* N_\gamma i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kPa)
φ1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	32.01		(°)
γ1	peso unità di volume terreno fondaz.	20.00		(kN/m ³)
q ₀ = γd'H ²	sovraccarico stabilizzante	20.00		(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità	0.24	0.24	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	2.13	2.13	(m)

I valori di N_c, N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

N _q = tg ² (45 + φ/2)*e ^{(π*tg(φ))}	(1 in cond. nd)	23.19		(-)
N _c = (N _q - 1)/tg(φ)	(2+π in cond. nd)	35.51		(-)
N _γ = 2*(N _q + 1)*tg(φ)	(0 in cond. nd)	30.24		(-)

I valori di i_c, i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

i _q = (1 - T/(N + B*c*cotgφ)) ^m	(1 in cond. nd)	0.23	0.23	(-)
i _c = i _q - (1 - i _q)/(N _q - 1)		0.20	0.20	(-)
i _γ = (1 - T/(N + B*c*cotgφ)) ^{m+1}		0.11	0.11	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q _{lim}	(carico limite unitario)	178.88	178.88	(kN/m ²)
------------------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = q_{lim}*B*/N	Nmin	2.59	>	1
		Nmax	2.59	>	

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	74 di 90

CONDIZIONE SISMICA +

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

	SLE	STR/GEO	EQU
- Spinta condizione sismica +			
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	16.20	20.93
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	3.29	3.84
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	10.36	13.17
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	8.25	10.48
- Componente orizzontale condizione sismica +			
Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	16.20	20.93
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	3.29	3.84
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	10.36	13.17
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	8.25	10.48
- Componente verticale condizione sismica +			
Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
- Spinta passiva sul dente			
Sp = $\frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1' \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

	SLE	STR/GEO	EQU
- Condizione sismica +			
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	14.10	18.20
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	4.30	5.01
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	24.29	30.85
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1' \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1' \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp+ms$	(kNm/m)	1.00
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)	0.00
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	1.20

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)			
N = $Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv$	124.82	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)			
T = $Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh$	57.41	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)			
f = $tg \phi_1'$	0.63	(-)	
Fs = $(N \cdot f + Sp) / T$	1.36	>	1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)			
Ms = $Mm + Mt + Mfext3$	179.98	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)			
Mr = $MSst + MSsq + Mfext1 + Mfext2 + MSp + MPp + Mpts$	59.28	(kNm/m)	
Fr = Ms / Mr	3.04	>	1

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>75 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	75 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	75 di 90								

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)	Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (S_{ovr acc})$	124.82	124.82	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)			
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$	57.41		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
$MM = \sum M$	120.70	120.70	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)			
$M = X_c \cdot N - MM$	41.57	41.57	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

$c1'$	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kN/mq)
$\phi1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	32.01		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	20.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d H_2'$	sovraccarico stabilizzante	20.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.33	0.33	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	1.93	1.93	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \phi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg}(\phi'))}$	(1 in cond. nd)	23.19		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\phi')$	(2+ π in cond. nd)	35.51		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg}(\phi')$	(0 in cond. nd)	30.24		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^m$	(1 in cond. nd)	0.29	0.29	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.26	0.26	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^{m+1}$		0.16	0.16	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	227.41	227.41	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	3.52	>	1
		Nmax	3.52	>	

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	76 di 90

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

	SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$ (kN/m)	16.20	20.93	20.93
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka \cdot Sst1\ stat$ (kN/m)	2.08	2.27	2.27
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas$ (kN/m)	10.48	13.30	13.30
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas$ (kN/m)	8.34	10.59	10.59

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = $Sst1\ stat \cdot \cos \delta$ (kN/m)	16.20	20.93	20.93
Sst1h sism = $Sst1\ sism \cdot \cos \delta$ (kN/m)	2.08	2.27	2.27
Ssq1h perm = $Ssq1\ perm \cdot \cos \delta$ (kN/m)	10.48	13.30	13.30
Ssq1h acc = $Ssq1\ acc \cdot \cos \delta$ (kN/m)	8.34	10.59	10.59

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = $Sst1\ stat \cdot \sin \delta$ (kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = $Sst1\ sism \cdot \sin \delta$ (kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = $Ssq1\ perm \cdot \sin \delta$ (kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1\ acc \cdot \sin \delta$ (kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot Hd^2 \cdot kps + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{0.5} + \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd$ (kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

	SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = $Sst1h\ stat \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$ (kNm/m)	14.10	18.20	18.20
MSst1 sism = $Sst1h\ sism \cdot ((H2+H3+H4+hd)/2-Hd)$ (kNm/m)	2.71	2.97	2.97
MSst2 stat = $Sst1v\ stat \cdot B$ (kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = $Sst1v\ sism \cdot B$ (kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+hd)/2-Hd)$ (kNm/m)	24.57	31.18	31.18
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$ (kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^3 / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{0.5} + \gamma_1 \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$ (kNm/m)	0.00	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp+ms$ (kNm/m)	1.00
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$ (kNm/m)	0.00
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$ (kNm/m)	1.20

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv$ (kN/m)	115.82
--	--------

Risultante forze orizzontali (T)

$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh$ (kN/m)	56.09
--	-------

Coefficiente di attrito alla base (f)

$f = \tan \phi_1$ (-)	0.63
-----------------------	------

$Fs = (N \cdot f + Sp) / T$	1.29	>	1
-----------------------------	------	---	---

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$Ms = Mm + Mt + Mfext3$ (kNm/m)	179.98
---------------------------------	--------

Momento ribaltante (Mr)

$Mr = MSst + MSsq + Mfext1 + Mfext2 + MSp + MP + Mpts$ (kNm/m)	71.10
--	-------

$Fr = Ms / Mr$	2.53	>	1
----------------	------	---	---

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>77 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	77 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	77 di 90								

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	115.82	115.82	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$	56.09		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	108.88	108.88	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c \cdot N - MM$	41.68	41.68	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kN/mq)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	32.01		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	20.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma \cdot d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	20.00		(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità	0.36	0.36	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	1.88	1.88	(m)

I valori di Nc, Nq e Ng sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan(\phi'))}$	(1 in cond. nd)	23.19		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi')$	(2+ π in cond. nd)	35.51		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\phi')$	(0 in cond. nd)	30.24		(-)

I valori di ic, iq e i γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cot(\phi')))^m$	(1 in cond. nd)	0.27	0.27	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.23	0.23	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cot(\phi')))^{m+1}$		0.14	0.14	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q _{lim}	(carico limite unitario)	201.38	201.38	(kN/m ²)
------------------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = q_{lim} * B* / N	Nmin	3.27	>	1
		Nmax	3.27	>	

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>78 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	78 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	78 di 90								

11.1.1 VERIFICA SLD

Le verifiche allo stato limite di danno (SLD) da effettuare sull'opera in esame, vengono condotte valutando gli spostamenti indotti sull'opera da un sisma con tempo di ritorno $T_R = 112.5$ anni, corrispondente alla probabilità di superamento del 63% nella vita di riferimento dell'opera $V_R = 112.5$ anni.

La stima degli spostamenti indotti dal sisma viene effettuata attraverso la formula di Rampello:

$$d = (S_S \cdot S_T \cdot B) \cdot e^{A(a_c/a_{max})}$$

essendo:

B e A due coefficienti che sono funzione del valore di a_g (accelerazione massima orizzontale attesa al sito) e della categoria di sottosuolo sul quale l'opera poggia (RFI DTC INC CS SP IFS 001 A par. 4.4):

Sottosuolo	Cat. A		Cat. B		Cat. C, D, E	
	A	B	A	B	A	B
a_{max}/g						
0.3 – 0.4	-7.5	1.21	-7.9	1.06	-7.4	0.56
0.2 – 0.3	-7.42	1.28	-7.79	1.11	-7.54	0.58
0.1 – 0.2	-7.48	0.65	-7.86	0.73	-8.05	0.86
≤ 0.1	-7.87	0.28	-7.86	0.3	-8.07	0.44

a_c il valore dell'accelerazione critica, ossia quel valore dell'accelerazione del suolo in corrispondenza del quale si manifestano i primi spostamenti relativi permanenti tra terreno e muro. Si determina imponendo pari all'unità il rapporto R_d/E_d nella verifica a scorrimento.

Nel caso in esame si ha:

Muro tipo conci 1, 2 e 3:

$H = 2.21$ m; $A = -8.05$; $B = 0.86$; $a_c = 0.44g$; $a_{max} = 0.106g$ (SLD)

$\delta = 2.8 \cdot 10^{-14}$ mm

Essendo δ minore del valore massimo (20 mm) ammesso dalla specifica RFI DTC INC CS SP IFS 001 A, la verifica risulta soddisfatta.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>79 di 90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	79 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	79 di 90								

11.1.2 VERIFICA STABILITÀ GLOBALE

	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]	Descrizione
materiale 1	20	32.01	0	terrapieno
materiale 2	20	32.01	0	fondazione
materiale 3	0	0	0	
materiale 4	0	0	0	

peso specifico acqua 10 [kN/m³]

azioni sismiche a_g/g 0.204 (-) S_s 1.2 k_h 0.0685 (-)

β_s 0.28 S_T 1 k_v 0.0343 (-)

x muro 100 (m) y muro 100 (m)

p.c. valle			p.c. monte			superficie 1		superficie 2		superficie 3		falda		
materiale 1			materiale 1			materiale 2		materiale 4		materiale 2		falda		
	x	y		x	y		x	y		x	y		x	y
0	100.000	101.000	0	102.000	102.610	0	80.000	100.000	0			0	80.000	90.000
1	80.000	101.000	1	120.000	102.610	1	120.000	100.000	1			1	120.000	90.000
2			2			2			2			2		
3			3			3			3			3		
4			4			4			4			4		
5			5			5			5			5		
6			6			6			6			6		
7			7			7			7			7		
8			8			8			8			8		
9			9			9			9			9		
10			10			10			10			10		

Sovraccarichi

	X_{in}	Q_{in}	X_{fin}	Q_{fin}	% sisma
sovraccarico 1 <input checked="" type="checkbox"/>	102.6	14.4	120	14.4	100%
sovraccarico 2 <input checked="" type="checkbox"/>	102.6	71.625	120	71.625	20%

Limiti ricerca superfici

Xa 85	Xc 105	alfa min 40	# superfici massimo 2816
Xb 95	Xd 120	alfa max 70	
n1 15	n2 15	n alfa 10	

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	80 di 90

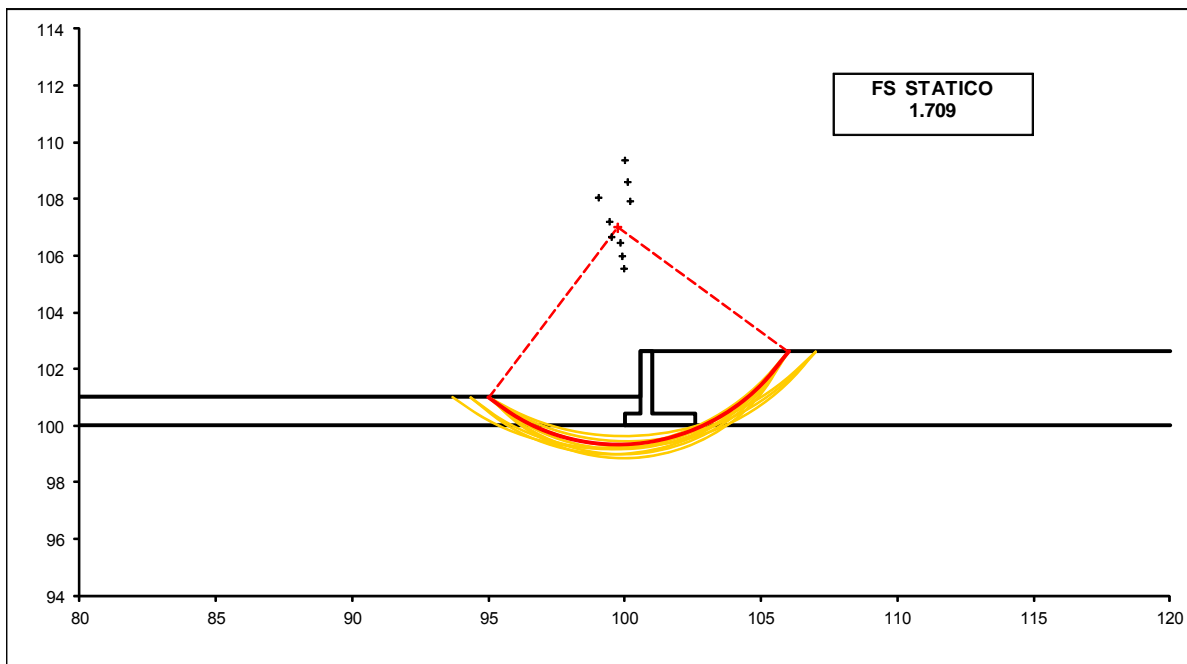
Condizione di Carico

STATICA

superfici da disegnare

10

DISEGNO



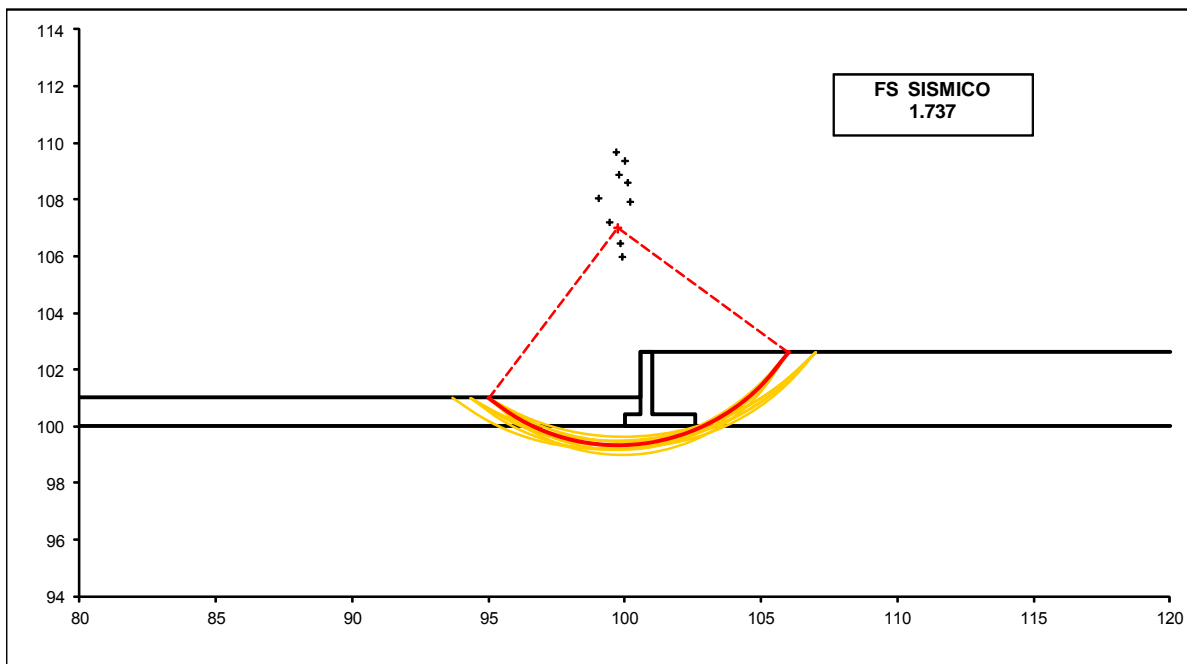
Condizione di Carico

SISMICA

superfici da disegnare

10

DISEGNO



11.2 VERIFICHE STRUTTURALI

11.2.1 VERIFICHE SLU A PRESSO-FLESSIONE E TAGLIO

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

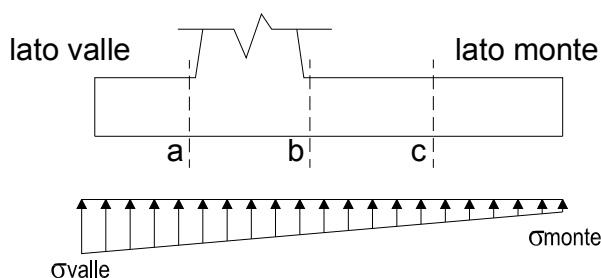
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 2.60 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.13 \quad (m^3)$$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	150.50	24.26	79.41	36.35
	150.50	24.26	79.41	36.35
sisma+	138.58	6.41	58.99	47.61
	138.58	6.41	58.99	47.61
sisma-	129.24	7.64	56.49	42.92
	129.24	7.64	56.49	42.92



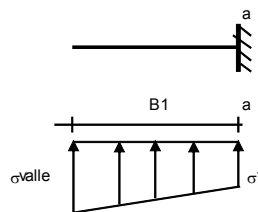
Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 10.00 (kN/m)

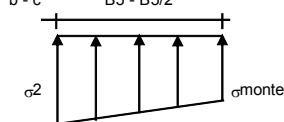
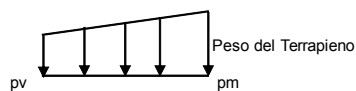
$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_a = \sigma_1 \cdot B + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B / 2 - PP \cdot B \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a	V_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	79.41	69.48	11.90	38.67
	79.41	69.48	11.90	38.67
sisma+	58.99	56.36	8.59	28.90
	58.99	56.36	8.66	28.90
sisma-	56.49	53.36	8.25	27.36
	56.49	53.36	8.18	27.36



Stv+Stq



Mensola Lato Monte

PP = 10.00 (kN/m²)

peso proprio soletta fondazione

PD = 0.00 (kN/m)

peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	44.20	127.29	55.66	(kN/m ²)
pvb	44.20	127.29	55.66	(kN/m ²)
pvc	44.20	127.29	55.66	(kN/m ²)

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B5 / 2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$

$$V_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 2 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B5 / 2) + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B5 / 2)^2 / 2 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2) / 2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{monte}	σ_2b	M_b	V_b	σ_2c	M_c	V_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	36.35	62.85	-59.82	-37.53	49.60	-28.44	-39.16
	36.35	62.85	-166.17	-170.47	49.60	-55.03	-105.62
sisma+	47.61	54.61	-30.09	-21.98	51.11	-13.40	-19.27
	47.61	54.61	-45.31	-41.01	51.11	-17.21	-28.79
sisma-	42.92	51.27	-29.72	-21.50	47.10	-13.24	-19.13
	42.92	51.27	-43.83	-39.14	47.10	-16.77	-27.95

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	82 di 90

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad \text{o } h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot kh$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$

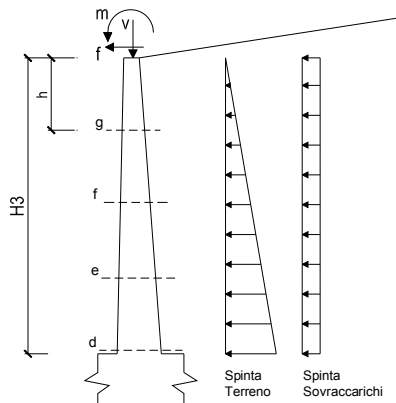
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h$$

$$V_{\text{ext}} = f$$

$$V_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h [m]	Mt [kNm/m]	Mq [kNm/m]	Mext [kNm/m]	Mtot [kNm/m]	Next [kN/m]	Npp [kN/m]	Ntot [kN/m]
d-d	2.21	9.70	49.99	1.35	61.04	1.50	22.10	23.60
e-e	1.66	4.09	28.12	1.35	33.56	1.50	16.58	18.08
f-f	1.11	1.21	12.50	1.35	15.06	1.50	11.05	12.55
g-g	0.55	0.15	3.12	1.35	4.63	1.50	5.53	7.03

sezione	h [m]	Vt [kN/m]	Vq [kN/m]	Vext [kN/m]	Vtot [kN/m]
d-d	2.21	13.16	45.24	0.00	58.40
e-e	1.66	7.41	33.93	0.00	41.34
f-f	1.11	3.29	22.62	0.00	25.91
g-g	0.55	0.82	11.31	0.00	12.13

condizione sismica +

sezione	h [m]	Mt stat [kNm/m]	Mt sism [kNm/m]	Mq [kNm/m]	Mext [kNm/m]	Minerzia [kNm/m]	Mtot [kNm/m]	Next [kN/m]	Npp+inerzia [kN/m]	Ntot [kN/m]
d-d	2.21	7.18	2.70	14.96	1.00	1.85	27.69	1.50	22.94	24.44
e-e	1.66	3.03	1.14	8.41	1.00	1.04	14.62	1.50	17.20	18.70
f-f	1.11	0.90	0.34	3.74	1.00	0.46	6.44	1.50	11.47	12.97
g-g	0.55	0.11	0.04	0.93	1.00	0.12	2.20	1.50	5.73	7.23

sezione	h [m]	Vt stat [kN/m]	Vt sism [kN/m]	Vq [kN/m]	Vext [kN/m]	Vinerzia [kN/m]	Vtot [kN/m]
d-d	2.21	9.75	2.45	13.54	0.00	1.67	27.41
e-e	1.66	5.49	1.38	10.15	0.00	1.26	18.27
f-f	1.11	2.44	0.61	6.77	0.00	0.84	10.65
g-g	0.55	0.61	0.15	3.38	0.00	0.42	4.56

condizione sismica -

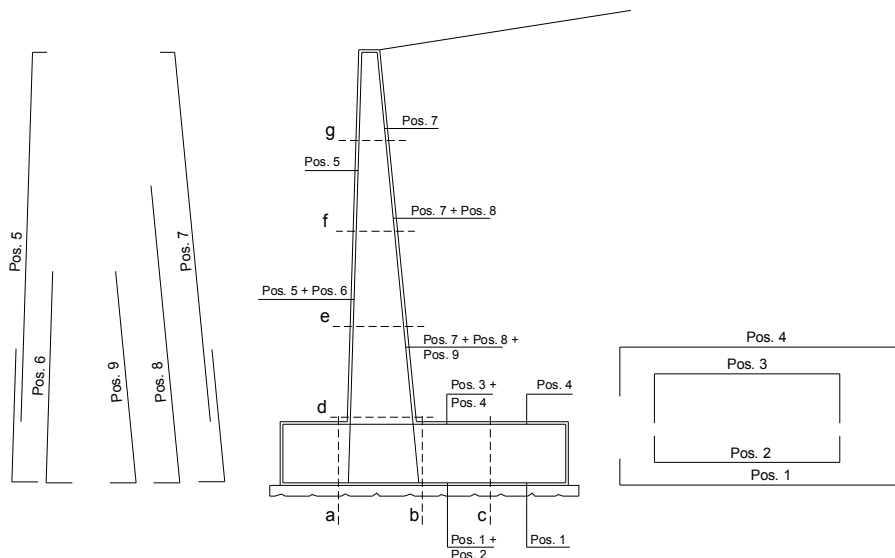
sezione	h [m]	Mt stat [kNm/m]	Mt sism [kNm/m]	Mq [kNm/m]	Mext [kNm/m]	Minerzia [kNm/m]	Mtot [kNm/m]	Next [kN/m]	Npp+inerzia [kN/m]	Ntot [kN/m]
d-d	2.21	7.18	1.83	15.16	1.00	1.85	27.02	1.50	21.26	22.76
e-e	1.66	3.03	0.77	8.53	1.00	1.04	14.37	1.50	15.95	17.45
f-f	1.11	0.90	0.23	3.79	1.00	0.46	6.38	1.50	10.63	12.13
g-g	0.55	0.11	0.03	0.95	1.00	0.12	2.20	1.50	5.32	6.82

sezione	h [m]	Vt stat [kN/m]	Vt sism [kN/m]	Vq [kN/m]	Vext [kN/m]	Vinerzia [kN/m]	Vtot [kN/m]
d-d	2.21	9.75	1.66	13.72	0.00	1.67	26.80
e-e	1.66	5.49	0.93	10.29	0.00	1.26	17.96
f-f	1.11	2.44	0.41	6.86	0.00	0.84	10.55
g-g	0.55	0.61	0.10	3.43	0.00	0.42	4.56

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	83 di 90

SCHEMA DELLE ARMATURE

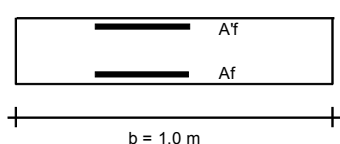


ARMATURE

pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	10.0	20		5	5.0	20	
2	0.0	0		6	0.0	0	
3	0.0	0		7	5.0	20	
4	10.0	20		8	0.0	0	
				9	0.0	0	

Calcola

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-6-7-8-9
- f-f pos 5-7-8
- g-g pos 5-7

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	11.90	0.00	0.40	31.42	31.42	364.51
b - b	-166.17	0.00	0.40	31.42	31.42	364.51
c - c	-55.03	0.00	0.40	31.42	31.42	364.51
d - d	61.04	23.60	0.40	15.71	15.71	197.26
e - e	33.56	18.08	0.40	15.71	15.71	196.47
f - f	15.06	12.55	0.40	15.71	15.71	195.69
g - g	4.63	7.03	0.40	15.71	15.71	194.90

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{Rd}	σ staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	38.67	0.40	212.66	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio non necessaria
b - b	170.47	0.40	212.66	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio non necessaria
c - c	105.62	0.40	212.66	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio non necessaria
d - d	58.40	0.40	171.78	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio non necessaria
e - e	41.34	0.40	171.08	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio non necessaria
f - f	25.91	0.40	170.38	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio non necessaria
g - g	12.13	0.40	169.68	10	20	20	21.8	584.31	Armatura a taglio non necessaria

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	84 di 90

11.2.2 VERIFICHE A FESSURAZIONE

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

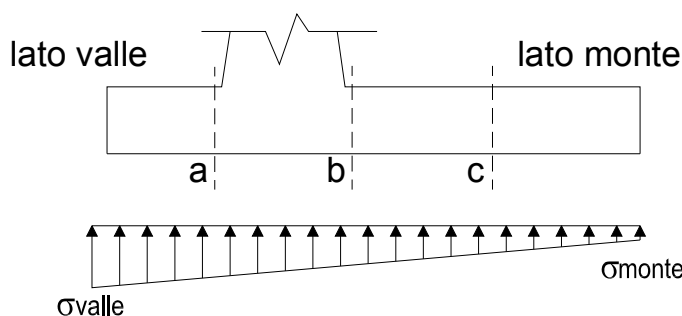
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 2.60 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.13 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
Freq.	141.74	10.18	63.55	45.48
	141.74	10.18	63.55	45.48
Q.P.	129.19	-12.47	38.62	60.75
	129.19	-12.47	38.62	60.75

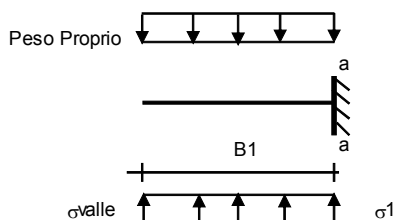


Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 10.00 (kN/m)

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	M_a [kNm]
Freq.	63.55	59.38	9.39
	63.55	59.38	9.39
Q.P.	38.62	43.73	5.46
	38.62	43.73	5.46



Mensola Lato Monte

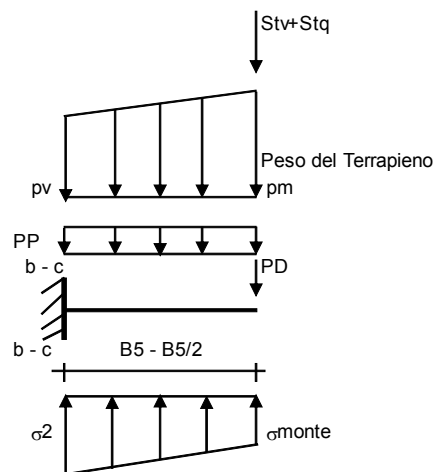
PP = 10.00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max	Freq	N max	QP	
pm	=	44.20	101.50	44.20	(kN/m ²)	
pvb	=	44.20	101.50	44.20	(kN/m ²)	
pvc	=	44.20	101.50	44.20	(kN/m ²)	

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (B - Bd / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (B/2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B/2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (B/2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B/2) \cdot PD \cdot (B/2 - Bd/2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_{2b} [kN/m ²]	M_b [kNm]	σ_{2c} [kN/m ²]	M_c [kNm]
Freq.	45.48	56.60	-40.70	51.04	-19.34
	45.48	56.60	-114.04	51.04	-37.67
Q.P.	60.75	47.14	-11.62	53.95	-5.73
	60.75	47.14	-11.62	53.95	-5.73



Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	85 di 90

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

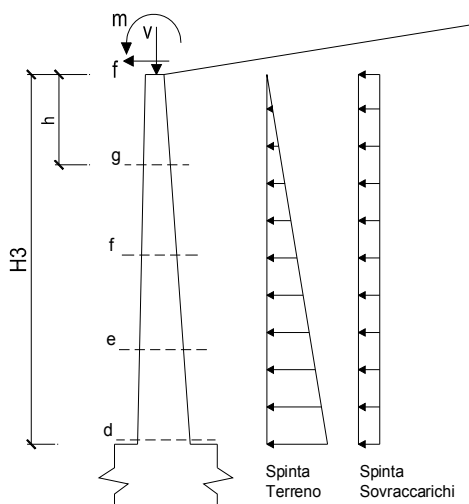
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_t = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$N_{ext} = v$$



condizione Frequente

sezione	h	M _t	M _q	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.21	7.18	34.96	1.00	43.14	1.50	22.10	23.60
e-e	1.66	3.03	19.67	1.00	23.70	1.50	16.58	18.08
f-f	1.11	0.90	8.74	1.00	10.64	1.50	11.05	12.55
g-g	0.55	0.11	2.19	1.00	3.30	1.50	5.53	7.03

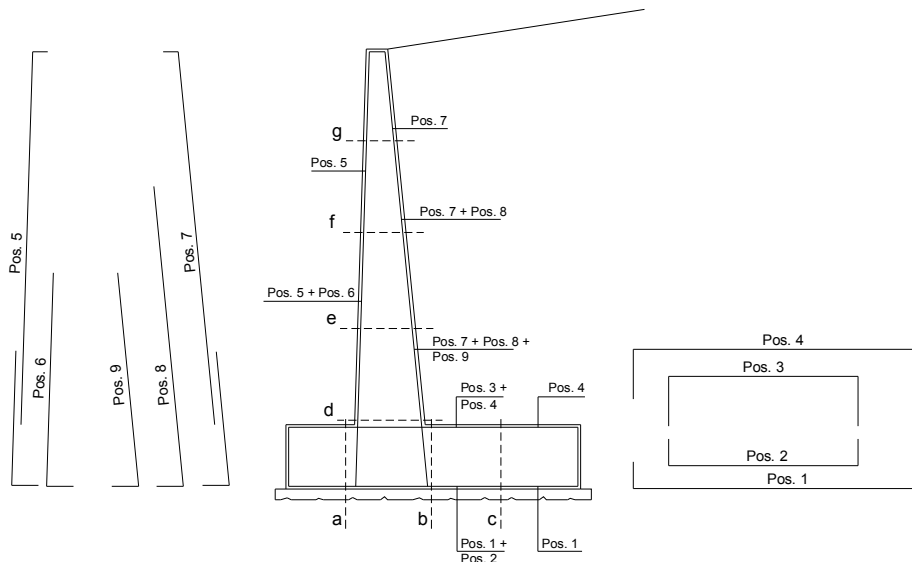
condizione Quasi Permanente

sezione	h	M _t	M _q	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.21	7.18	7.02	1.00	15.21	1.50	22.10	23.60
e-e	1.66	3.03	3.95	1.00	7.98	1.50	16.58	18.08
f-f	1.11	0.90	1.76	1.00	3.65	1.50	11.05	12.55
g-g	0.55	0.11	0.44	1.00	1.55	1.50	5.53	7.03

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	86 di 90

SCHEMA DELLE ARMATURE

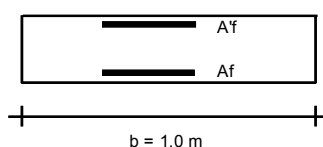


ARMATURE

pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	10.0	20	┌┐	5	5.0	20	┌┐
2	0.0	0		6	0.0	0	
3	0.0	0		7	5.0	20	
4	10.0	20		8	0.0	0	
				9	0.0	0	┌┐

Calcola

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-6-7-8-9
- f-f pos 5-7-8
- g-g pos 5-7

condizione Frequente

Sez.	M	N	h	Af	Af'	σc	σf	wk	wamm
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	9.39	0.00	0.40	31.42	31.42	0.38	10.25	0.008	0.200
b - b	-114.04	0.00	0.40	31.42	31.42	4.66	124.50	0.112	0.200
c - c	-37.67	0.00	0.40	31.42	31.42	1.54	41.13	0.033	0.200
d - d	43.14	23.60	0.40	15.71	15.71	2.51	83.80	0.093	0.200
e - e	23.70	18.08	0.40	15.71	15.71	1.38	44.42	0.049	0.200
f - f	10.64	12.55	0.40	15.71	15.71	0.62	18.57	0.020	0.200
g - g	3.30	7.03	0.40	15.71	15.71	0.19	4.81	0.005	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	M	N	h	Af	Af'	σc	σf	wk	wamm
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	5.46	0.00	0.40	31.42	31.42	0.22	5.96	0.005	0.200
b - b	-11.62	0.00	0.40	31.42	31.42	0.47	12.68	0.010	0.200
c - c	-5.73	0.00	0.40	31.42	31.42	0.23	6.25	0.005	0.200
d - d	15.21	23.60	0.40	15.71	15.71	0.89	24.82	0.027	0.200
e - e	7.98	18.08	0.40	15.71	15.71	0.47	11.33	0.012	0.200
f - f	3.65	12.55	0.40	15.71	15.71	0.21	3.99	0.004	0.200
g - g	1.55	7.03	0.40	15.71	15.71	0.09	1.27	0.001	0.200

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	87 di 90

11.2.3 VERIFICHE TENSIONALI

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

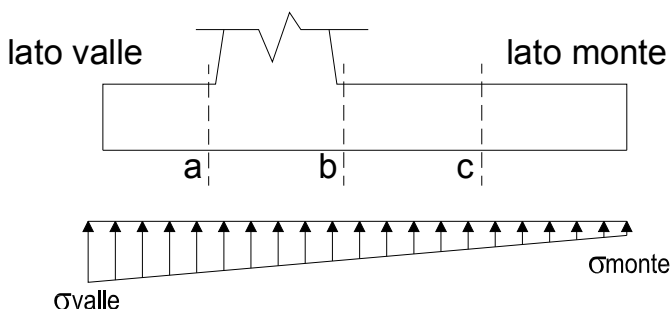
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 2.60 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.13 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
statico	141.74	10.18	63.55	45.48
	141.74	10.18	63.55	45.48
sisma+	138.58	6.41	58.99	47.61
	138.58	6.41	58.99	47.61
sisma-	129.24	7.64	56.49	42.92
	129.24	7.64	56.49	42.92

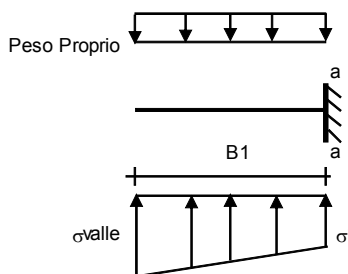


Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 10.00 (kN/m)

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	M_a [kNm]
statico	63.55	59.38	9.39
	63.55	59.38	9.39
sisma+	58.99	56.36	8.59
	58.99	56.36	8.59
sisma-	56.49	53.36	8.25
	56.49	53.36	8.25



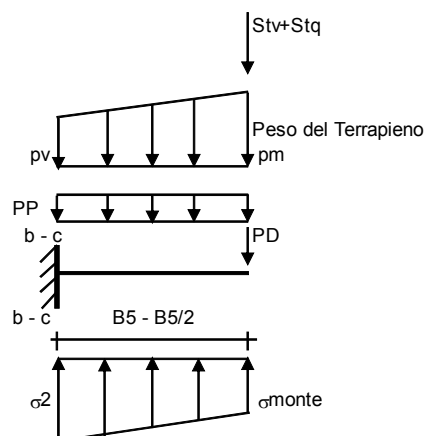
Mensola Lato Monte

PP = 10.00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	44.20	101.50	55.66	(kN/m ²)
pvb	44.20	101.50	55.66	(kN/m ²)
pvc	44.20	101.50	55.66	(kN/m ²)

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B5 / 2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$



caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_{2b} [kN/m ²]	M_b [kNm]	σ_{2c} [kN/m ²]	M_c [kNm]
statico	45.48	56.60	-40.70	51.04	-19.34
	45.48	56.60	-114.04	51.04	-37.67
sisma+	47.61	54.61	-30.09	51.11	-13.40
	47.61	54.61	-45.31	51.11	-17.21
sisma-	42.92	51.27	-29.72	47.10	-13.24
	42.92	51.27	-43.83	47.10	-16.77

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	88 di 90

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_t \text{ stat} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_t \text{ sism} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2 \cdot h/2$$

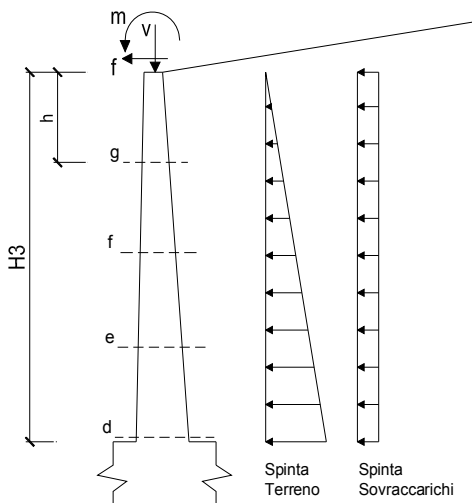
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot kh \quad (\text{solo con si:})$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.21	7.18	34.96	1.00	43.14	1.50	22.10	23.60
e-e	1.66	3.03	19.67	1.00	23.70	1.50	16.58	18.08
f-f	1.11	0.90	8.74	1.00	10.64	1.50	11.05	12.55
g-g	0.55	0.11	2.19	1.00	3.30	1.50	5.53	7.03

condizione sismica +

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.21	7.18	2.70	14.96	1.00	1.85	27.69	1.50	22.94	24.44
e-e	1.66	3.03	1.14	8.41	1.00	1.04	14.62	1.50	17.20	18.70
f-f	1.11	0.90	0.34	3.74	1.00	0.46	6.44	1.50	11.47	12.97
g-g	0.55	0.11	0.04	0.93	1.00	0.12	2.20	1.50	5.73	7.23

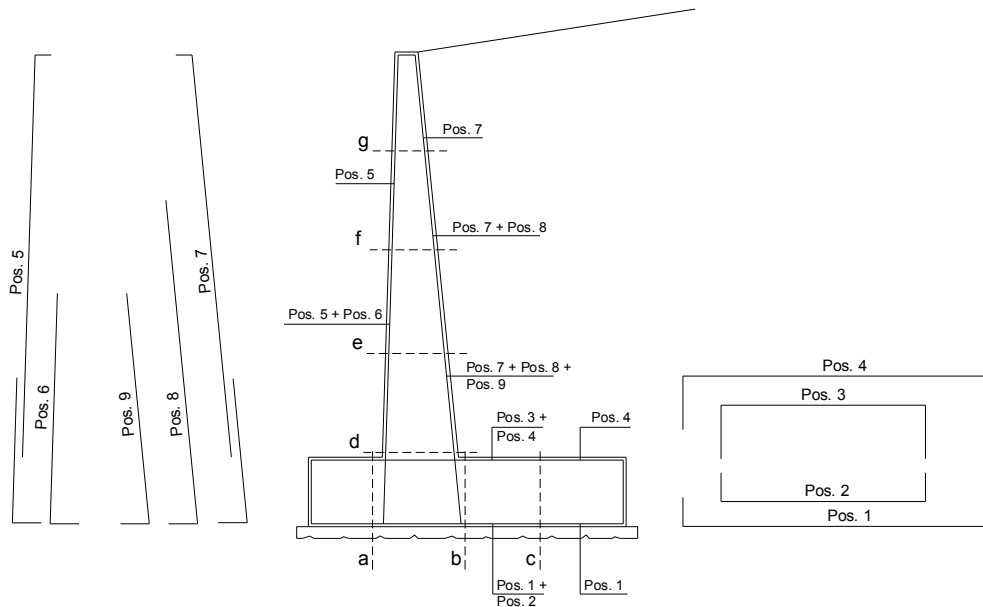
condizione sismica -

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.21	7.18	1.83	15.16	1.00	1.85	27.02	1.50	21.26	22.76
e-e	1.66	3.03	0.77	8.53	1.00	1.04	14.37	1.50	15.95	17.45
f-f	1.11	0.90	0.23	3.79	1.00	0.46	6.38	1.50	10.63	12.13
g-g	0.55	0.11	0.03	0.95	1.00	0.12	2.20	1.50	5.32	6.82

Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP
LS – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	89 di 90

SCHEMA DELLE ARMATURE

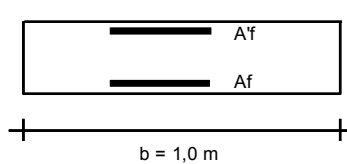


ARMATURE

pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	10.0	20		5	5.0	20	
2	0.0	0	┌┐	6	0.0	0	┌┐
3	0.0	0	┌┐	7	5.0	20	
4	10.0	20		8	0.0	0	┌┐
				9	0.0	0	┌┐

Calcola

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-6-7-8-9
- f-f pos 5-7-8
- g-g pos 5-7

Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ ^c	σ ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	9.39	0.00	0.40	31.42	31.42	0.38	10.25
b - b	-114.04	0.00	0.40	31.42	31.42	4.66	124.50
c - c	-37.67	0.00	0.40	31.42	31.42	1.54	41.13
d - d	43.14	23.60	0.40	15.71	15.71	2.51	83.80
e - e	23.70	18.08	0.40	15.71	15.71	1.38	44.42
f - f	10.64	12.55	0.40	15.71	15.71	0.62	18.57
g - g	3.30	7.03	0.40	15.71	15.71	0.19	4.81

Condizione Sismica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ ^c	σ ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	8.59	0.00	0.40	31.42	31.42	0.35	9.38
b - b	-45.31	0.00	0.40	31.42	31.42	1.85	49.47
c - c	-17.21	0.00	0.40	31.42	31.42	0.70	18.78
d - d	27.69	22.76	0.40	15.71	15.71	1.61	51.41
e - e	14.62	17.45	0.40	15.71	15.71	0.85	25.47
f - f	6.44	12.13	0.40	15.71	15.71	0.38	9.87
g - g	2.20	6.82	0.40	15.71	15.71	0.13	2.61

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
Opere di sostegno dal km 0+901 al km 1+033 BP LS – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 005</td> <td>A</td> <td>90 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	90 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 005	A	90 di 90								

12 INCIDENZE

Le incidenze dei muri di sostegno sono le seguenti:

Muro tipo conci 5 e 6	fondazione 175 kg/m ³ ; paramento 175 kg/m ³ .
Muro tipo concio 4	fondazione 175 kg/m ³ ; paramento 100 kg/m ³ .
Muro tipo conci 1, 2 e 3	fondazione 175 kg/m ³ ; paramento 100 kg/m ³ .