



ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

PA17/08

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121

Bolognetta S.c.p.a.

Contraente Generale:
Ing. Pierfrancesco Paglini

Il Responsabile Ambientale:
Ing. Claudio Lamberti

- PERIZIA DI VARIANTE N.1 -

BOLOGNETTA S.c.p.a.

Titolo elaborato:

MODIFICA TECNICA N. 111

OPERE DI SOSTEGNO - ASSE PRINCIPALE - Lotto 2a - OS99 - Muro di sostegno dx dal km 15+717.81 al km 15+877.81 Relazione di calcolo

Codice Unico Progetto (CUP) : F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	P E	OS99	R C 0 1	5	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:
0 7	PEOS99RC01_50_4137.dwg	1=1	4 1 3 7	Relazione
5				
4				
3				
2				
1				
0	PRIMA EMISSIONE		Novembre 2015	M.Mancone S. Fortino D. Tironi
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO VERIFICATO APPROVATO

A.T.I. Progettisti :

Capogruppo:

Mandante:

POLITECNICA

INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Viale Amendola, 6 - 50121 Firenze
tel 055/2001660 fax 055/2344856
e-mail polifi@politecnica.it

ACS ingegneri

Via Catani, 28/c - 59100 Prato
tel 0574.527864 fax 0574.568066
E-mail acs@acsingegneri.it

Il Progettista Responsabile
Ing. Marcello Mancone



Il Geologo
dott. Pietro Accolti Gil



Il Coordinatore per la Sicurezza
in fase di esecuzione:
Ing. Francesco Cocciante

Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di Esecuzione
Ing. Francesco Cocciante

Il Direttore dei Lavori:
Ing. Sandro Favero

Il Direttore dei Lavori
Ing. Sandro Favero

ANAS S.p.A.

DATA: _____ PROTOCOLLO: _____

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

CODICE PROGETTO **LO410C E 1101**

Dott. Ing. Ettore de Cesbron de la Grennelais

INDICE

1	Introduzione	4
2	Documenti di riferimento	5
2.1	Normative, raccomandazioni, linee guida.....	5
2.2	Bibliografia.....	5
3	Elaborati di progetto (pea) di riferimento	6
4	Caratteristiche dei materiali.....	8
4.1	Acciaio	8
4.1.1	Acciaio per armatura strutture in c.a.	8
4.2	Calcestruzzo	8
4.2.1	Calcestruzzo per fondazioni e paramento verticale	8
5	Stratigrafia e caratterizzazione geotecnica di riferimento (pea)	10
5.1	Inquadramento geologico	10
5.2	Inquadramento idrogeologico.....	11
5.3	Livello della falda	11
5.4	Profilo stratigrafico e caratteristiche geotecniche del terreno	12
5.5	Categoria di sottosuolo ai fini della caratterizzazione sismica	13
6	Caratterizzazione sismica dell'area	15
6.1	Periodo di riferimento per l'azione sismica	15
6.2	Azione sismica di riferimento	15
7	Analisi dei carichi	18
7.1	Azioni permanenti	18
7.1.1	Peso proprio.....	18
7.1.2	Spinta delle terre	18
7.2	Azioni variabili.....	20
7.2.1	Sovraccarichi.....	20
7.2.2	Azioni climatiche	20
7.3	Azione sismica.....	20
7.3.1	Spinta a tergo del muro	21
7.3.2	Forze di inerzia.....	22

8	Criteri di verifica e combinazioni di carico	23
8.1	Verifiche geotecniche (SLU-GEO e SLU-EQU).....	24
8.1.1	Verifica allo scorrimento sul piano di posa.....	24
8.1.2	Verifica al ribaltamento.....	24
8.1.3	Verifica di capacità portante	25
8.1.4	Verifica di stabilità globale	27
8.1.5	Coefficienti parziali per la resistenza	28
8.2	Verifiche geotecniche (SLE-GEO)	28
8.2.1	Stima dei cedimenti dell'opera.....	28
8.3	Verifiche strutturali (STR).....	30
8.3.1	Verifiche SLU	30
8.3.2	Verifiche SLE	30
9	Sezioni tipo e risultati di calcolo	31
9.1	Sezione Tipo 1	32
9.2	Caratteristiche geotecniche terreno spingente	32
9.3	Caratteristiche geotecniche terreno di fondazione	33
9.4	Caratteristiche geometriche muro	33
9.5	Sovraccarico permanente	33
9.6	Caratterizzazione sismica	34
9.7	SLU_Statico.....	34
9.8	SLU_Sismico	37
9.9	GEO_Statico.....	40
9.10	GEO_Sismico	43
9.11	SLE_Rare	46
9.12	SLE_Frequenti.....	46
9.13	SLE_Quasi Permanenti	47
9.14	Sollecitazioni in fondazione e paramento	48
9.15	Verifiche di stabilità globale del complesso opera di sostegno - terreno.....	49
9.15.1	Stabilità globale– Condizioni statiche	50
9.15.2	Stabilità globale – Condizioni sismiche.....	51
9.16	Stima dei cedimenti	51
9.17	Risultati delle verifiche strutturali.....	61
9.17.1	Verifica paramento verticale	61
9.17.2	Verifica fondazione.....	68

9.18	Sezione Tipo 2.....	72
9.19	Caratteristiche geotecniche terreno spingente	72
9.20	Caratteristiche geotecniche terreno di fondazione	72
9.21	Caratteristiche geometriche muro	72
9.22	Sovraccarico permanente	73
9.23	Caratterizzazione sismica	73
9.24	SLU_Statico.....	73
9.25	SLU_Sismico	76
9.26	GEO_Statico.....	79
9.27	GEO_Sismico	82
9.28	SLE_Rare	85
9.29	SLE_Frequenti.....	85
9.30	SLE_Quasi Permanenti	86
9.31	Sollecitazioni in fondazione e paramento	87
9.32	Verifiche di stabilità globale del complesso opera di sostegno - terreno.....	87
9.32.1	Stabilità globale– Condizioni statiche	89
9.32.2	Stabilità globale – Condizioni sismiche.....	90
9.33	Stima dei cedimenti	90
9.34	Risultati delle verifiche strutturali.....	100
9.34.1	Verifica paramento verticale	100
9.34.2	Verifica fondazione.....	108
10	Allegato 1 – Verifiche di stabilità – file di Input/output del modello di calcolo	112

1 INTRODUZIONE

La presente relazione si riferisce al nuovo muro di sostegno previsto nella presente fase di progetto esecutivo di dettaglio (PED), in corrispondenza dello svincolo di Villafati Sud sull'asse principale lato monte(ciglio Dx)) tra la Progr. 15+717.81 e la Progr.15+877.81, per uno sviluppo di circa 140.0 m. Si tratta pertanto di un muro di controripa in cemento armato con rivestimento sul paramento verticale, di altezza complessiva 2.40 m da estradosso fondazione.

A tergo del muro si prevede l'inserimento di un drenaggio costituito da materiale arido con funzione di mantenere bassa la quota della falda a tergo dell'opera. A maggiore garanzia si prevede un tubo microfessurato per garantire il drenaggio delle acque verso i recapiti più prossimi.

A tergo del muro di sostegno, si prevede una canaletta di raccolta delle acque provenienti da monte. In particolare la scarapata riprofilata, avrà dapprima una pendenza 1/3 per uno sviluppo in pianta di circa 3.50 m e successivamente 2/3 sino a raccordarsi a terreno naturale.

Al fine di evitare il dilavamento superficiale delle scarapate, si prevede oltre all'idrosemina, anche la messa in opera di un geocomposito fissato al terreno naturale mediante picchetti.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normative, raccomandazioni, linee guida

- [1] L. 5.11.1971, n° 1086 – “*Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica*”.
- [2] D.M. 14.01.2008 – “*Norme tecniche per le costruzioni*”.
- [3] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - “*Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008*”
- [4] Eurocodice 8 “*Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici*”, febbraio 1998.

2.2 Bibliografia

- [5] LANCELLOTTA R. (1991): “*Geotecnica*” – Edizioni Zanichelli;
- [6] BOWLES J.E. (1991): “*Fondazioni – Progetto e analisi*” – McGraw & Hill.

3 ELABORATI DI PROGETTO (PEA) DI RIFERIMENTO

[7]	Relazione geologica geomorfologica idrogeologica	PE_GE_RT01
[8]	Relazione geotecnica	PE_GT_RT01
[9]	Relazione sismica	PE_SI_RT01
[10]	Relazione geotecnica corpo stradale	PE_GT_RT02
[11]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 1	PE_GT_L001
[12]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 2	PE_GT_L002
[13]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 3	PE_GT_L003
[14]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 4	PE_GT_L004
[15]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 5	PE_GT_L005
[16]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 6	PE_GT_L006
[17]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 7	PE_GT_L007
[18]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 8	PE_GT_L008
[19]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 9	PE_GT_L009
[20]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 10	PE_GT_L010
[21]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 11	PE_GT_L011
[22]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 12	PE_GT_L012
[23]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 13	PE_GT_L013
[24]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 14	PE_GT_L014
[25]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 15	PE_GT_L015
[26]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 16	PE_GT_L016
[27]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 17	PE_GT_L017
[28]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 18	PE_GT_L018
[29]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 19	PE_GT_L019
[30]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 20	PE_GT_L020
[31]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 21	PE_GT_L021
[32]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 22	PE_GT_L022
[33]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 23	PE_GT_L023
[34]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 24	PE_GT_L024
[35]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 25	PE_GT_L025
[36]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 26	PE_GT_L026
[37]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 27	PE_GT_L027
[38]	Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 28	PE_GT_L028

[39]	Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 29	PE_GT_L029
[40]	Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 30	PE_GT_L030
[41]	Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 31	PE_GT_L031
[42]	Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 32	PE_GT_L032
[43]	Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 33	PE_GT_L033
[44]	Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 34	PE_GT_L034
[45]	Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 35	PE_GT_L035
[46]	Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 36	PE_GT_L036
[47]	Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 37	PE_GT_L037
[48]	Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 38	PE_GT_L038

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Il progetto strutturale, svolto secondo il metodo degli stati limite, prevede l'uso dei materiali con le caratteristiche meccaniche minime riportate nei paragrafi seguenti.

4.1 Acciaio

4.1.1 Acciaio per armatura strutture in c.a.

Barre ad aderenza migliorata, saldabile, tipo B450C dotato delle seguenti caratteristiche meccaniche:

modulo elastico	$E_s = 210000 \text{ MPa}$
resistenza caratteristica a rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
resistenza caratteristica a snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
resistenza di calcolo acciaio	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$
con	$\gamma_s = 1.15 \text{ per SLU}$
	$\gamma_s = 1.00 \text{ per SLE}$
resistenza caratteristica di calcolo SLU	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3 \text{ MPa}$
resistenza caratteristica di calcolo SLE	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450.0 \text{ MPa}$
con	
limite di trazione (combinazione rara)	$\sigma_s \leq 0.80 \times f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

4.2 Calcestruzzo

4.2.1 Calcestruzzo per fondazioni e paramento verticale

Classe di resistenza	C30/37
dimensione massima dell'inerte	$D_{max} = 32 \text{ mm}$
classe di esposizione	XA1
contenuto minimo di cemento	300 kg/m^3
rapporto acqua/cemento	$a/c \leq 0.50$
classe di consistenza	S4
copriferro minimo	$c_{f,min} \geq 40 (-0 +5) \text{ mm}$

modulo elastico C30/37	$E_c = 32836.6 \text{ MPa}$
resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} = 37 \text{ MPa}$
resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
resistenza di calcolo calcestruzzo	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$
con	$\gamma_c = 1.50 \text{ per SLU}$
	$\gamma_c = 1.00 \text{ per SLE}$
resistenza caratteristica di calcolo SLU	$f_{cd} = f_{ck} \times 0.85 / \gamma_c = 17.0 \text{ MPa}$
resistenza caratteristica di calcolo SLE	$f_{cd} = f_{ck} \times 0.85 / \gamma_c = 25.5 \text{ MPa}$
con	
limite di compressione (combinazione rara)	$\sigma_c \leq 0.60 \times f_{ck} = 18.0 \text{ MPa}$
limite di compressione (combinazione quasi permanente)	$\sigma_c \leq 0.45 \times f_{ck} = 13.5 \text{ MPa}$
limite di apertura delle fessure agli SLE	$w_{lim} = 0.20 \text{ mm}$

5 STRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DI RIFERIMENTO (PEA)

5.1 Inquadramento geologico

L'analisi fotogeologica, insieme allo studio dei dati stratigrafici e analitici derivati dalle campagne geognostiche condotte ed all'incrocio con le informazioni cartografiche e descrittive disponibili ha consentito di delineare con sufficiente approssimazione il quadro geologico-stratigrafico nella fascia di territorio in cui ricade il tracciato stradale. Nell'area in esame sono presenti formazioni geologiche di età compresa tra il Trias e l'attuale, rappresentate dalle seguenti unità:

- **Depositi continentali quaternari**
 - Depositi di versante
 - Accumuli di frana
 - Deposito alluvionale di alveo
 - Deposito alluvionale terrazzato
 - Prodotti eluviali e depositi colluviali
- **Depositi sinorogenici**
 - Formazione Terravecchia (Tortoniano (parte alta) – Messiniano inferiore)
 - Formazione di Castellana Sicula (Serravalliano (parte alta) – Tortoniano (parte bassa))
- **Unità derivanti dalla deformazione del Dominio Sicilide**
 - Formazione Polizzi (*Oligocene - Eocene superiore*)
- **Unità derivanti dalla deformazione del Bacino Numidico (s.l.)**
 - Formazione Tavernola (Burdigaliano superiore - Langhiano)
 - Formazione Portella Colla (Oligocene superiore – Miocene inferiore (Aquitano))
- **Unità derivanti dalla deformazione del Dominio Imerese**
 - Formazione Mufara (Carnico medio - superiore)
- **Unità derivanti dalla deformazione del Dominio Sicano**
 - Complesso di Lercara (Permiano inferiore – Trias medio (Ladinico))
- **Unità derivanti dalla deformazione della piattaforma carbonatica e carbonatica pelagica Trapanese**
 - Formazione Buccheri p.p. (Toarciano – Tortonico inferiore)

Si rimanda al documento di riferimento [8], per l'analisi approfondita delle singole formazioni geologiche.

5.2 Inquadramento idrogeologico

Complessivamente, i terreni presenti nella zona di studio, attribuibili alle unità derivanti dalla deformazione del Dominio Sicilide, del Bacino Numidico e alla facies arenacea-sabbiosa dei depositi terrigeni sinorogenici, svolgono la funzione di impermeabile relativo rispetto tutti gli altri complessi idrogeologici. Infatti il ruolo idrogeologico di questi termini è da ritenere inesistente non essendoci nelle aree del loro affioramento delle vere falde idriche a cui essi potrebbero fare da limite di permeabilità definito o da strato confinante.

In particolare le unità derivanti dalla deformazione del Bacino Numidico (Formazione di Tavernola e Formazione Portella Colla) per la facies pelitica e i livelli arenacei inglobati nelle peliti e talora intensamente tettonizzati, presentano caratteristiche di permeabilità relativa molto variabili da livello a livello e da zona a zona che può variare da bassa a bassissima. Modeste falde idriche sono localizzate nelle ridotte coltri d'alterazione di tali successioni terrigene a profondità generalmente comprese tra 3 e 6 m dal p.c..

In tale contesto idrogeologico si evidenzia che gli acquiferi più importanti sono presenti in corrispondenza del complesso alluvionale e sono caratterizzati dalla giustapposizione disordinata di termini litologici di varia granulometria. La circolazione idrica avviene pertanto per falde sovrapposte con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alto grado di permeabilità relativa. Il regime torrentizio dei corsi d'acqua fa supporre che vi sia una notevole escursione stagionale del livello della falda nelle pianure alluvionali, alimentata dalle acque di corrivazione provenienti dai versanti e legata alle portate dei corsi d'acqua stessi.

Falde di modeste dimensioni ed a carattere stagionale si impostano nelle coltri superficiali di alterazione del substrato, nelle coperture detritiche e negli accumuli di frana.

5.3 Livello della falda

Per le verifiche strutturali e geotecniche del muro di sostegno sia in condizioni statiche e sismiche, essendo presente un sistema di drenaggio a tergo del muro, si considera la quota della falda a quota intradosso fondazione.

Per le verifiche di stabilità globale, cautelativamente, si considera la falda a quota estradosso fondazione, sia in condizioni statiche che sismiche, per considerare un eventuale intasamento del drenaggio.

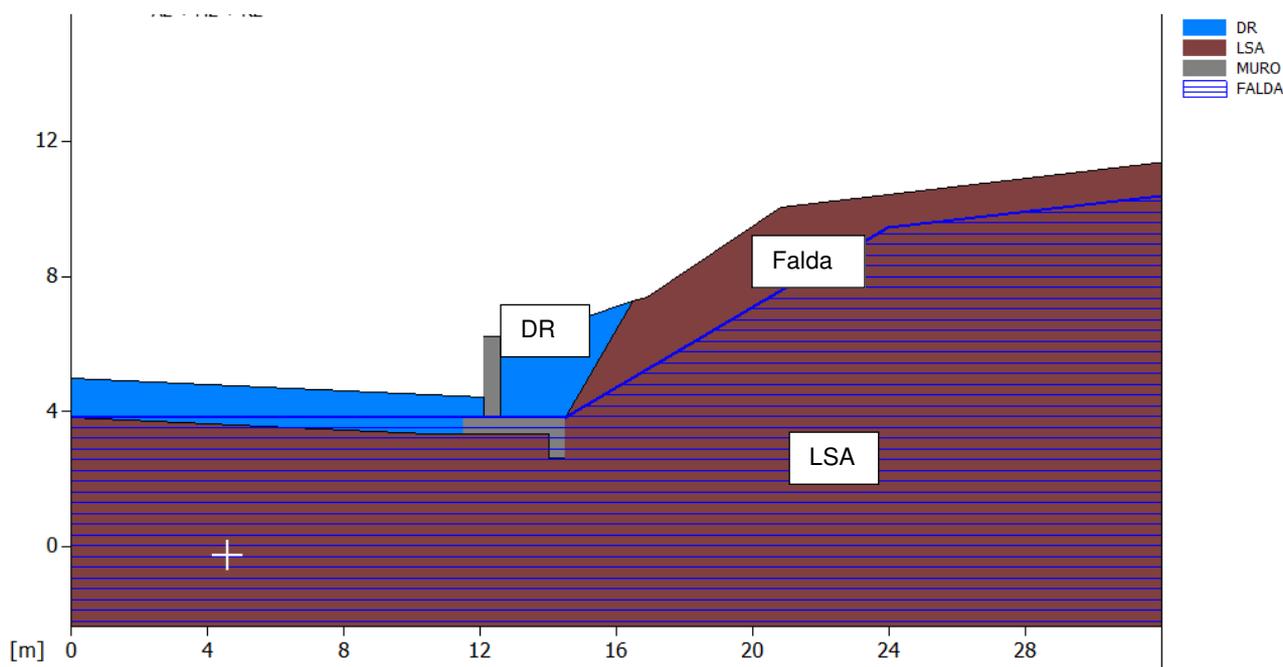
Si fa presente, laddove necessario, che l'ipotesi di considerare la falda a quota estradosso fondazioni, anche in condizioni sismiche, risulta molto conservativa ed ad evidente vantaggio di sicurezza.

5.4 Profilo stratigrafico e caratteristiche geotecniche del terreno

Dall'analisi del profilo stratigrafico di PEA (documenti di riferimento da [12] a [49]), si evince che il materiale che sarà interessato dallo scavo per la realizzazione del muro è costituito dai Limi sabbiosi argillosi.

Il terreno sul quale verrà fondato il muro di sostegno è costituito dai Limi sabbiosi argillosi [Unità LSA].

Ai fini delle verifiche sia strutturali che di stabilità si considera la seguente sezione stratigrafica desunta dagli elaborati di PEA.



Sezione stratigrafica adottata nel calcolo

Pertanto ai fini delle verifiche geotecniche e strutturali del muro di sostegno OS99, si considereranno i seguenti terreni:

Terreno a tergo e di fondazione: Unità LSA.

Si fa riferimento ai seguenti parametri geotecnici "caratteristici" di PEA per la formazione in esame:

Unità LSA – Limi sabbiosi argillosi:

γ	= peso di volume totale	20 kN/m ³
ϕ'	= angolo di resistenza al taglio	26°
c'	= coesione in termini di sforzi efficaci	5 kPa
E'	= modulo elastico drenato	15 ÷ 25 MPa
E_u	= modulo elastico non drenato	37.5 ÷ 62.5 MPa

A tergo del muro è previsto quale riempimento dello scavo per la realizzazione dello stesso , materiale arido con funzione drenante allo scopo di abbattere la falda piezometrica, avente i seguenti parametri caratteristici.

Unità DR - Materiale arido drenante:

γ	= peso di volume totale	20 kN/m ³
ϕ'	= angolo di resistenza al taglio	38°
c'	= coesione in termini di sforzi efficaci	0 kPa

Tale materiale, a vantaggio di sicurezza non è stato considerato nelle verifiche strutturali del muro ma solamente nelle verifiche di stabilità globale.

5.5 Categoria di sottosuolo ai fini della caratterizzazione sismica

Sulla base di quanto evidenziato dalle prove sismiche effettuate nel tratto di interesse, il terreno di fondazione può essere classificato nella seguente categoria di sottosuolo:

- Categoria B: "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)".

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Si rimanda al Profilo geotecnico (documenti di riferimento da [12] a [49]) per l'ubicazione delle prove sismiche effettuate e per i relativi valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio misurati.

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

6.1 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Come stabilito nel C.S.A. la progettazione delle strutture farà riferimento a:

- vita nominale $V_N = 50$ anni
- classe d'uso IV

in base a ciò risulta:

- coefficiente d'uso $C_U = 2.0$
- periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \times C_U = 100$ anni

6.2 Azione sismica di riferimento

Ai fini della caratterizzazione sismica per la progettazione delle opere minori distribuite lungo il tracciato questo è stato suddiviso in tratti di 5 km caratterizzati da superfici piane, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$. Ciascun tratto di 5 km è stato contraddistinto in base alle coordinate del punto baricentrico del tratto stesso.

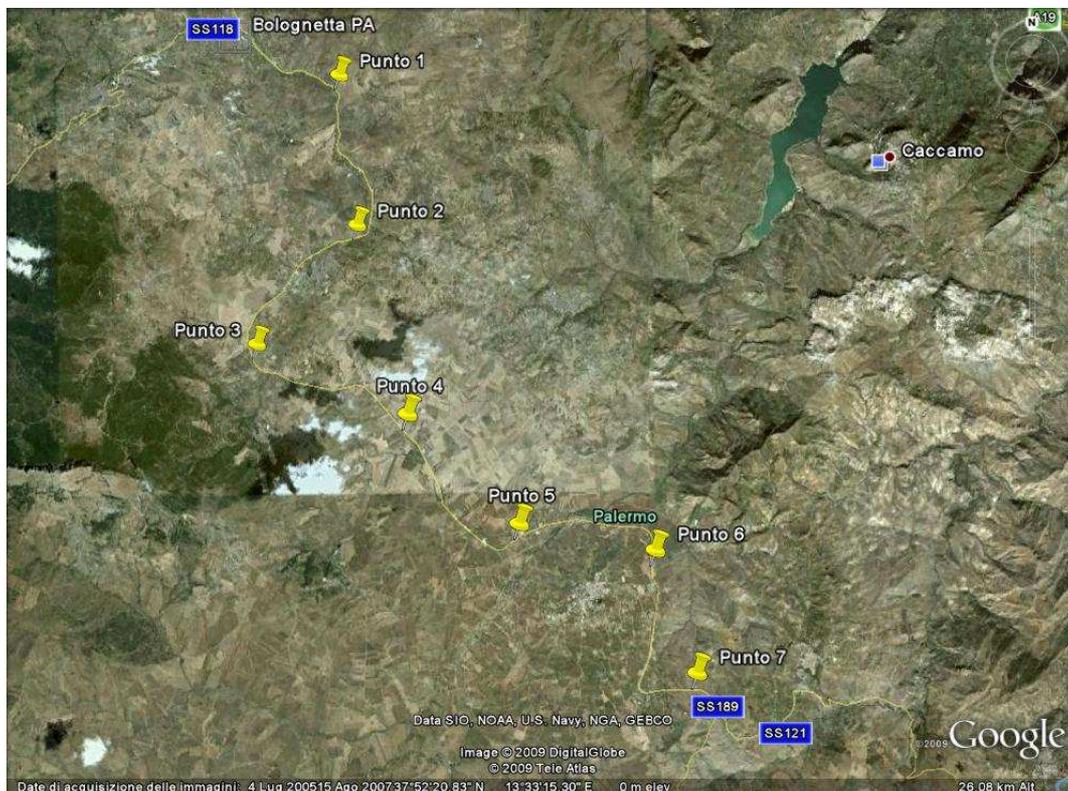


Figura 1 Localizzazione tracciato

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Le seguenti tabelle indicano l'identificazione della zona in cui ricade l'opera in esame in relazione alle coordinate geografiche corrispondenti alle medesime progressive.

Progressive km 15+000 e km 20+000

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

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

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

Interpolazione:

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

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE { SLO - $P_{VR} = 81\%$
 SLD - $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU { SLV - $P_{VR} = 10\%$
 SLC - $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---□--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Si riportano, nella tabella seguente, i valori di accelerazione di picco e gli altri parametri significativi degli spettri di progetto, relativamente al tratto in cui ricade l'opera in oggetto.

Progressiva	a_g [g]	F_0 [-]	T_{c^*} [s]
15+000 - 20+000	0.165	2.521	0.327

Per quanto riguarda il profilo di terreno (Classe A, B, C, ...) si fa riferimento alla seguente tabella:

Progressiva	Categoria
15+300 - 35+000	B

Da cui si considera un fattore di amplificazione stratigrafica $S_S = 1.2$ e di amplificazione topografica $S_T = 1$

7 ANALISI DEI CARICHI

Nel seguito si riassumono le condizioni di carico considerate nell'analisi di verifica delle strutture.

7.1 Azioni permanenti

7.1.1 Peso proprio

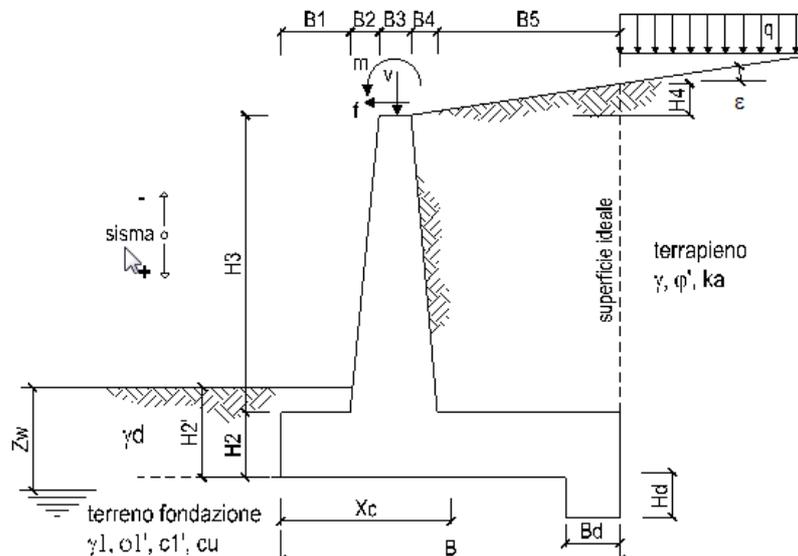
Per il calcolo del peso proprio delle strutture si assumono i pesi unitari di seguito indicati:

Struttura in c.a. $\gamma_1 = 25.0 \text{ kN/m}^3$;

Terreno di ritombamento: $\gamma_2 = 20.0 \text{ kN/m}^3$.

7.1.2 Spinta delle terre

La valutazione delle spinte delle terre viene effettuata considerando quale paramento ideale del muro il piano verticale passante dal filo interno della platea di fondazione, come riportato nella figura seguente.



L'angolo di attrito tra paramento verticale e terreno viene considerato, in condizioni statiche, pari $\delta = 2/3 \cdot \phi'$, con ϕ' angolo di resistenza al taglio di progetto.

Nelle verifiche la spinta del terreno viene determinata con la seguente espressione:

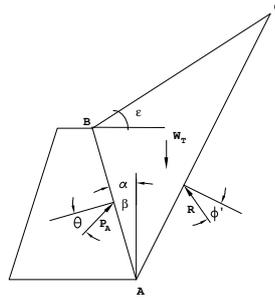
$$p'_a(z) = [\sigma'_v(z) + q] \cdot K_a - 2c' \sqrt{K_a}$$

$\sigma'_v(z)$ = tensione verticale efficace alla generica quota z;

K_a = coefficiente di spinta attiva;

q = eventuale sovraccarico uniformemente distribuito.

Per il calcolo di K_a in condizioni statiche è basato sulla teoria di Coulomb, nell'ipotesi di fondazione rigida e superficie di rottura piana, secondo lo schema di seguito riportato.



dove K_a

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \delta) \cdot \left(1 + \left(\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\alpha + \delta) \cos(\alpha - \varepsilon)} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}}$$

avendo indicato con:

α =angolo che il paramento interno forma con la verticale;

ϕ =angolo di attrito interno del terreno;

δ =angolo di attrito terra-muro;

ε = inclinazione del terreno a tergo del muro.

Da cui la spinta dovuta al terrapieno è determinabile come:

$$S_{st} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a$$

γ_t = peso specifico del terreno;

H = altezza del muro dalla base della fondazione;

K_a = coefficiente di spinta attiva valutato tramite la seguente espressione

Tale spinta è applicata ad una distanza a partire dalla base della fondazione pari a $1/3 \cdot H$.

Il contributo dovuto al sovraccarico $Q = q_{perm} + q_{acc}$ vale:

$$S_q = Q \cdot H \cdot K_a$$

tale spinta è applicata ad $1/2 \cdot H$.

La spinta attiva risultante $S_{st} + S_q$ in condizioni statiche, risulta inclinata dell'angolo δ sull'orizzontale. Pertanto il valore della spinta orizzontale P_{AH} è pari a:

$$P_{AH} = (S_{st} + S_q) \cdot \cos \delta$$

mentre la componente verticale P_{AV} risulta:

$$P_{AV} = (S_{st} + S_q) \cdot \sin \delta$$

Le componenti della spinta sono costituite in generale da due aliquote, l'una dovuta al peso proprio del terreno l'altra dovuta al sovraccarico, che avranno distribuzione diversa lungo l'altezza dell'opera: la prima di tipo triangolare l'altra di tipo rettangolare, se carico distribuito uniforme (permanente o accidentale che sia), o differente per aree di carico diverso (nastriforme,).

Le diverse aliquote saranno considerate distintamente in fase di combinazione dei carichi a seconda che si tratti di azioni permanenti, strutturali o non strutturali, o variabili.

7.2 Azioni variabili

7.2.1 Sovraccarichi

Dato che a tergo del muro vi è la riprofilatura del versante, non si hanno sovraccarichi accidentali nel calcolo del muro.

7.2.2 Azioni climatiche

Nel caso specifico non si hanno azioni climatiche.

7.3 Azione sismica

Nelle verifiche sismiche le azioni generate dal sisma ed agenti sulla struttura sono considerate come segue:

1. spinta dovuta al terreno a tergo del muro
2. forze d'inerzia orizzontali F_i del muro e del terreno.

7.3.1 Spinta a tergo del muro

Per muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto ove agisce la spinta in condizioni statiche. Essendo questa circostanza applicabile al muro qui esaminato, la spinta a tergo del muro in condizioni sismiche è stata valutata semplicemente sostituendo al coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche K_a il coefficiente K_{as} (coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche):

$$p'_a(z) = [\sigma'_v(z) + q] \cdot K_{as} - 2c' \sqrt{K_{as}}$$

In condizioni sismiche invece si adotta la formulazione di Mononobe ed Okabe riportata di seguito:

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi' - \psi - \beta)}{\cos\psi \cdot \cos^2\beta \cdot \cos(\delta + \beta + \psi) \left[1 + \left(\frac{\sin(\phi' + \delta) \cdot \sin(\phi' - \psi - i)}{\cos(\delta + \beta + \psi) \cdot \cos(i - \beta)} \right)^{0.5} \right]^2}$$

$$\psi = \tan^{-1} \frac{N_h}{1 - N_v}$$

in cui:

ϕ = angolo di resistenza al taglio del terreno

β = inclinazione del terreno a monte del muro rispetto all'orizzontale (positivo per terreno che sale allontanandosi dal muro)

ψ = inclinazione del muro rispetto all'orizzontale

δ = angolo di attrito muro-terreno

θ = angolo dipendente dalla accelerazione sismica e definito dalle seguenti espressioni:

$$\theta = \text{tg}^{-1} (k_h / (1 \pm k_v))$$

essendo k_h e k_v rispettivamente i coefficienti di accelerazione sismica orizzontale e verticale.

L'angolo di attrito tra paramento verticale e terreno viene considerato, in condizioni sismiche, pari a $\delta = 0$. Pertanto la risultante delle spinte totali è coincidente con la componente delle spinte orizzontali.

Come precedentemente indicato, l'incremento di spinta dovuto al sisma (inteso come differenza fra la spinta totale in condizioni sismiche e la spinta pre-agente in condizioni statiche) viene applicato nello stesso punto ove agisce la spinta statica.

I coefficienti di accelerazione sismica k_h e k_v valgono rispettivamente:

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

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

dove:

a_{max} = accelerazione massima attesa al sito in considerazione

g = accelerazione di gravità

β_m = coefficiente riduttivo che tiene conto dei possibili spostamenti dell'opera

L'accelerazione massima è stata valutata come:

$$a_{max} = a_g S_S S_T$$

in cui:

a_g = accelerazione massima attesa al sito di riferimento sul substrato rigido

S_S = coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_T = coefficiente di amplificazione topografica

Il coefficiente riduttivo β_m viene desunto dalla tabella 7.11.11 della normativa vigente qui di seguito riprodotta:

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0.2 < a_g \leq 0.4$	0.31	0.31
$0.1 < a_g \leq 0.2$	0.29	0.24
$a_g \leq 0.1$	0.20	0.18

N.B.: per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente β_m viene assunto pari ad 1.0.

7.3.2 Forze di inerzia

Le forze di inerzia del muro, del terreno direttamente poggiante su di esso e delle eventuali strutture collegate, sono state valutate come:

$$F_p = k_h W_i$$

$$F_v = \pm k_v W_i$$

in cui k_h e k_v sono, rispettivamente, il coefficiente di accelerazione sismica orizzontale ed il coefficiente di accelerazione sismica verticale di cui al paragrafo precedente e W_i è il peso della struttura considerata. Tali azioni sono applicate nel baricentro della struttura.

8 CRITERI DI VERIFICA E COMBINAZIONI DI CARICO

Il progetto e la verifica della struttura in questione è stata eseguita mediante il metodo degli “Stati Limite”, verificando:

1. SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU):
 - scorrimento sul piano di posa
 - verifica al ribaltamento
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
 - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno
2. SLU di tipo strutturale (STR):
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali
3. SLE di tipo strutturale (STR):
 - raggiungimento dello stato limite nei confronti della corrosione e/o dell'eccessivo degrado.
4. SLE di tipo geotecnico (GEO):
 - valutazione dei cedimenti, degli spostamenti e delle rotazioni dell'opera.

Le verifiche sono state effettuate con riferimento all'Approccio 1, Combinazioni 1 (A1+M1+R1) e 2 (A2+M2+R2) rispettivamente per le verifiche strutturali (STR) e geotecniche (GEO). Fa eccezione la verifica al ribaltamento del muro per cui, in accordo alla normativa vigente, la verifica è stata condotta utilizzando i coefficienti parziali delle azioni della tabella 2.6.I (colonna EQU) della normativa ed i coefficienti parziali del gruppo M2 per il calcolo delle spinte.

Nelle verifiche allo scorrimento è stata del tutto trascurata la presenza di reazione passiva da parte del terreno a valle dell'opera.

Ai fini delle verifiche allo scorrimento ed al ribaltamento si considera la spinta del terreno agente sul piano verticale passante per l'estremo di monte della platea di fondazione mentre l'elemento resistente risulta costituito dall'insieme dell'opera in c.a. e del terreno di ricoprimento, lato monte, della platea di fondazione.

Nel seguito si riporta una breve descrizione dei criteri di verifica sia con riferimento alle condizioni statiche che sismiche.

8.1 Verifiche geotecniche (SLU-GEO e SLU-EQU)

8.1.1 Verifica allo scorrimento sul piano di posa

La verifica a scorrimento in condizioni statiche è stata condotta in condizioni drenate.

La verifica a scorrimento in condizioni sismiche è stata condotta sia in condizioni drenate che non drenate.

La risultante delle azioni orizzontali agenti sul muro deve risultare non superiore alla forza resistente costituita dall'attrito sul piano di imposta. In condizioni drenate è valutata come prodotto della risultante delle azioni verticali (ortogonali al piano di imposta) per il coefficiente di attrito in fondazione $\mu = \tan(\phi')$, come riportato nella seguente espressione:

$$FS = \frac{(F_v + S_y) \cdot \tan \phi}{F_h}$$

in cui:

F_v = pesi propri e forze verticali applicate;

F_h = forze d'inerzia, forze orizzontali applicate e componenti orizzontali delle spinte;

S_y = componenti verticali delle spinte;

$\tan \phi$ = coefficiente di attrito terreno ÷ fondazione.

8.1.2 Verifica al ribaltamento

La somma dei momenti, valutati rispetto allo spigolo di valle della platea di fondazione, dovuti alle azioni agenti sul muro deve risultare non superiore al momento dovuto al peso proprio della struttura e delle masse ad esso collegate (terreno di ricoprimento, eventuale barriera acustica, ...).

In condizioni sismiche si è tenuto conto, oltre che dell'incremento di spinta del terreno, anche delle forze di inerzia delle masse del muro e/o ad esso collegate.

Ai fini pratici le verifiche sono state condotte utilizzando le medesime azioni e forze resistenti valutate con riferimento alla verifica allo scorrimento (condizione A2+M2+R2) moltiplicando i valori delle diverse azioni/reazioni secondo i coefficienti 0.9 ed 1.1 come indicato nella tabella sottostante:

	favorevole	sfavorevole
Peso del muro e del riinterro	0.9	
Eventuali masse aggiuntive collegate al muro	0.9	
Azione di eventuali tiranti	0.9	

Spinta del terreno		1.1
Forze di inerzia muro, terreno ed eventuali masse aggiuntive collegate		1.1
Spinta dell'acqua e sottospinta idraulica		1.1

$$\mu_r = \frac{\sum F_v \cdot b}{\sum F_h \cdot h - \sum S_y \cdot d}$$

in cui:

F_v = pesi propri e forze verticali applicate;

F_h = forze d'inerzia, forze orizzontali applicate e componenti orizzontali delle spinte;

S_y = componenti verticali delle spinte;

b,h,d= bracci delle F_v , F_h , S_y .

8.1.3 Verifica di capacità portante

La capacità portante limite viene valutata, secondo il criterio di Brich Hansen, con riferimento alla fondazione equivalente, definita come la parte della fondazione reale rispetto alla quale la risultante dei carichi è baricentrica.

Per fondazioni rettangolari di dimensioni in pianta B ed L, indicate rispettivamente con e_B ed e_L le due componenti in direzione di B e di L della eccentricità del carico, le dimensioni efficaci B_e ed L_e sono espresse da:

$$B_e = B - 2 e_B \qquad L_e = L - 2 e_L$$

In condizioni statiche, l'analisi viene condotta in condizioni drenate in termini di sforzi efficaci. Cautelativamente anche in condizioni sismiche l'analisi viene condotta in condizioni drenate in termini di sforzi efficaci.

Verifiche in termini di sforzi efficaci (terreni di tipo non coesivo o terreno coesivo a lungo termine)

La pressione limite della fondazione è stata valutata in base alla soluzione di Prandtl (1921) e successive generalizzazioni. Per tenere conto della geometria reale e della presenza della scarpata immediatamente a valle della fondazione si è fatto riferimento alla espressione nella forma più generale di seguito riportata:

$$q_u = \frac{1}{2} \gamma' B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma} + \sigma'_{vo} N_q s_q d_q i_q b_q g_q + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c$$

in cui:

B = dimensione efficace minore della fondazione

N_γ, N_q, N_c = fattori di capacità portante, funzioni dell'angolo di attrito φ'

s_γ, s_q, s_c = fattori correttivi che tengono conto della forma della fondazione

d_γ, d_q, i_c = fattori correttivi che tengono conto della profondità del piano di imposta

i_γ, i_q, i_c = fattori correttivi che tengono conto della inclinazione del carico

b_γ, b_q, b_c = fattori correttivi che tengono conto della inclinazione della base della fondazione

g_γ, g_q, g_c = fattori correttivi che tengono conto della inclinazione del piano campagna circostante la fondazione

σ'_{vo} = pressione verticale efficace agente nelle adiacenze della fondazione alla quota del piano di imposta.

I coefficienti di capacità portante N_γ, N_q ed N_c sono ricavati dalle seguenti espressioni (Vesic 1973):

$$N_q = \frac{1 + \text{sen}\varphi}{1 - \text{sen}\varphi} e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_\gamma = 2 \times (N_q + 1) \times \tan(\varphi)$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan(\varphi)$$

I coefficienti correttivi possono essere valutati mediante le espressioni:

$$s_\gamma = s_q = 1 + 0.1 (B/L) (1 + \text{sen}\varphi) / (1 - \text{sen}\varphi)$$

$$s_c = 1 + 0.2 (B/L) (1 + \text{sen}\varphi) / (1 - \text{sen}\varphi)$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B L c' / \tan \varphi))^{(m+1)}$$

$$i_q = (1 - H / (N + B L c' / \tan \varphi))^m$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \varphi)$$

$$m = (2 + B/L) / (1 + B/L)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi' (1 - \text{sen} \varphi')^2 \arctan (z'/B)$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_q = (1 - \alpha \tan \varphi')^2$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q)/(N_c \tan \varphi')$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_q = (1 - \tan \omega)^2$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q)/(N_c \tan \varphi')$$

I simboli utilizzati nelle espressioni precedenti rappresentano:

z_f = profondità del piano di imposta misurata dal tetto dello strato portante ;

N = componente della risultante dei carichi perpendicolare al piano di imposta (risultante dei carichi verticali nel caso più comune di piano di imposta orizzontale);

α = inclinazione, in radianti, del piano di imposta, positiva per piano di imposta pendente verso “monte”, cioè in direzione opposta a quella verso cui si presume si sviluppi la rottura;

ω = inclinazione, in radianti, del piano campagna, positiva per piano campagna pendente verso “valle”, cioè nella direzione verso cui si presume si sviluppi la rottura.

8.1.4 Verifica di stabilità globale

Si fa ricorso ad un modello semplificato basato sulla nota teoria dell'equilibrio limite nell'ambito della quale i terreni sono stati caratterizzati mediante un legame costitutivo rigido-plastico con criterio di rottura di Mohr-Coulomb (analisi in termini di sforzi efficaci).

Come prescritto dalla normativa la verifica viene effettuata secondo la “Combinazione 2” (A2+M2+R2) sia in condizioni statiche che sismiche.

L'analisi delle condizioni di equilibrio viene svolta con ricorso al codice di calcolo Macstras 4.0 della Maccaferri. Le forze di inerzia, orizzontali e verticali, applicate alle masse in condizioni sismiche sono valutate mediante i coefficienti k_h e k_v di cui al paragrafo § 7.3.1. Il coefficiente β , in questo caso denominato β_s , assume i valori indicati nella tabella 7.11.I della normativa vigente e qui di seguito riprodotta.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g \leq 0.1$	0.20	0.20

8.1.5 Coefficienti parziali per la resistenza

Per il caso in oggetto relativo al dimensionamento di un muro di sostegno, i coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche relativamente ad ogni singolo SLU precedentemente analizzato sono di seguito indicati:

<i>Verifica</i>	<i>Coefficiente parziale (R2)</i>
Scorrimento sul piano di posa	$\gamma_R=1.0$
Collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno	$\gamma_R=1.0$
Ribaltamento	$\gamma_R=1.0$
Stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno	$\gamma_R=1.1$

Per le condizioni sismiche valgono gli stessi coefficienti di sicurezza assunti in condizioni statiche e riportati nella precedente tabella.

8.2 **Verifiche geotecniche (SLE-GEO)**

Le verifiche geotecniche allo SLE sono le seguenti.

8.2.1 Stima dei cedimenti dell'opera

Come noto, il problema dei cedimenti può essere diviso in cedimento immediato, cedimento di consolidazione primario e cedimento dovuto alla deformazione differita nel tempo dopo il termine del processo di consolidazione primario, detto anche cedimento secondario. La consolidazione primaria è associata ai processi di dissipazione delle sovrappressioni interstiziali e si esaurisce in tempi relativamente brevi, mentre la consolidazione secondaria, legata a fenomeni di origine viscosa, si sviluppa in tempi molto più lunghi.

È da tener conto che la costruzione di un muro comporta un incremento di tensione sul terreno che si trasferisce in profondità con un progressivo decremento fino ad annullarsi. Prima di procedere nella stima dei cedimenti è dunque necessario calcolare l'incremento di tensione a tali profondità indotto dai lavori.

La valutazione dell'incremento dello stato tensionale indotto nel terreno dai carichi applicati viene condotta con riferimento a soluzioni basate sulle seguenti ipotesi semplificative:

- il terreno è schematizzato come un semispazio elastico lineare, omogeneo ed isotropo (modello di Boussinesq).
- l'area di carico è posta sulla superficie del semispazio con rigidità nulla.

Per una generica condizione di carico viene eseguita una discretizzazione in un numero finito di superfici rettangolari sulle quali è applicata una pressione uniforme.

Per ogni direttrice di calcolo del cedimento vengono valutati gli incrementi di tensione indotti da ogni singola superficie di carico componendo poi gli effetti.

La soluzione base impiegata è quella di Florin (1959) che fornisce gli incrementi di tensione in corrispondenza di una verticale passante per lo spigolo di un'area di carico rettangolare.

Il cedimento (s) viene valutato, dopo avere discretizzato l'altezza significativa di terreno (H_c) in "n" strati, in base alla seguente relazione:

$$s = \sum_i [\delta\sigma_{z,i} - \nu (\delta\sigma_{x,i} + \delta\sigma_{y,i})] / E'_i$$

dove:

E'_i = modulo di deformazione dello strato i -esimo;

h_i = altezza dello strato i -esimo,

$\delta\sigma_z$ = incremento di tensione verticale,

$\delta\sigma_{x,y}$ = incrementi di tensioni orizzontali,

Il calcolo dei cedimenti è limitato agli strati di terreno che realisticamente risentono del carico applicato in superficie. Ciò è individuato entro la profondità H_c per cui:

$$\delta\sigma_z / \sigma'_{vo} > 0.10.$$

Essendo σ'_{vo} la tensione verticale efficace litostatica.

Il cedimento totale dato dagli strati coesivi (di bassa permeabilità) è generalmente dato dalla somma di tre contributi:

$$S_t = S_i + S_c + S_s$$

dove:

S_t = cedimento totale;

S_i = cedimento immediato; esso si sviluppa all'applicazione del carico, viene valutato con il modulo elastico E_u (in condizioni non drenate);

S_c = cedimento per consolidazione, con sviluppo completo al tempo in cui sarà avvenuta la completa dissipazione delle sovrappressioni interstiziali indotte dai carichi;

S_s = cedimento secondario, dovuto a deformazioni viscosi del terreno con carico costante e pressioni interstiziali stabilizzate.

Nel caso in oggetto, secondo le indicazioni riportate nella Relazione geotecnica [9], può essere trascurato il contributo del cedimento secondario.

Nel caso in esame, si valuterà, quindi:

s_t con il modulo E' (in condizioni drenate);

s_i con il modulo E_u (in condizioni non drenate);

$$S_c = S_t - S_i$$

8.3 Verifiche strutturali (STR)

Alle azioni ed ai parametri geotecnici del terreno si applicano i coefficienti parziali propri delle verifiche STR (A1+M1+R1) per le verifiche allo SLU, mentre si considerano coefficienti parziali unitari sulle azioni ed i parametri caratteristici del terreno per le verifiche allo SLE.

8.3.1 Verifiche SLU

E' stata condotta la verifica in assenza ed in presenza di sisma per le membrature maggiormente sollecitate, pari alla zona d'incastro tra soletta di fondazione e paramento verticale.

8.3.2 Verifiche SLE

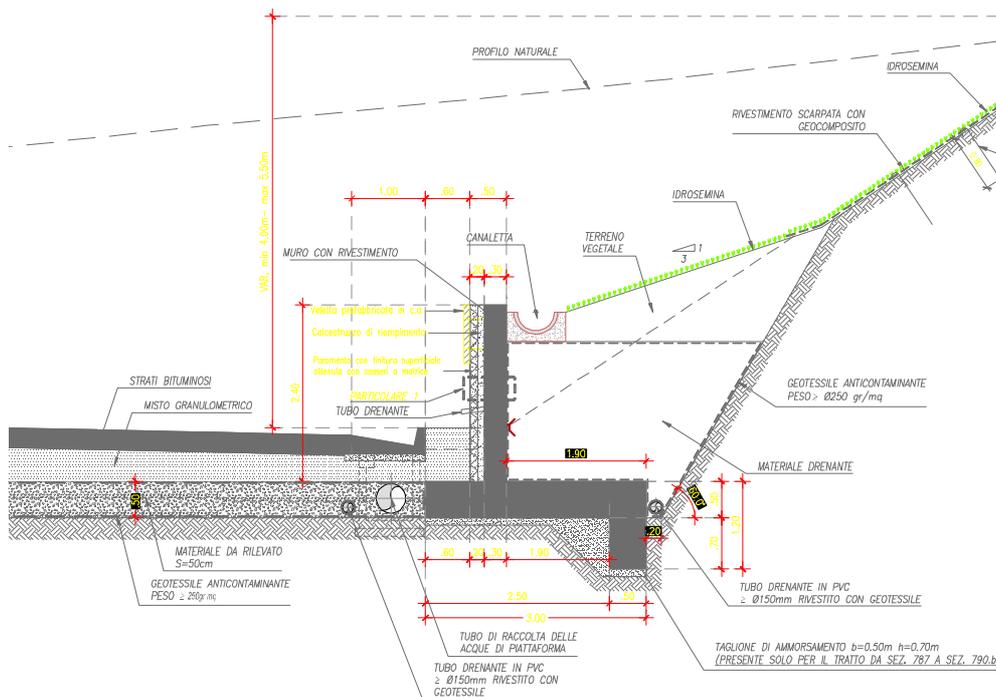
In corrispondenza delle medesime sezioni sono state effettuate le verifiche sulla massima ampiezza delle fessure (*verifica allo stato limite di fessurazione*) e sulle massime tensioni nel calcestruzzo e nelle armature (*verifica delle tensioni in esercizio*).

9 SEZIONI TIPO E RISULTATI DI CALCOLO

Le sezioni tipo sono state definite in base alla tipologia di fondazione, con o senza dente ed in rapporto all'altezza massima del muro. Nel caso specifico si fa riferimento a n°2 sezioni tipo di verifica riportate nelle figure di seguito.

Si estendono quindi i risultati di queste sezioni di calcolo anche alle altre sezioni di muro.

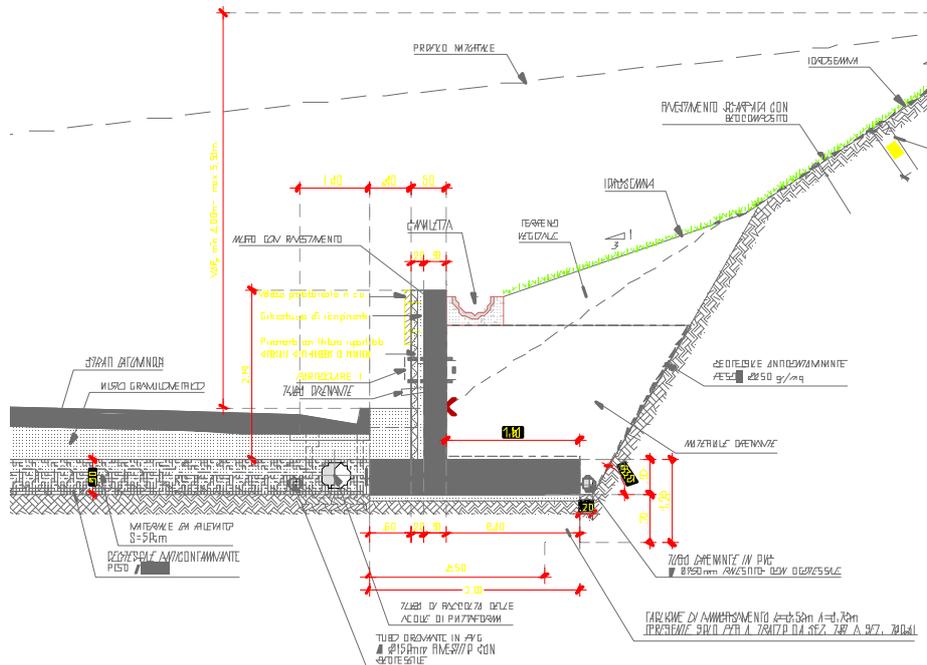
Per entrambe le sezioni la geometria del muro è costituita da un paramento verticale di $H = 2.4$ m e ciabatta spessore 0.50 m, per una altezza complessiva di 2.90 m. Il paramento in cemento armato presenta uno spessore di 30 cm oltre ad un pannello prefabbricato di rivestimento per ulteriori 20.0 cm. La fondazione ha una lunghezza di 3.0 m e presenta per il primo tipo di muro, un dente posto sul retro per una altezza complessiva di 1.20 m e spessore 50.0 cm.



Sezione Tipo 1

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO



Sezione Tipo 2

Di seguito si riportano le verifiche di tipo strutturale.

9.1 Sezione Tipo 1

Per il dimensionamento dell'opera di sostegno, si considera a tergo del muro, un terreno con pendenza pari a quella del versante ed essendo presente una scarpata di transizione tra testa muro e terreno naturale con pendenza variabile tra 1/3 e 2/3, si considera un sovraccarico permanente pari alla distanza tra testa muro e profilo naturale tale da simulare il dislivello pari a 2.90 m.

9.2 Caratteristiche geotecniche terreno spingente

	Riempimento	LSA	---	---	---	---	
H _s [m] =		3.9	0,0	0,0	0,0	0,0	spessore dell'unità
γ _{t,k} [kN/m ³] =	20.0	20.0	0,0	0,0	0,0	0,0	peso di volume del terreno caratteristico
γ _{t,d} [kN/m ³] =	26.0	26.0	0,0	0,0	0,0	0,0	peso di volume del terreno di progetto
φ' _k [gradi] =		26.0	0,0	0,0	0,0	0,0	angolo di resistenza al taglio caratteristico
φ' _d [gradi] =		26.0	0,0	0,0	0,0	0,0	angolo di resistenza al taglio di progetto
c' _k [kPa] =		5.0	0,0	0,0	0,0	0,0	coesione caratteristica
c' _d [kPa] =		5.0	0,0	0,0	0,0	0,0	coesione di progetto
δ' _k [gradi] =		17.3	0,0	0,0	0,0	0,0	angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno

δ'_d [gradi] =		17.3	0,0	0,0	0,0	0,0	angolo di resistenza al taglio muro-terreno
z_{top} [m] =		-3.9	0,0	0,0	0,0	0,0	quota di testa dell'unità
z_{bot} [m] =		0.0	0,0	0,0	0,0	0,0	quota di base dell'unità

9.3 Caratteristiche geotecniche terreno di fondazione

$\gamma_{t,k}$ [kN/m ³] =	20.0	peso di volume del terreno caratteristico
$\gamma_{t,d}$ [kN/m ³] =	20.0	peso di volume del terreno di progetto
ϕ'_k [gradi] =	26.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico
ϕ'_d [gradi] =	26.0	angolo di resistenza al taglio di progetto
c'_k [kPa] =	5.0	coesione caratteristica
c'_d [kPa] =	5.0	coesione di progetto
δ'_k [gradi] =	26.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno
δ'_d [gradi] =	20.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno

9.4 Caratteristiche geometriche muro

H [m] =	2.40	altezza del muro (da estradosso fondazione)
h_M [m] =	1.20	altezza della fondazione a filo monte
h_V [m] =	0.50	altezza della fondazione a filo valle
B [m] =	3.00	larghezza della fondazione
bo [m] =	0.50	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)
bv [m] =	0.60	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle
bm [m] =	1.90	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante
s [m] =	0.50	spessore del muro in elevazione
pv [°] =	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle
pm [°] =	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte
c [m] =	0.00	pianerottolo sopra il muro
β [gradi] =	7.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno
r [m] =	0.00	rialzo del muro sopra terreno di monte
R [m] =	0.70	ricoprimento della fondazione a valle
D [m] =	1.20	approfondimento della fondazione a valle
Hf [m] =	3.89	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)
ψ [gradi] =	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)
$\gamma_{cls,k}$ [kN/m ³] =	25.0	peso di volume del muro
$\gamma_{cls,d}$ [kN/m ³] =	25.0	peso di volume del muro
i [gradi] =	13.1	contropendenza del piano di fondazione

9.5 Sovraccarico permanente

q_k [kN/m ²] =	58.0	valore caratteristico dei carichi
------------------------------	------	-----------------------------------

9.6 Caratterizzazione sismica

a_g/g [--] =	0.165	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido
S_s [--] =	1.20	fattore di amplificazione stratigrafica
S_T [--] =	1.00	fattore di amplificazione topografica
β_m [--] =	0.24	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima
K_h [--] =	0.048	coefficiente sismico orizzontale
K_v [--] =	0.024	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)
θ [gradi] =	2.66	
Hf x	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. Hfx0.50)

9.7 SLU_Statico

	F_x [kN]	F_z [kN]	x [m]	z [m]	M_{STAB} [kNm]	M_{RIB} [kNm]	
S	115.12	35.93	-1.50	-	107.79	117.71	spinta statica
DS	13.49	4.21	-1.50	-1.95	12.63	16.82	incremento spinta sismica applicata ad Hf/2
Rp	-26.93	0.00	1.50	-1.10	0.00		resistenza passiva applicata a D/3
V_0, H_0	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrata (verticale e orizzontale)
M_0	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato
m_0	0.00	0.00	0.65	-6.35			massa sismica concentrata
W1	0.00	37.50	0.00	-0.95	56.25		peso della fondazione (soletta)
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)
W''1	0.00	8.75	-1.25	-0.35	24.06		peso della fondazione (dente)
W2	0.00	30.00	0.65	-2.40	25.50		peso del paramento in elevazione
W'2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione
W3	0.00	91.20	-0.55	-2.40	186.96		peso del terreno sulla fondazione di monte
W'3	0.00	4.43	-0.87	-3.68	10.49		peso del terreno sulla fondazione di monte
W''3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte
W4	0.00	8.40	1.20	-1.55	2.52		peso del terreno sulla fondazione di valle
dW1	1.78	0.89	0.00	-0.95	1.34	0.45	inerzia della fondazione (soletta)
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)
dW''1	0.42	0.21	-1.25	-0.35	0.72		inerzia della fondazione (dente)
dW2	1.43	0.71	0.65	-2.40	0.61	2.42	inerzia del paramento in elevazione
dW'2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione
dW3	4.33	2.17	-0.55	-2.40	4.44	7.37	inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW'3	0.21	0.11	-0.87	-3.68	0.25	0.63	inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW''3	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW4	0.40	0.20	1.20	-1.55	0.06	0.34	inerzia del terreno sulla fondazione di valle
$\Sigma F =$	110.2	224.7			$\Sigma M =$ 433.6	145.7	

Risultanti sul piano di fondazione

Dy [m] = 1.00 passo longitudinale di calcolo

V [kN] = ΣF_z = 260.4 risultante delle forze verticali in fondazione
H [kN] = ΣF_x = 156.6 risultante delle forze orizzontali in fondazione
u [m] = 1.35 distanza risultante dallo spigolo di valle
ex [m] = 0.15 **<B/6** eccentricità del carico in fondazione (= M / V)
Bex [m] = 2.69 larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]

Verifica al ribaltamento

ΣM_{STAB} [kNm/m] = 461.1 sommatoria dei momenti stabilizzanti
 ΣM_{RIB} [kNm/m] = 178.2 sommatoria dei momenti ribaltanti
 $\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$ = 2.59 [misura della sicurezza al ribaltamento](#)

Verifica allo slittamento

Hd [kN] = 156.6 azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] = 289.1 azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] = 93.3 azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] = 141.0 resistenza di progetto
Rd / Td = 1.51 [misura della sicurezza allo slittamento](#)

Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione

γ_t [kN/m³] = 20.0 peso di volume del terreno
 z_B [m] = 2.40 profondità del meccanismo di rottura [= 0.5 B tan (45+ ϕ' /2)]
 z_{WL} [m] = 0.00 profondità della falda (positiva se sotto il piano fondazione)
 $\gamma'_{t,eq}$ [kN/m³] = 10.0 peso di volume equivalente (alleggerito se in presenza di falda, Bowles cap.4-7)
 ϕ'_d [gradi] = 26.0 angolo di resistenza al taglio di progetto
 c'_d [kPa] = 5.0 coesione di progetto

Caratteristiche geometriche

B [m] = 3.00 larghezza della fondazione
L [m] = 100.0 lunghezza della fondazione
D' [m] = 1.20 approfondimento piano di fondazione a valle (valore di calcolo per la capacità portante)
i [gradi] = 13.1 contropendenza del piano di fondazione

Caratteristiche carico in fondazione

V [kN/m] = 239.5 risultante delle forze verticali in fondazione
H [kN/m] = 117.8 risultante delle forze orizzontali in fondazione
ex [m] = 0.29 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)
B' [m] = 2.42 larghezza efficace della fondazione
py [kPa] = 98.9 pressione di Meyerhof

	γ	c	q_0	
$\gamma'_{t,k} B / 2$ [kN/m²] =	12.11	/	/	peso efficace
c'_d [kPa] =	/	5.00	/	coesione
q' [kPa] =	/	/	24.00	pressione efficace di confinamento
N =	12.54	22.25	11.85	fattori di portanza

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

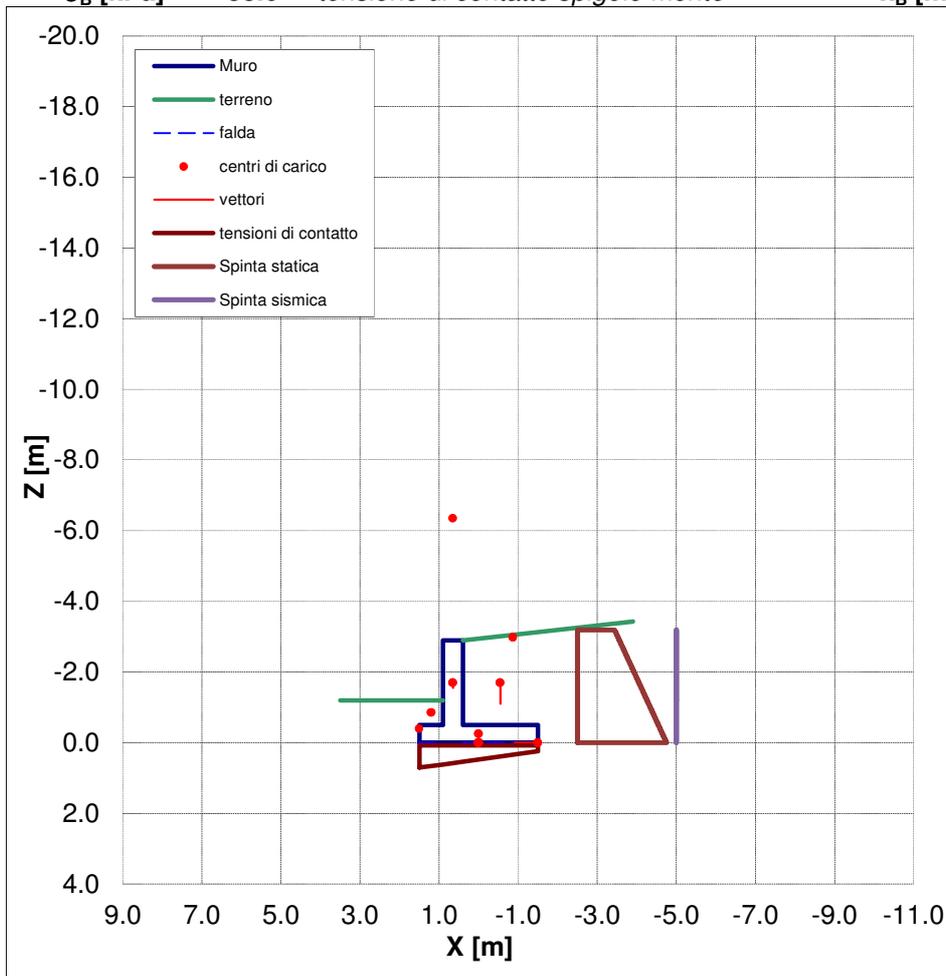
MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

S =	1.01	1.01	1.01	fattori forma
D =	1.00	1.17	1.15	fattori di approfondimento
I =	0.17	0.25	0.31	fattori di inclinazione del carico
B =	1.00	1.00	1.00	fattori di inclinazione del piano di fondazione
q_{lim,x} [kPa] =	26.4	32.6	102.9	prodotto dei contributi

q_{lim} [kPa] = 161.9 pressione limite
Q_{lim} [kN/m] = 392.0 carico limite
FS [-] = 1.84 **FS = (q_{lim} - q₀) / (q - q₀)**
FS [-] = 1.64 **FS = Q_{lim} / V**

Tensioni di contatto in fondazione

ex [m] = 0.29 <B/6 eccentricità
Bx [m] = 3.00 larghezza sezione reagente in fondazione
s_M [kPa] = 79.8 tensione di contatto media **x_{σ=0} [m] = -2.59**
σ_A [kPa] = 126.0 tensione di contatto spigolo valle **x_A [m] = 1.50**
σ_{A'} [kPa] = 107.6 tensione di contatto filo muro valle **x_{A'} [m] = 0.90**
σ_{B'} [kPa] = 92.2 tensione di contatto filo muro monte **x_{B'} [m] = 0.40**
σ_B [kPa] = 33.6 tensione di contatto spigolo monte **x_B [m] = -1.50**



9.8 SLU_Sismico

Calcolo delle spinte e dei vari contributi

H _f [m] =	3.89	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)
H _w [m] =	0.00	altezza d'acqua spingente
S'a _k [kN/m] =	121	spinta statica efficace
S'a _{E,k} [kN/m] =	135	spinta sismica efficace
S _w [kN/m] =	0.00	spinta idrostatica
γ _t [kN/m ³] =	20.0	peso di volume del terreno reagente
D [m] =	1.20	approfondimento della fondazione a valle
k _p (1+kv) [--] =	2.438	coefficiente di resistenza passiva
R _{p,k} [kN/m] =	53.85	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)
R _{p,d} [kN/m] =	53.85	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)
	50%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo

	F _x [kN]	F _z [kN]	x [m]	z [m]	M _{STAB} [kNm]	M _{RIB} [kNm]	
S	115.12	35.93	-1.50	-	107.79	117.71	spinta statica
DS	13.49	4.21	-1.50	-1.95	12.63	16.82	incremento spinta sismica applicata ad H _f /2
R _p	-26.93	0.00	1.50	-1.10	0.00		resistenza passiva applicata a D/3
V ₀ , H ₀	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrata (verticale e orizzontale)
M ₀	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato
m ₀	0.00	0.00	0.65	-6.35			massa sismica concentrata
W1	0.00	37.50	0.00	-0.95	56.25		peso della fondazione (soletta)
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)
W''1	0.00	8.75	-1.25	-0.35	24.06		peso della fondazione (dente)
W2	0.00	30.00	0.65	-2.40	25.50		peso del paramento in elevazione
W'2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione
W3	0.00	91.20	-0.55	-2.40	186.96		peso del terreno sulla fondazione di monte
W'3	0.00	4.43	-0.87	-3.68	10.49		peso del terreno sulla fondazione di monte
W''3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte
W4	0.00	8.40	1.20	-1.55	2.52		peso del terreno sulla fondazione di valle
dW1	1.78	0.89	0.00	-0.95	1.34	0.45	inerzia della fondazione (soletta)
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)
dW''1	0.42	0.21	-1.25	-0.35	0.72		inerzia della fondazione (dente)
dW2	1.43	0.71	0.65	-2.40	0.61	2.42	inerzia del paramento in elevazione
dW'2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione
dW3	4.33	2.17	-0.55	-2.40	4.44	7.37	inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW'3	0.21	0.11	-0.87	-3.68	0.25	0.63	inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW''3	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW4	0.40	0.20	1.20	-1.55	0.06	0.34	<i>inerzia del terreno sulla fondazione di valle</i>
ΣF =	110.2	224.7		ΣM =	433.6	145.7	

Risultanti sul piano di fondazione

Dy [m] = 1.00 passo longitudinale di calcolo

V [kN] = ΣF_z = 224.7	<i>risultante delle forze verticali in fondazione</i>
H [kN] = ΣF_x = 110.2	<i>risultante delle forze orizzontali in fondazione</i>
u [m] = 1.33	<i>distanza risultante dallo spigolo di valle</i>
ex [m] = 0.17	<i><B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)</i>
Bex [m] = 2.66	<i>larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]</i>

Verifica al ribaltamento

ΣM_{STAB} [kNm/m] = 433.6	<i>sommatoria dei momenti stabilizzanti</i>
ΣM_{RIB} [kNm/m] = 145.7	<i>sommatoria dei momenti ribaltanti</i>
ΣM_{STAB} / ΣM_{RIB} = 2.98	<i>misura della sicurezza al ribaltamento</i>

Verifica allo slittamento

Hd [kN] = 137.2	<i>azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)</i>
Nd [kN] = 250.0	<i>azione ortogonale al piano di fondazione</i>
Td [kN] = 82.5	<i>azione tangenziale al piano di fondazione</i>
Rd [kN] = 148.9	<i>resistenza di progetto</i>
Rd / Td = 1.80	<i>misura della sicurezza allo slittamento</i>

Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione

γ_t [kN/m³] = 20.0	<i>peso di volume del terreno</i>
z_B [m] = 2.40	<i>profondità del meccanismo di rottura [= 0.5 B tan (45+φ'/2)]</i>
z_{WL} [m] = 0.00	<i>profondità della falda (positiva se sotto il piano fondazione)</i>
γ'_{t,eq} [kN/m³] = 10.0	<i>peso di volume equivalente (alleggerito se in presenza di falda, Bowles cap.4-7)</i>
φ'_d [gradi] = 26.0	<i>angolo di resistenza al taglio di progetto</i>
c'_d [kPa] = 5.0	<i>coesione di progetto</i>

Caratteristiche geometriche

B [m] = 3.00	<i>larghezza della fondazione</i>
L [m] = 100.0	<i>lunghezza della fondazione</i>
D' [m] = 1.20	<i>approfondimento piano di fondazione a valle (valore di calcolo per la capacità portante)</i>
i [gradi] = 13.1	<i>contropendenza del piano di fondazione</i>

Caratteristiche carico in fondazione

V [kN/m] = 205.7	<i>risultante delle forze verticali in fondazione</i>
H [kN/m] = 77.6	<i>risultante delle forze orizzontali in fondazione</i>
ex [m] = 0.31	<i>eccentricità del carico in fondazione (= M / V)</i>
B' [m] = 2.38	<i>larghezza efficace della fondazione</i>
py [kPa] = 86.6	<i>pressione di Meyerhof</i>

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Brinch-Hansen, 1970

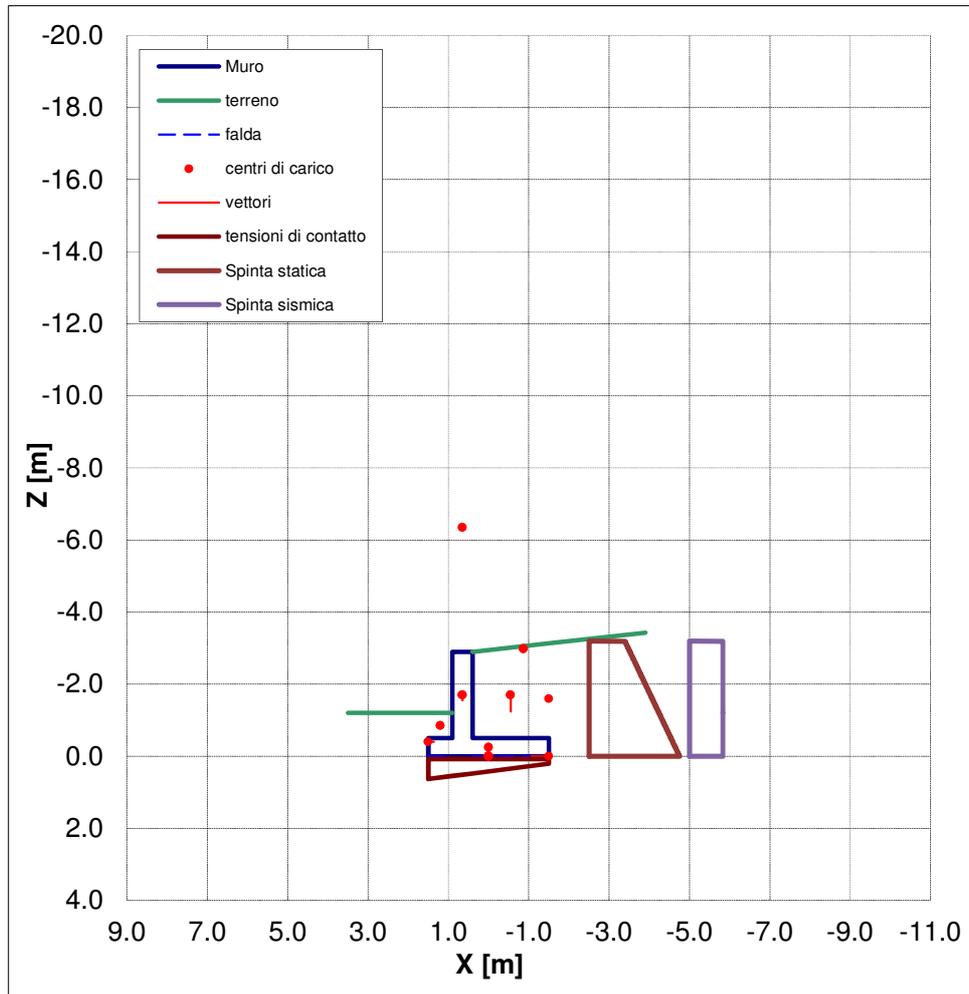
	γ	c	q_0	
$\gamma'_{t,k} B / 2$ [kN/m ²] =	11.88	/	/	peso efficace
c'_d [kPa] =	/	5.00	/	coesione
q' [kPa] =	/	/	24.00	pressione efficace di confinamento
N =	12.54	22.25	11.85	fattori di portanza
S =	1.01	1.01	1.01	fattori forma
D =	1.00	1.17	1.16	fattori di approfondimento
I =	0.29	0.39	0.44	fattori di inclinazione del carico
B =	1.00	1.00	1.00	fattori di inclinazione del piano di fondazione
$q_{lim,x}$ [kPa] =	44.0	51.6	146.5	prodotto dei contributi

q_{lim} [kPa] = 242.1 pressione limite
 Q_{lim} [kN/m] = 575.1 carico limite
 FS [--] = **3.48** $FS = (q_{lim} - q_0) / (q - q_0)$
 FS [--] = **2.80** $FS = Q_{lim} / V$

Tensioni di contatto in fondazione

ex [m] = 0.31 **<B/6** eccentricità
 Bx [m] = 3.00 larghezza sezione reagente in fondazione
 σ_M [kPa] = 68.6 tensione di contatto media
 σ_A [kPa] = 111.4 tensione di contatto spigolo valle
 $\sigma_{A'}$ [kPa] = 94.3 tensione di contatto filo muro valle
 $\sigma_{B'}$ [kPa] = 80.0 tensione di contatto filo muro monte
 σ_B [kPa] = 25.7 tensione di contatto spigolo monte

$x_{\sigma=0}$ [m] = -2.40
 x_A [m] = 1.50
 $x_{A'}$ [m] = 0.90
 $x_{B'}$ [m] = 0.40
 x_B [m] = -1.50



9.9 GEO_Statico

	F_x [kN]	F_z [kN]	x [m]	z [m]	M_{STAB} [kNm]	M_{RIB} [kNm]	
S	146.02	45.57	-1.50	-	123.05	166.58	<i>spinta statica</i>
DS	0.00	0.00	-1.50	-1.95			<i>incremento spinta sismica applicata ad $H_f/2$</i>
Rp	0.00	0.00	1.50	-1.10			<i>resistenza passiva applicata a $D/3$</i>
V_0, H_0	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>forze concentrate (verticale e orizzontale)</i>
M_0	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>momento concentrato</i>
m_0	0.00	0.00	0.65	-6.35			<i>massa sismica concentrata</i>
W1	0.00	37.50	0.00	-0.95	50.63		<i>peso della fondazione (soletta)</i>
							<i>peso della fondazione (cuneo inclinato)</i>
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso della fondazione (dente)</i>
W''1	0.00	8.75	-1.25	-0.35	21.66		<i>peso della fondazione (dente)</i>
W2	0.00	30.00	0.65	-2.40	22.95		<i>peso del paramento in elevazione</i>
W'2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del paramento in elevazione</i>
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del paramento in elevazione</i>

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

W3	0.00	91.20	-0.55	-2.40	168.26	peso del terreno sulla fondazione di monte
W'3	0.00	4.43	-0.87	-3.68	9.44	peso del terreno sulla fondazione di monte
W''3	0.00	0.00	0.00	0.00		peso del terreno sulla fondazione di monte
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00		peso del terreno sulla fondazione di monte
W4	0.00	8.40	1.20	-1.55	2.27	peso del terreno sulla fondazione di valle
dW1	0.00	0.00	0.00	-0.95		inerzia della fondazione (soletta)
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia della fondazione (cuneo inclinato)
dW''1	0.00	0.00	-1.25	-0.35		inerzia della fondazione (dente)
dW2	0.00	0.00	0.65	-2.40		inerzia del paramento in elevazione
dW'2	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia del paramento in elevazione
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia del paramento in elevazione
dW3	0.00	0.00	-0.55	-2.40		inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW'3	0.00	0.00	-0.87	-3.68		inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW''3	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW4	0.00	0.00	1.20	-1.55		inerzia del terreno sulla fondazione di valle
ΣF =	146.0	225.9			ΣM = 398.3 166.6	

Risultanti sul piano di fondazione

Dy [m] = 1.00 passo longitudinale di calcolo

V [kN] = ΣF_z = 225.9	risultante delle forze verticali in fondazione
H [kN] = ΣF_x = 146.0	risultante delle forze orizzontali in fondazione
u [m] = 1.29	distanza risultante dallo spigolo di valle
ex [m] = 0.21	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)
Bex [m] = 2.58	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]

Verifica al ribaltamento

ΣM_{STAB} [kNm/m] = 398.3	sommatoria dei momenti stabilizzanti
ΣM_{RIB} [kNm/m] = 166.6	sommatoria dei momenti ribaltanti
ΣM_{STAB} / ΣM_{RIB} = 2.39	misura della sicurezza al ribaltamento

Verifica allo slittamento

Hd [kN] = 146.0	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] = 253.1	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] = 90.9	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] = 98.8	resistenza di progetto
Rd / Td = 1.09	misura della sicurezza allo slittamento

Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione

γ_t [kN/m ³]	= 20.0	peso di volume del terreno
z_B [m]	= 2.20	profondità del meccanismo di rottura [= 0.5 B tan (45+ $\phi'/2$)]
z_{WL} [m]	= 0.00	profondità della falda (positiva se sotto il piano fondazione)
$\gamma'_{t,eq}$ [kN/m ³]	= 10.0	peso di volume equivalente (alleggerito se in presenza di falda, Bowles cap.4-7)
ϕ'_d [gradi]	= 21.3	angolo di resistenza al taglio di progetto
c'_d [kPa]	= 4.0	coesione di progetto

Caratteristiche geometriche

B [m]	= 3.00	larghezza della fondazione
L [m]	= 100.0	lunghezza della fondazione
D' [m]	= 1.20	approfondimento piano di fondazione a valle (valore di calcolo per la capacità portante)
i [gradi]	= 0.0	contropendenza del piano di fondazione

Caratteristiche carico in fondazione

V [kN/m]	= 205.8	risultante delle forze verticali in fondazione
H [kN/m]	= 100.9	risultante delle forze orizzontali in fondazione
ex [m]	= 0.35	eccentricità del carico in fondazione (= M / V)
B' [m]	= 2.30	larghezza efficace della fondazione
py [kPa]	= 89.5	pressione di Meyerhof

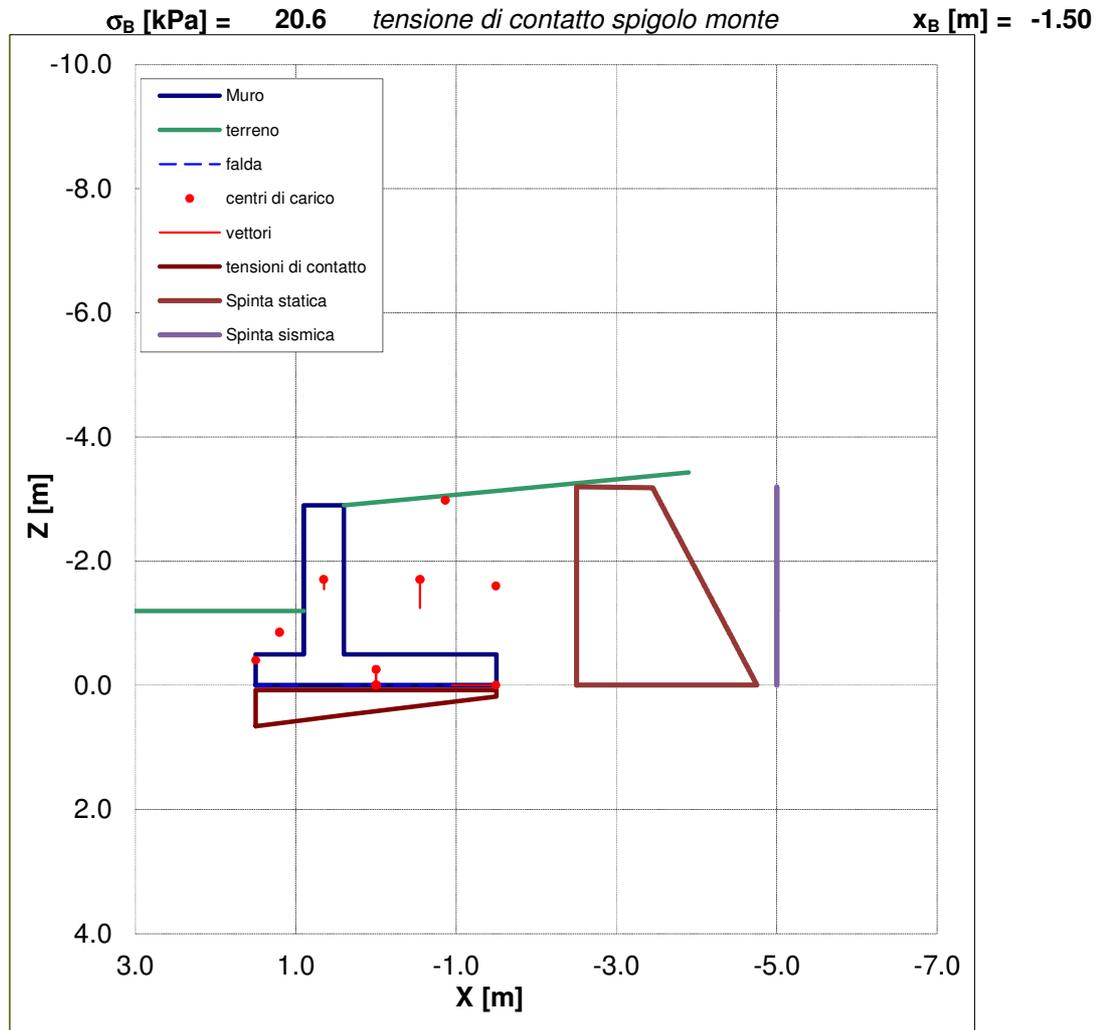
Brinch-Hansen, 1970 

	γ	c	q_0	
$\gamma'_{t,k} B / 2$ [kN/m ²]	11.50	/	/	peso efficace
c'_d [kPa]	/	4.00	/	coesione
q' [kPa]	/	/	24.00	pressione efficace di confinamento
N	6.48	16.14	7.30	fattori di portanza
S	1.00	1.01	1.00	fattori forma
D	1.00	1.19	1.16	fattori di approfondimento
I	0.18	0.21	0.32	fattori di inclinazione del carico
B	1.00	1.00	1.00	fattori di inclinazione del piano di fondazione
$q_{lim,x}$ [kPa]	13.3	16.3	65.2	prodotto dei contributi

q_{lim} [kPa]	= 94.7	pressione limite
Q_{lim} [kN/m]	= 218.0	carico limite
FS [--]	= 1.08	$FS = (q_{lim} - q_0) / (q - q_0)$
FS [--]	= 1.06	$FS = Q_{lim} / V$

Tensioni di contatto in fondazione

ex [m]	= 0.35	<B/6	eccentricità	
Bx [m]	= 3.00		larghezza sezione reagente in fondazione	
σ_M [kPa]	= 68.6		tensione di contatto media	$x_{\sigma=0}$ [m] = -2.14
σ_A [kPa]	= 116.6		tensione di contatto spigolo valle	x_A [m] = 1.50
$\sigma_{A'}$ [kPa]	= 97.4		tensione di contatto filo muro valle	$x_{A'}$ [m] = 0.90
$\sigma_{B'}$ [kPa]	= 81.4		tensione di contatto filo muro monte	$x_{B'}$ [m] = 0.40



9.10 GEO_Sismico

	F_x [kN]	F_z [kN]	x [m]	z [m]	M_{STAB} [kNm]	M_{RIB} [kNm]	
S	146.02	45.57	-1.50	-	123.05	166.58	<i>spinta statica</i>
DS	16.84	5.26	-1.50	-1.95	15.77	21.01	<i>incremento spinta sismica applicata ad Hf/2</i>
Rp	-21.65	0.00	1.50	-1.10	0.00		<i>resistenza passiva applicata a D/3</i>
V_0, H_0	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>forze concentrata (verticale e orizzontale)</i>
M_0	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>momento concentrato</i>
m_0	0.00	0.00	0.65	-6.35			<i>massa sismica concentrata</i>
W1	0.00	37.50	0.00	-0.95	50.63		<i>peso della fondazione (soletta)</i>
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso della fondazione (cuneo inclinato)</i>
W''1	0.00	8.75	-1.25	-0.35	21.66		<i>peso della fondazione (dente)</i>
W2	0.00	30.00	0.65	-2.40	22.95		<i>peso del paramento in elevazione</i>
W'2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del paramento in elevazione</i>
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del paramento in elevazione</i>

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

W3	0.00	91.20	-0.55	-2.40	168.26		<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W'3	0.00	4.43	-0.87	-3.68	9.44		<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W4	0.00	8.40	1.20	-1.55	2.27		<i>peso del terreno sulla fondazione di valle</i>
dW1	1.78	0.89	0.00	-0.95	1.20	0.49	<i>inerzia della fondazione (soletta)</i>
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia della fondazione (cuneo inclinato)</i>
dW''1	0.42	0.21	-1.25	-0.35	0.65		<i>inerzia della fondazione (dente)</i>
dW2	1.43	0.71	0.65	-2.40	0.55	2.67	<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW'2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW3	4.33	2.17	-0.55	-2.40	4.00	8.10	<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'3	0.21	0.11	-0.87	-3.68	0.22	0.69	<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW4	0.40	0.20	1.20	-1.55	0.05	0.37	<i>inerzia del terreno sulla fondazione di valle</i>
ΣF =	149.8	235.4			ΣM = 420.7	199.9	

Risultanti sul piano di fondazione

Dy [m] = 1.00 passo longitudinale di calcolo

V [kN] = ΣF_z = 235.4	<i>risultante delle forze verticali in fondazione</i>
H [kN] = ΣF_x = 149.8	<i>risultante delle forze orizzontali in fondazione</i>
u [m] = 1.23	<i>distanza risultante dallo spigolo di valle</i>
ex [m] = 0.27	<i><B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)</i>
Bex [m] = 2.47	<i>larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]</i>

Verifica al ribaltamento

ΣM_{STAB} [kNm/m] = 420.7	<i>sommatoria dei momenti stabilizzanti</i>
ΣM_{RIB} [kNm/m] = 199.9	<i>sommatoria dei momenti ribaltanti</i>
ΣM_{STAB} / ΣM_{RIB} = 2.10	<i>misura della sicurezza al ribaltamento</i>

Verifica allo slittamento

Hd [kN] = 171.4	<i>azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)</i>
Nd [kN] = 268.2	<i>azione ortogonale al piano di fondazione</i>
Td [kN] = 113.5	<i>azione tangenziale al piano di fondazione</i>
Rd [kN] = 126.3	<i>resistenza di progetto</i>
Rd / Td = 1.11	<i>misura della sicurezza allo slittamento</i>

Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione

γ_t [kN/m³] = 20.0	<i>peso di volume del terreno</i>
z_B [m] = 2.20	<i>profondità del meccanismo di rottura [= 0.5 B tan (45+φ'/2)]</i>
z_{WL} [m] = 0.00	<i>profondità della falda (positiva se sotto il piano fondazione)</i>
γ'_{t,eq} [kN/m³] = 10.0	<i>peso di volume equivalente (alleggerito se in presenza di falda, Bowles cap.4-7)</i>
φ'_d [gradi] = 21.3	<i>angolo di resistenza al taglio di progetto</i>

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

	c'_d [kPa] =	4.0	coesione di progetto
Caratteristiche geometriche			
	B [m] =	3.00	larghezza della fondazione
	L [m] =	100.0	lunghezza della fondazione
	D' [m] =	1.20	approfondimento piano di fondazione a valle (valore di calcolo per la capacità portante)
	i [gradi] =	0.0	contropendenza del piano di fondazione
Caratteristiche carico in fondazione			
	V [kN/m] =	209.5	risultante delle forze verticali in fondazione
	H [kN/m] =	99.1	risultante delle forze orizzontali in fondazione
	ex [m] =	0.38	eccentricità del carico in fondazione (= M / V)
	B' [m] =	2.24	larghezza efficace della fondazione
	py [kPa] =	93.6	pressione di Meyerhof

Brinch-Hansen, 1970 

	γ	c	q_0	
$\gamma'_{t,k} B / 2$ [kN/m ²] =	11.19	/	/	peso efficace
c'_d [kPa] =	/	4.00	/	coesione
q' [kPa] =	/	/	24.00	pressione efficace di confinamento
N =	6.48	16.14	7.30	fattori di portanza
S =	1.00	1.01	1.00	fattori forma
D =	1.00	1.20	1.17	fattori di approfondimento
I =	0.19	0.23	0.33	fattori di inclinazione del carico
B =	1.00	1.00	1.00	fattori di inclinazione del piano di fondazione
$q_{lim,x}$ [kPa] =	13.9	17.7	68.6	prodotto dei contributi

q_{lim} [kPa] =	100.2	pressione limite
Q_{lim} [kN/m] =	224.2	carico limite
FS [--] =	1.09	$FS = (q_{lim} - q_0) / (q - q_0)$
FS [--] =	1.07	$FS = Q_{lim} / V$

Nelle tabelle seguenti si riporta il riepilogo dei coefficienti di sicurezza ottenuti nelle verifiche e nelle varie combinazioni previste da normativa, precedentemente riportate.

A1+M1+R1

Fs - Condizioni Statiche Parametri terreno condizioni drenate			Fs - Condizioni sismiche Parametri terreno condizioni drenate		
Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite	Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite
2.59	1.51	1.64	2.98	1.80	2.80

A2+M2+R2

Fs - Condizioni Statiche Parametri terreno condizioni drenate			Fs - Condizioni sismiche Parametri terreno condizioni drenate		
Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite	Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite
2.39	1.09	1.06	2.10	1.11	1.07

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

9.11 SLE_Rare

	F_x [kN]	F_z [kN]	x [m]	z [m]	M_{STAB} [kNm]	M_{RIB} [kNm]	
S	115.12	35.93	-1.50	-	97.01	129.48	<i>spinta statica</i>
DS	0.00	0.00	-1.50	-1.95			<i>incremento spinta sismica applicata ad Hf/2</i>
Rp	0.00	0.00	1.50	-1.10			<i>resistenza passiva applicata a D/3</i>
V₀, H₀	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>forze concentrata (verticale e orizzontale)</i>
M₀	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>momento concentrato</i>
m₀	0.00	0.00	0.65	-6.35			<i>massa sismica concentrata</i>
W1	0.00	37.50	0.00	-0.95	50.63		<i>peso della fondazione (soletta)</i>
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso della fondazione (cuneo inclinato)</i>
W''1	0.00	8.75	-1.25	-0.35	21.66		<i>peso della fondazione (dente)</i>
W2	0.00	30.00	0.65	-2.40	22.95		<i>peso del paramento in elevazione</i>
W'2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del paramento in elevazione</i>
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del paramento in elevazione</i>
W3	0.00	91.20	-0.55	-2.40	168.26		<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W'3	0.00	4.43	-0.87	-3.68	9.44		<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W4	0.00	8.40	1.20	-1.55	2.27		<i>peso del terreno sulla fondazione di valle</i>
dW1	0.00	0.00	0.00	-0.95			<i>inerzia della fondazione (soletta)</i>
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia della fondazione (cuneo inclinato)</i>
dW''1	0.00	0.00	-1.25	-0.35			<i>inerzia della fondazione (dente)</i>
dW2	0.00	0.00	0.65	-2.40			<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW'2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW3	0.00	0.00	-0.55	-2.40			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'3	0.00	0.00	-0.87	-3.68			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW4	0.00	0.00	1.20	-1.55			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di valle</i>
ΣF =	115.1	216.2			ΣM =	372.2	129.5

9.12 SLE_Frequenti

	F_x [kN]	F_z [kN]	x [m]	z [m]	M_{STAB} [kNm]	M_{RIB} [kNm]	
S	115.12	35.93	-1.50	-	97.01	129.48	<i>spinta statica</i>
DS	0.00	0.00	-1.50	-1.95			<i>incremento spinta sismica applicata ad</i>

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

						<i>Hf/2</i>
Rp	0.00	0.00	1.50	-1.10		<i>resistenza passiva applicata a D/3</i>
V₀, H₀	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>forze concentrata (verticale e orizzontale)</i>
M₀	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>momento concentrato</i>
m₀	0.00	0.00	0.65	-6.35		<i>massa sismica concentrata</i>
W1	0.00	37.50	0.00	-0.95	50.63	<i>peso della fondazione (soletta)</i>
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>peso della fondazione (cuneo inclinato)</i>
W''1	0.00	8.75	-1.25	-0.35	21.66	<i>peso della fondazione (dente)</i>
W2	0.00	30.00	0.65	-2.40	22.95	<i>peso del paramento in elevazione</i>
W'2	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>peso del paramento in elevazione</i>
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>peso del paramento in elevazione</i>
W3	0.00	91.20	-0.55	-2.40	168.26	<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W'3	0.00	4.43	-0.87	-3.68	9.44	<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W''3	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W4	0.00	8.40	1.20	-1.55	2.27	<i>peso del terreno sulla fondazione di valle</i>
						<i>inerzia della fondazione</i>
dW1	0.00	0.00	0.00	-0.95		<i>(soletta)</i>
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>inerzia della fondazione (cuneo inclinato)</i>
dW''1	0.00	0.00	-1.25	-0.35		<i>inerzia della fondazione (dente)</i>
dW2	0.00	0.00	0.65	-2.40		<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW'2	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
						<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW3	0.00	0.00	-0.55	-2.40		<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'3	0.00	0.00	-0.87	-3.68		<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW''3	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW4	0.00	0.00	1.20	-1.55		<i>inerzia del terreno sulla fondazione di valle</i>
ΣF =	115.1	216.2				
					ΣM =	372.2 129.5

9.13 SLE_ Quasi Permanenti

	F_x [kN]	F_z [kN]	x [m]	z [m]	M_{STAB} [kNm]	M_{RIB} [kNm]	
S	94.48	34.39	-1.50	-	92.85	105.75	<i>spinta statica</i>
DS	0.00	0.00	-1.50	-1.95			<i>incremento spinta sismica applicata ad Hf/2</i>
Rp	0.00	0.00	1.50	-1.10			<i>resistenza passiva applicata a D/3</i>
V₀, H₀	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>forze concentrata (verticale e orizzontale)</i>
M₀	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>momento concentrato</i>
m₀	0.00	0.00	0.65	-6.35			<i>massa sismica concentrata</i>
W1	0.00	37.50	0.00	-0.95	50.63		<i>peso della fondazione (soletta)</i>
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso della fondazione (cuneo inclinato)</i>
W''1	0.00	8.75	-1.25	-0.35	21.66		<i>peso della fondazione (dente)</i>

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

W2	0.00	30.00	0.65	-2.40	22.95	peso del paramento in elevazione
W'2	0.00	0.00	0.00	0.00		peso del paramento in elevazione
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00		peso del paramento in elevazione
W3	0.00	91.20	-0.55	-2.40	168.26	peso del terreno sulla fondazione di monte
W'3	0.00	4.43	-0.87	-3.68	9.44	peso del terreno sulla fondazione di monte
W''3	0.00	0.00	0.00	0.00		peso del terreno sulla fondazione di monte
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00		peso del terreno sulla fondazione di monte
W4	0.00	8.40	1.20	-1.55	2.27	peso del terreno sulla fondazione di valle inerzia della fondazione
dW1	0.00	0.00	0.00	-0.95		(soletta)
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia della fondazione (cuneo inclinato)
dW''1	0.00	0.00	-1.25	-0.35		inerzia della fondazione (dente)
dW2	0.00	0.00	0.65	-2.40		inerzia del paramento in elevazione
dW'2	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia del paramento in elevazione
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia del paramento in elevazione inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW3	0.00	0.00	-0.55	-2.40		inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW'3	0.00	0.00	-0.87	-3.68		inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW''3	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW4	0.00	0.00	1.20	-1.55		inerzia del terreno sulla fondazione di valle
ΣF =	94.5	214.7			ΣM = 368.0 105.7	

9.14 Sollecitazioni in fondazione e paramento

KN m

	S.L.V. (A1+M1)	S.L.U. (A1+M1)	S.L.E. RARE	S.L.E. FREQ.	S.L.E. Q.P.
PARAMENTO IN ELEVAZIONE H/3	N	20.48	20.00	20.00	20.00
	T	51.16	58.08	42.10	42.10
	M	43.77	49.51	35.65	35.65
PARAMENTO IN ELEVAZIONE SPICCATO FOND.	N	30.71	30.00	30.00	30.00
	T	72.67	92.90	67.79	67.79
	M	95.45	109.48	79.28	79.28
FONDAZIONE MENSOLA DI MONTE INCASTRO	N	-	-	-	-
	T	-62.34	-74.96	-55.48	-55.48
	M	-112.34	-133.48	-99.18	-99.18
FONDAZIONE MENSOLA DI VALLE INCASTRO	N	-	-	-	-
	T	39.88	45.47	35.40	35.40
	M	12.38	14.07	10.95	10.95

9.15 Verifiche di stabilità globale del complesso opera di sostegno - terreno

Per le verifiche di stabilità globale è stata utilizzata la stratigrafia e i parametri geotecnici delle formazioni riportati al paragrafo 5.4.

L'analisi è stata eseguita con riferimento alla sezione n°788 alla progressiva km 15+737.81.

Per le verifiche si è utilizzato il programma Macstars W rel.4.0.

Si precisa che il programma *Macstars W*, nelle verifiche di stabilità globale divide (fattorizza) automaticamente il coefficiente di sicurezza ottenuto dal calcolo, per il fattore di sicurezza previsto dalla normativa NTC 2008, $R_2 (\gamma_R)=1,1$. Pertanto, ai fini del soddisfacimento della verifica prevista delle NTC 2008, il valore del suddetto coefficiente, direttamente espresso nelle verifiche e nei file di output del programma, deve essere confrontato con il valore limite di 1 e non di 1,1.

Si vedano a tale proposito i file di input/output del modello di calcolo, riportati in allegato alla presente relazione, nei quali è esplicitamente riportato il valore del coefficiente parziale $R_2(\gamma_R)=1,1$

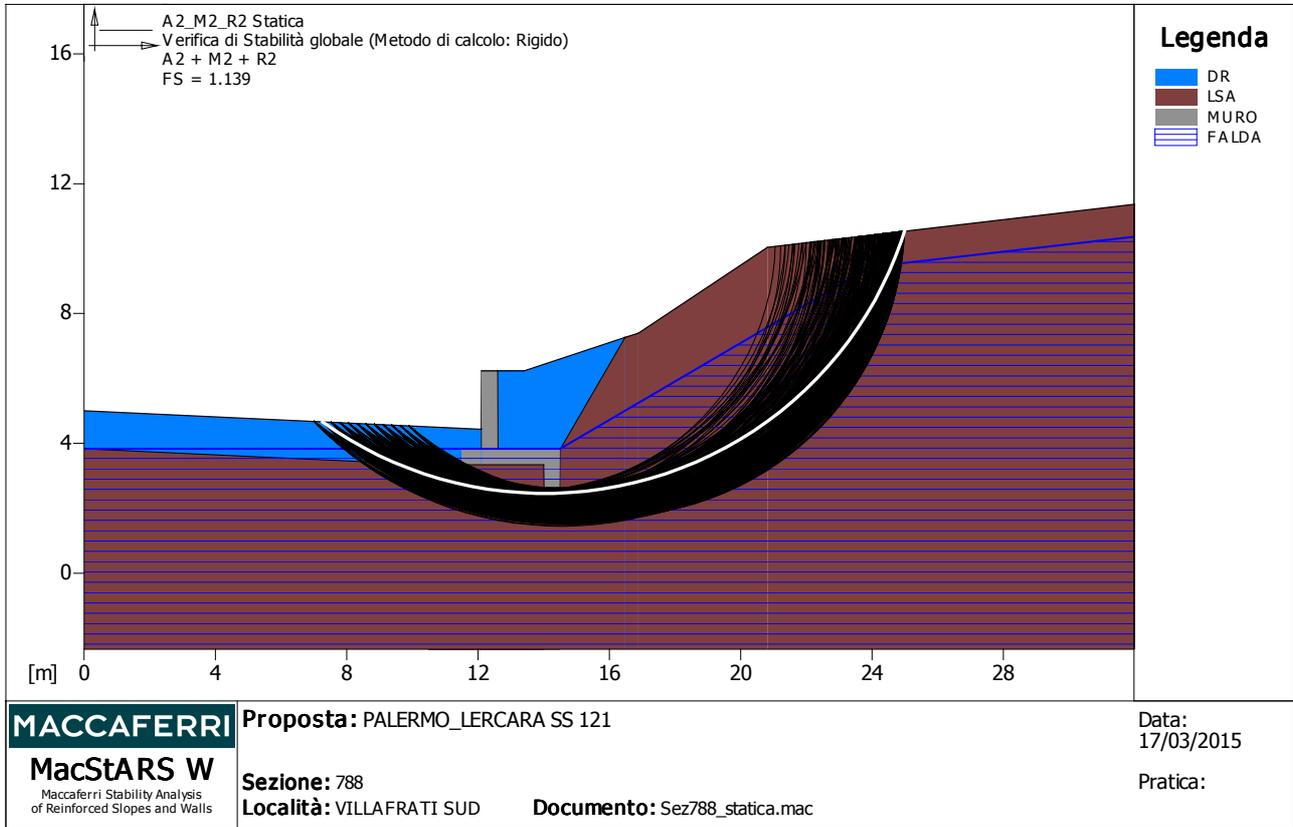
Tuttavia per maggiore chiarezza, nella seguente tabella, si riportano i valori dei coefficienti ottenuti nelle verifiche espressi, sia nel valore numerico ottenuto direttamente dal programma, (e cioè divisi per il coefficiente $R_2 (\gamma_R)=1,1$), che nel valore non fattorizzato, e i relativi confronti con i limiti di normativa.

Tipo di verifica	Fs	Fs
	(fattorizzato per $\gamma_{R=1.1}$)	(non fattorizzato)
Statica	1.139 > 1.00	1.252 > 1.10
Sismica	1.010 > 1.00	1.112 > 1.10

Risultati delle verifiche GEO – Stabilità globale A2+M2+R2

Nelle figure seguenti sono rappresentate le sezioni di calcolo prese in considerazione ed i risultati ottenuti in termini di superfici di rottura, mentre in allegato alla presente si riportano i file di input ed output del calcolo eseguito con il programma macstars 4.0.

9.15.1 Stabilità globale– Condizioni statiche



Verifica di stabilità globale: A2_M2_R2 Statica

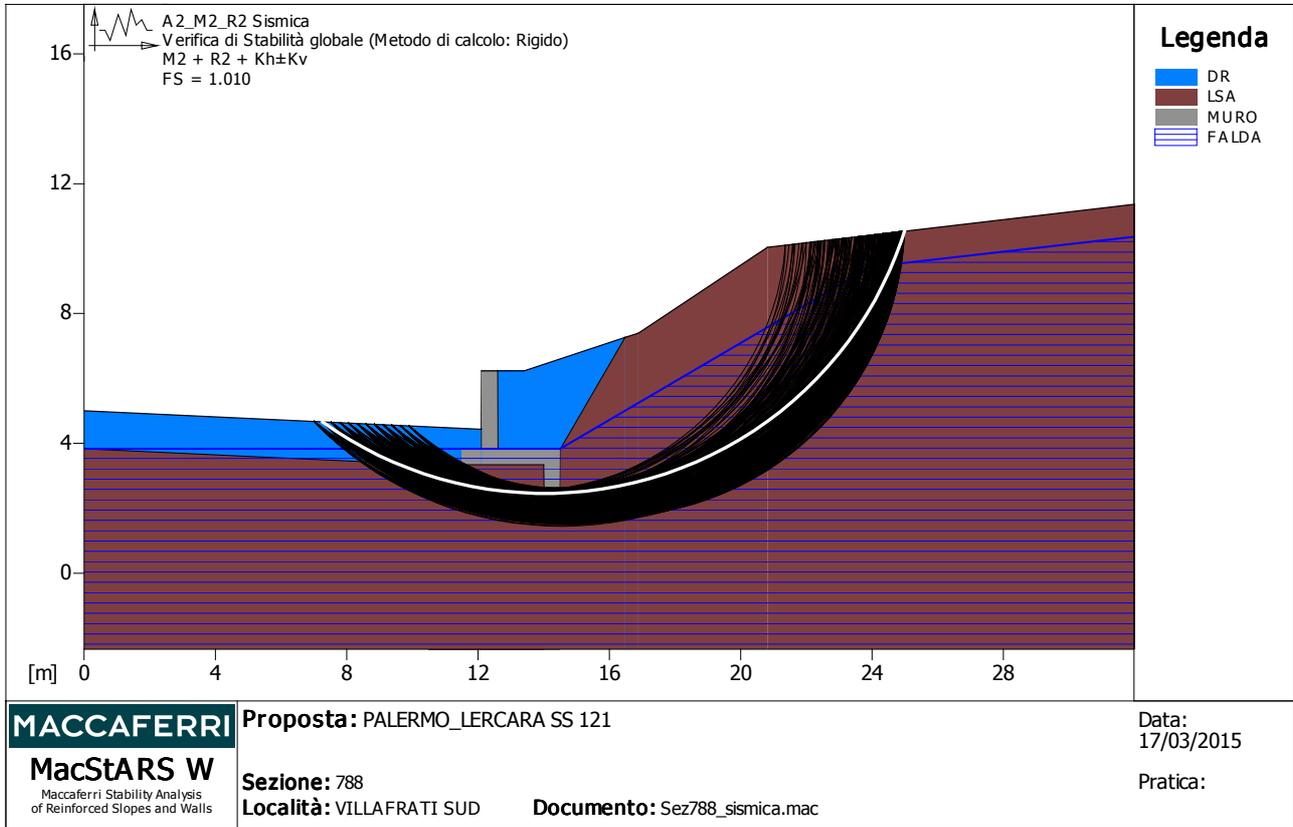
Combinazione di carico: A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 1.139 (già fattorizzato per R2=1,1)

9.15.2 Stabilità globale – Condizioni sismiche



Verifica di stabilità globale: A2_M2_R2 Sismica

Combinazione di carico: M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato: 1.010 (già fattorizzato per R2=1,1)

9.16 Stima dei cedimenti

La fondazione del muro viene discretizzata come una sezione rettangolare di lati 20.0 x 3.0 m. La pressione utilizzata agli SLE è pari a 80 kPa. Da cui risulta che il cedimento totale vale 12.6 mm e il cedimento immediato vale 4.2 mm. Quindi il cedimento da scontare risulta dell'ordine dei 8 mm. Praticamente trascurabile.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

CEDIMENTO TOTALE

Coefficiente di Frolich = 4
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa
 Profondita' falda = .0 m
 Coefficiente di Poisson = .25

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m ³	G eff kN/m ³	N dv
1	.0	3.0	15000.	25000.	20.0	10.0	6
2	3.0	20.0	50000.	90000.	20.0	10.0	34

S'z = tensione verticale efficace litostatica
 Z in = profondita' inizio strato
 Z fin = profondita' fine strato
 E in = modulo elastico inizio strato
 E fin = modulo elastico fine strato
 G nat = peso di volume naturale
 G eff = peso di volume efficace
 N dv = numero suddivisioni dello strato

Caratteristiche delle aree di carico

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	80.0	10.00	1.50	20.00	3.00	4.800
Carico totale =						4.800 MN

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	40.0	19.9	19.8	.3	15833.
.8	39.9	19.3	18.3	.8	17500.
1.3	39.7	18.3	15.7	1.3	19167.
1.8	38.9	17.0	12.9	1.8	20833.
2.3	37.7	15.6	10.2	2.3	22500.
2.8	36.2	14.1	8.0	2.8	24167.
3.3	34.4	12.7	6.2	3.3	50588.
3.8	32.5	11.4	4.9	3.8	51765.
4.3	30.6	10.2	3.8	4.3	52941.
4.8	28.8	9.1	3.0	4.8	54118.
5.3	27.1	8.2	2.4	5.3	55294.
5.8	25.4	7.3	1.9	5.8	56471.
6.3	23.9	6.5	1.6	6.3	57647.
6.8	22.5	5.8	1.3	6.8	58824.
7.3	21.2	5.2	1.1	7.3	60000.
7.8	20.0	4.6	.9	7.8	61176.
8.3	18.8	4.2	.8	8.3	62353.
8.8	17.8	3.7	.6	8.8	63529.
9.3	16.8	3.3	.5	9.3	64706.
9.8	15.9	3.0	.5	9.8	65882.
10.3	15.0	2.7	.4	10.3	67059.
10.8	14.2	2.4	.4	10.8	68235.
11.3	13.5	2.2	.3	11.3	69412.
11.8	12.8	1.9	.3	11.8	70588.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

12.3 12.2 1.7 .2 12.3 71765.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi
 S'z = tensione verticale efficace litostatica

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = 10.00 m Y = .00 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	7.9			
.5	6.9	.0	.5	.9
1.0	6.0	.5	1.0	.9
1.5	5.2	1.0	1.5	.8
2.0	4.5	1.5	2.0	.8
2.5	3.8	2.0	2.5	.7
3.0	3.1	2.5	3.0	.6
3.5	2.9	3.0	3.5	.3
4.0	2.6	3.5	4.0	.3
4.5	2.3	4.0	4.5	.3
5.0	2.1	4.5	5.0	.2
5.5	1.9	5.0	5.5	.2
6.0	1.7	5.5	6.0	.2
6.5	1.5	6.0	6.5	.2
7.0	1.3	6.5	7.0	.2
7.5	1.1	7.0	7.5	.2
8.0	1.0	7.5	8.0	.2
8.5	.8	8.0	8.5	.1
9.0	.7	8.5	9.0	.1
9.5	.6	9.0	9.5	.1
10.0	.5	9.5	10.0	.1
10.5	.4	10.0	10.5	.1
11.0	.3	10.5	11.0	.1
11.5	.2	11.0	11.5	.1
12.0	.1	11.5	12.0	.1
12.5	.0	12.0	12.5	.1

RISULTATI relativi alla direttrice 2

X = 10.00 m Y = 1.50 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	80.0	39.4	38.4	.3	15833.
.8	78.7	35.7	28.6	.8	17500.
1.3	74.1	30.6	18.1	1.3	19167.
1.8	67.1	25.7	11.0	1.8	20833.
2.3	59.7	21.7	6.8	2.3	22500.
2.8	53.0	18.5	4.4	2.8	24167.
3.3	47.3	15.9	2.9	3.3	50588.
3.8	42.4	13.7	2.0	3.8	51765.
4.3	38.3	12.0	1.5	4.3	52941.
4.8	34.8	10.5	1.1	4.8	54118.
5.3	31.9	9.2	.8	5.3	55294.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

5.8	29.3	8.1	.6	5.8	56471.
6.3	27.0	7.1	.5	6.3	57647.
6.8	25.1	6.3	.4	6.8	58824.
7.3	23.3	5.6	.3	7.3	60000.
7.8	21.7	5.0	.3	7.8	61176.
8.3	20.3	4.4	.2	8.3	62353.
8.8	19.0	3.9	.2	8.8	63529.
9.3	17.9	3.5	.2	9.3	64706.
9.8	16.8	3.1	.1	9.8	65882.
10.3	15.8	2.8	.1	10.3	67059.
10.8	14.9	2.5	.1	10.8	68235.
11.3	14.1	2.2	.1	11.3	69412.
11.8	13.4	2.0	.1	11.8	70588.
12.3	12.7	1.8	.1	12.3	71765.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi
 S'z = tensione verticale efficace litostatica

RISULTATI relativi alla direttrice 2

X = 10.00 m Y = 1.50 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	12.6	.0	.5	1.9
.5	10.7	.5	1.0	1.8
1.0	8.9	1.0	1.5	1.6
1.5	7.3	1.5	2.0	1.4
2.0	5.9	2.0	2.5	1.2
2.5	4.7	2.5	3.0	1.0
3.0	3.7	3.0	3.5	.4
3.5	3.3	3.5	4.0	.4
4.0	2.9	4.0	4.5	.3
4.5	2.6	4.5	5.0	.3
5.0	2.3	5.0	5.5	.3
5.5	2.0	5.5	6.0	.2
6.0	1.8	6.0	6.5	.2
6.5	1.6	6.5	7.0	.2
7.0	1.4	7.0	7.5	.2
7.5	1.2	7.5	8.0	.2
8.0	1.0	8.0	8.5	.2
8.5	.9	8.5	9.0	.1
9.0	.7	9.0	9.5	.1
9.5	.6	9.5	10.0	.1
10.0	.5	10.0	10.5	.1
10.5	.4	10.5	11.0	.1
11.0	.3	11.0	11.5	.1
11.5	.2	11.5	12.0	.1
12.0	.1	12.0	12.5	.1
12.5	.0			

Cedimento totale = 12.6 mm

RISULTATI relativi alla direttrice 3

X = 10.00 m Y = 3.00 m

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	40.0	19.9	19.8	.3	15833.
.8	39.9	19.3	18.3	.8	17500.
1.3	39.7	18.3	15.7	1.3	19167.
1.8	38.9	17.0	12.9	1.8	20833.
2.3	37.7	15.6	10.2	2.3	22500.
2.8	36.2	14.1	8.0	2.8	24167.
3.3	34.4	12.7	6.2	3.3	50588.
3.8	32.5	11.4	4.9	3.8	51765.
4.3	30.6	10.2	3.8	4.3	52941.
4.8	28.8	9.1	3.0	4.8	54118.
5.3	27.1	8.2	2.4	5.3	55294.
5.8	25.4	7.3	1.9	5.8	56471.
6.3	23.9	6.5	1.6	6.3	57647.
6.8	22.5	5.8	1.3	6.8	58824.
7.3	21.2	5.2	1.1	7.3	60000.
7.8	20.0	4.6	.9	7.8	61176.
8.3	18.8	4.2	.8	8.3	62353.
8.8	17.8	3.7	.6	8.8	63529.
9.3	16.8	3.3	.5	9.3	64706.
9.8	15.9	3.0	.5	9.8	65882.
10.3	15.0	2.7	.4	10.3	67059.
10.8	14.2	2.4	.4	10.8	68235.
11.3	13.5	2.2	.3	11.3	69412.
11.8	12.8	1.9	.3	11.8	70588.
12.3	12.2	1.7	.2	12.3	71765.

RISULTATI relativi alla direttrice 3

X = 10.00 m Y = 3.00 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	7.9			
.5	6.9	.0	.5	.9
1.0	6.0	.5	1.0	.9
1.5	5.2	1.0	1.5	.8
2.0	4.5	1.5	2.0	.8
2.5	3.8	2.0	2.5	.7
3.0	3.1	2.5	3.0	.6
3.5	2.9	3.0	3.5	.3
4.0	2.6	3.5	4.0	.3
4.5	2.3	4.0	4.5	.3
5.0	2.1	4.5	5.0	.2
5.5	1.9	5.0	5.5	.2
6.0	1.7	5.5	6.0	.2
6.5	1.5	6.0	6.5	.2
7.0	1.3	6.5	7.0	.2
7.5	1.1	7.0	7.5	.2
8.0	1.0	7.5	8.0	.2
8.5	.8	8.0	8.5	.1
9.0	.7	8.5	9.0	.1

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

9.5	.6	9.0	9.5	.1
10.0	.5	9.5	10.0	.1
10.5	.4	10.0	10.5	.1
11.0	.3	10.5	11.0	.1
11.5	.2	11.0	11.5	.1
12.0	.1	11.5	12.0	.1
12.5	.0	12.0	12.5	.1

Cedimento totale = 7.9 mm

Tabella riassuntiva dei cedimenti a piano campagna

n.	X m	Y m	Cedim. mm
1	10.00	.00	7.9
2	10.00	1.50	12.6
3	10.00	3.00	7.9

CEDIMENTO IMMEDIATO

Coefficiente di Frolich = 4
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa
 Profondita' falda = .0 m
 Coefficiente di Poisson = .25

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m ³	G eff kN/m ³	N dv
1	.0	3.0	45000.	75000.	20.0	10.0	6
2	3.0	20.0	150000.	270000.	20.0	10.0	34

S'z = tensione verticale efficace litostatica
 Z in = profondita' inizio strato
 Z fin = profondita' fine strato
 E in = modulo elastico inizio strato
 E fin = modulo elastico fine strato
 G nat = peso di volume naturale
 G eff = peso di volume efficace
 N dv = numero suddivisioni dello strato

Caratteristiche delle aree di carico

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	80.0	10.00	1.50	20.00	3.00	4.800
Carico totale =						4.800 MN

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = 10.00 m Y = .00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	40.0	19.9	19.8	.3	47500.
.8	39.9	19.3	18.3	.8	52500.
1.3	39.7	18.3	15.7	1.3	57500.
1.8	38.9	17.0	12.9	1.8	62500.
2.3	37.7	15.6	10.2	2.3	67500.
2.8	36.2	14.1	8.0	2.8	72500.
3.3	34.4	12.7	6.2	3.3	151765.
3.8	32.5	11.4	4.9	3.8	155294.
4.3	30.6	10.2	3.8	4.3	158824.
4.8	28.8	9.1	3.0	4.8	162353.
5.3	27.1	8.2	2.4	5.3	165882.
5.8	25.4	7.3	1.9	5.8	169412.
6.3	23.9	6.5	1.6	6.3	172941.
6.8	22.5	5.8	1.3	6.8	176471.
7.3	21.2	5.2	1.1	7.3	180000.
7.8	20.0	4.6	.9	7.8	183529.
8.3	18.8	4.2	.8	8.3	187059.
8.8	17.8	3.7	.6	8.8	190588.
9.3	16.8	3.3	.5	9.3	194118.
9.8	15.9	3.0	.5	9.8	197647.
10.3	15.0	2.7	.4	10.3	201176.
10.8	14.2	2.4	.4	10.8	204706.
11.3	13.5	2.2	.3	11.3	208235.
11.8	12.8	1.9	.3	11.8	211765.
12.3	12.2	1.7	.2	12.3	215294.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi
S'z = tensione verticale efficace litostatica

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = 10.00 m Y = .00 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	2.6			
.5	2.3	.0	.5	.3
1.0	2.0	.5	1.0	.3
1.5	1.7	1.0	1.5	.3
2.0	1.5	1.5	2.0	.3
2.5	1.3	2.0	2.5	.2
3.0	1.0	2.5	3.0	.2
3.5	1.0	3.0	3.5	.1
4.0	.9	3.5	4.0	.1
4.5	.8	4.0	4.5	.1
5.0	.7	4.5	5.0	.1
5.5	.6	5.0	5.5	.1
6.0	.6	5.5	6.0	.1
6.5	.5	6.0	6.5	.1
7.0	.4	6.5	7.0	.1
7.5	.4	7.0	7.5	.1
8.0	.3	7.5	8.0	.1
8.5	.3	8.0	8.5	.0
9.0	.2	8.5	9.0	.0
9.5	.2	9.0	9.5	.0
10.0	.2	9.5	10.0	.0
10.5	.1	10.0	10.5	.0

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

11.0	.1	10.5	11.0	.0
11.5	.1	11.0	11.5	.0
12.0	.0	11.5	12.0	.0
12.5	.0	12.0	12.5	.0

Cedimento totale =		2.6 mm		

RISULTATI relativi alla direttrice 2

X = 10.00 m Y = 1.50 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	80.0	39.4	38.4	.3	47500.
.8	78.7	35.7	28.6	.8	52500.
1.3	74.1	30.6	18.1	1.3	57500.
1.8	67.1	25.7	11.0	1.8	62500.
2.3	59.7	21.7	6.8	2.3	67500.
2.8	53.0	18.5	4.4	2.8	72500.
3.3	47.3	15.9	2.9	3.3	151765.
3.8	42.4	13.7	2.0	3.8	155294.
4.3	38.3	12.0	1.5	4.3	158824.
4.8	34.8	10.5	1.1	4.8	162353.
5.3	31.9	9.2	.8	5.3	165882.
5.8	29.3	8.1	.6	5.8	169412.
6.3	27.0	7.1	.5	6.3	172941.
6.8	25.1	6.3	.4	6.8	176471.
7.3	23.3	5.6	.3	7.3	180000.
7.8	21.7	5.0	.3	7.8	183529.
8.3	20.3	4.4	.2	8.3	187059.
8.8	19.0	3.9	.2	8.8	190588.
9.3	17.9	3.5	.2	9.3	194118.
9.8	16.8	3.1	.1	9.8	197647.
10.3	15.8	2.8	.1	10.3	201176.
10.8	14.9	2.5	.1	10.8	204706.
11.3	14.1	2.2	.1	11.3	208235.
11.8	13.4	2.0	.1	11.8	211765.
12.3	12.7	1.8	.1	12.3	215294.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi
S'z = tensione verticale efficace litostatica

RISULTATI relativi alla direttrice 2

X = 10.00 m Y = 1.50 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	4.2			
.5	3.6	.0	.5	.6
1.0	3.0	.5	1.0	.6
1.5	2.4	1.0	1.5	.5
2.0	2.0	1.5	2.0	.5
2.5	1.6	2.0	2.5	.4

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

3.0	1.2	2.5	3.0	.3
3.5	1.1	3.0	3.5	.1
4.0	1.0	3.5	4.0	.1
4.5	.9	4.0	4.5	.1
5.0	.8	4.5	5.0	.1
5.5	.7	5.0	5.5	.1
6.0	.6	5.5	6.0	.1
6.5	.5	6.0	6.5	.1
7.0	.5	6.5	7.0	.1
7.5	.4	7.0	7.5	.1
8.0	.3	7.5	8.0	.1
8.5	.3	8.0	8.5	.1
9.0	.2	8.5	9.0	.0
9.5	.2	9.0	9.5	.0
10.0	.2	9.5	10.0	.0
10.5	.1	10.0	10.5	.0
11.0	.1	10.5	11.0	.0
11.5	.1	11.0	11.5	.0
12.0	.0	11.5	12.0	.0
12.5	.0	12.0	12.5	.0

Cedimento totale = 4.2 mm

RISULTATI relativi alla direttrice 3

X = 10.00 m Y = 3.00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	40.0	19.9	19.8	.3	47500.
.8	39.9	19.3	18.3	.8	52500.
1.3	39.7	18.3	15.7	1.3	57500.
1.8	38.9	17.0	12.9	1.8	62500.
2.3	37.7	15.6	10.2	2.3	67500.
2.8	36.2	14.1	8.0	2.8	72500.
3.3	34.4	12.7	6.2	3.3	151765.
3.8	32.5	11.4	4.9	3.8	155294.
4.3	30.6	10.2	3.8	4.3	158824.
4.8	28.8	9.1	3.0	4.8	162353.
5.3	27.1	8.2	2.4	5.3	165882.
5.8	25.4	7.3	1.9	5.8	169412.
6.3	23.9	6.5	1.6	6.3	172941.
6.8	22.5	5.8	1.3	6.8	176471.
7.3	21.2	5.2	1.1	7.3	180000.
7.8	20.0	4.6	.9	7.8	183529.
8.3	18.8	4.2	.8	8.3	187059.
8.8	17.8	3.7	.6	8.8	190588.
9.3	16.8	3.3	.5	9.3	194118.
9.8	15.9	3.0	.5	9.8	197647.
10.3	15.0	2.7	.4	10.3	201176.
10.8	14.2	2.4	.4	10.8	204706.
11.3	13.5	2.2	.3	11.3	208235.
11.8	12.8	1.9	.3	11.8	211765.
12.3	12.2	1.7	.2	12.3	215294.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi
S'z = tensione verticale efficace litostatica

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

RISULTATI relativi alla direttrice 3

X = 10.00 m Y = 3.00 m

Cedimenti totali		Cedimenti parziali		
Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	2.6			
.5	2.3	.0	.5	.3
1.0	2.0	.5	1.0	.3
1.5	1.7	1.0	1.5	.3
2.0	1.5	1.5	2.0	.3
2.5	1.3	2.0	2.5	.2
3.0	1.0	2.5	3.0	.2
3.5	1.0	3.0	3.5	.1
4.0	.9	3.5	4.0	.1
4.5	.8	4.0	4.5	.1
5.0	.7	4.5	5.0	.1
5.5	.6	5.0	5.5	.1
6.0	.6	5.5	6.0	.1
6.5	.5	6.0	6.5	.1
7.0	.4	6.5	7.0	.1
7.5	.4	7.0	7.5	.1
8.0	.3	7.5	8.0	.1
8.5	.3	8.0	8.5	.0
9.0	.2	8.5	9.0	.0
9.5	.2	9.0	9.5	.0
10.0	.2	9.5	10.0	.0
10.5	.1	10.0	10.5	.0
11.0	.1	10.5	11.0	.0
11.5	.1	11.0	11.5	.0
12.0	.0	11.5	12.0	.0
12.5	.0	12.0	12.5	.0

Tabella riassuntiva dei cedimenti a piano campagna

n.	X m	Y m	Cedim. mm
1	10.00	.00	2.6
2	10.00	1.50	4.2
3	10.00	3.00	2.6

Nella tabella seguente si riportano i risultati dell'analisi dei cedimenti, in particolare vengono indicati i valori dei cedimenti totali, immediati e di consolidazione per la sezione esaminata.

Cedimenti totali [mm]	Cedimenti immediati [mm]	Cedimenti di consolidazione [mm]
12.6	4.2	8.4

Vista l'entità del cedimento di consolidazione, questo risulta compatibile con la funzionalità in esercizio dell'opera.

9.17 Risultati delle verifiche strutturali

Le verifiche strutturali di deformazione e fessurazione sono state svolte secondo il metodo degli stati limite facendo riferimento alle tensioni di progetto riportate nel capitolo 4.

Di seguito, per le sezioni esaminate, sono forniti i risultati delle analisi eseguite che indicano le armature necessarie da applicare al fine di garantire la stabilità strutturale dell'opera.

Le verifiche sono state condotte considerando un Rck 35 MPa sia in fondazione che elevazione. L'armatura sia in elevazione è pari a 1+1Ø16/12.5" (principale) e 1+1Ø12/20" (secondaria). E a partire da 0.80 m viene portata a 1+1Ø12/12.5" (principale) e 1+1Ø12/20" (secondaria). L'armatura sia in fondazione è pari a 1+1Ø16/20" (principale) e 1+1Ø12/20" (secondaria).

9.17.1 Verifica paramento verticale

Incastro Fondazione-Paramento

ATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Tipo1_param

(Percorso File: G:\4539_ASSISTENZA CANTIERE PALERMO - LERCARA\VILLAFRATI SUD\Verifiche Villafrati\Verifica sez. C.A\Tipo 1\Tipo1_param.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	158.60	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	79.30	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	126.00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm ²

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 * \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3600.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	8Ø16	(16.1 cm ²)
Barre superiori:	8Ø16	(16.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	3000	10948	9290	0
2	3071	9545	7267	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	3000	7928

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	3000	7928 (5129)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	3000	6467 (5153)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	11.3	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.0	cm

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [daNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura per sole travi (N = 0)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. [cm ²] in zona tesa per sole travi (l'area minima ex (4.1.43)NTC è indicata tra parentesi)

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	3000	10948	3020	14768	1.349	25.0	14010	---	---	---
2	S	3071	9545	3061	14772	1.548	25.0	14020	---	---	---

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00542	30.0	0.00003	25.0	-0.01384	5.0
2	0.00350	-0.00541	30.0	0.00003	25.0	-0.01383	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	12	mm
Passo staffe:	20.0	cm
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	11.3	cm ² /m [Area Staffe Minima NTC = 2.9 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	AST
1	N	9290	15274	61915	24893	100.0	21.80	1.006	4.2
2	N	7267	15282	61924	24893	100.0	21.80	1.006	3.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	72.9	30.0	0.0	21.6	-2162	25.0	10.8	1080	16.1	12.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	44.4	-42.7	---	0.125	1.00	0.581	0.000628 (0.000432)	163	0.175	5129

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	72.9	30.0	0.0	21.6	-2162	25.0	10.8	1080	16.1	12.9

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	44.4	-42.7	---	0.125	1.00	0.581	0.000628 (0.000432)	163	0.175 (0.30)	5129

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	59.6	30.0	0.0	21.5	-1746	25.0	10.8	1077	16.1	12.9

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	36.4	-34.6	---	0.125	0.50	0.683	0.000596 (0.000349)	163	0.165 (0.20)	5153

A 80 cm (H/3) da incastro

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Tipo1_paramH_3

(Percorso File: G:\4539_ASSISTENZA CANTIERE PALERMO - LERCARA\VILLAFRATI SUD\Verifiche Villafrati\Verifica sez. C.A\Tipo 1\Tipo1_paramH_3.sez)

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	158.60	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	79.30	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	126.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	3600.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	8Ø12	(9.0 cm ²)
Barre superiori:	8Ø12	(9.0 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	2000	4951	5808	0
2	2048	4377	5116	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	2000	3565

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	2000	3565 (4777)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	2000	2901 (4810)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.7 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [daNm]
x/d Rapp. di duttilità a rottura per sole travi (N = 0)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa Area armature long. [cm²] in zona tesa per sole travi (l'area minima ex (4.1.43)NTC è indicata tra parentesi)

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	2000	4951	1991	9004	1.819	25.9	8191	---	---	---
2	S	2048	4377	2039	9010	2.058	25.9	8194	---	---	---

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00760	30.0	-0.00082	25.0	-0.01808	5.0
2	0.00350	-0.00760	30.0	-0.00081	25.0	-0.01807	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	12	mm
Passo staffe:	20.0	cm
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	11.3	cm ² /m [Area Staffe Minima NTC = 3.9 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	N	5808	12549	61785	24893	100.0	21.80	1.004	2.6
2	N	5116	12555	61792	24893	100.0	21.80	1.004	2.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	42.9	30.0	0.0	22.9	-1638	25.0	11.5	1147	9.0	12.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
ScImin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (ScImin + ScImax)/(2 ScImin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/ScImin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
--------	-----	--------	--------	--------	----	--------	-----	------	-----	----	---------

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

1	S	21.8	-20.6	---	0.125	1.00	0.400	0.000328 (0.000328)	190	0.106	4777
---	---	------	-------	-----	-------	------	-------	---------------------	-----	-------	------

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	42.9	30.0	0.0	22.9	-1638	25.0	11.5	1147	9.0	12.9

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	21.8	-20.6	---	0.125	1.00	0.400	0.000328 (0.000328)	190	0.106 (0.30)	4777

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	34.9	30.0	0.0	22.9	-1312	25.0	11.4	1143	9.0	12.9

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	17.9	-16.6	---	0.125	0.50	0.400	0.000262 (0.000262)	190	0.085 (0.20)	4810

9.17.2 Verifica fondazione

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Tipo1_fond

(Percorso File: G:\4539_ASSISTENZA CANTIERE PALERMO - LERCARA\VILLAFRATI SUD\Verifiche Villafrati\Verifica sez. C.A\Tipo 1\Tipo1_fond.sez)

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	158.60 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	79.30 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	27.60 daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.00 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	126.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	3600.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
MT	Momento torcente [daN m]			

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	11234	6234	0
2	0	13348	7496	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0	9918

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0	9918 (12832)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0	8378 (12832)

RISULTATI DEL CALCOLO

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	20.9	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.4	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [daNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura per sole travi (N = 0)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. [cm ²] in zona tesa per sole travi (l'area minima ex (4.1.43)NTC è indicata tra parentesi)

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	11234	16	17484	1.556	45.8	16361	0.09	0.70	10.1 (7.2)
2	S	0	13348	16	17484	1.310	45.8	16361	0.09	0.70	10.1 (7.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01450	50.0	-0.00070	45.0	-0.03430	5.0
2	0.00350	-0.01450	50.0	-0.00070	45.0	-0.03430	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	8	mm	
Passo staffe:	13.3	cm	[Passo massimo di normativa = 13.4 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	15.1	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	6234	17932	110748	59894	100.0	21.80	1.000	1.6
2	S	7496	17932	110748	59894	100.0	21.80	1.000	1.9

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	43.1	50.0	0.0	40.4	-2374	45.0	16.2	1620	10.1	22.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	21.3	-21.3	---	0.125	1.00	0.400	0.000475 (0.000475)	258	0.208	12832

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	43.1	50.0	0.0	40.4	-2374	45.0	16.2	1620	10.1	22.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	21.3	-21.3	---	0.125	1.00	0.400	0.000475 (0.000475)	258	0.208 (0.30)	12832

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	36.4	50.0	0.0	40.4	-2005	45.0	16.2	1620	10.1	22.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	18.0	-18.0	---	0.125	0.50	0.400	0.000401 (0.000401)	258	0.176 (0.20)	12832

9.18 Sezione Tipo 2

Per il dimensionamento dell'opera di sostegno, si considera a tergo del muro, un terreno con pendenza pari a quella del versante ed essendo presente una scarpata di transizione tra testa muro e terreno naturale con pendenza variabile tra 1/3 e 2/3, si considera un sovraccarico permanente pari alla distanza tra testa muro e profilo naturale tale da simulare il dislivello pari 1.90 m.

9.19 Caratteristiche geotecniche terreno spingente

	Riempimento	LSA	---	---	---	---	
Hs [m] =		3.0	0,0	0,0	0,0	0,0	spessore dell'unità
$\gamma_{t,k}$ [kN/m ³] =	20.0	20.0	0,0	0,0	0,0	0,0	peso di volume del terreno caratteristico
$\gamma_{t,d}$ [kN/m ³] =	26.0	26.0	0,0	0,0	0,0	0,0	peso di volume del terreno di progetto
ϕ'_k [gradi] =		26.0	0,0	0,0	0,0	0,0	angolo di resistenza al taglio caratteristico
ϕ'_d [gradi] =		26.0	0,0	0,0	0,0	0,0	angolo di resistenza al taglio di progetto
c'_k [kPa] =		5.0	0,0	0,0	0,0	0,0	coesione caratteristica
c'_d [kPa] =		5.0	0,0	0,0	0,0	0,0	coesione di progetto
δ'_k [gradi] =		17.3	0,0	0,0	0,0	0,0	angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno
δ'_d [gradi] =		17.3	0,0	0,0	0,0	0,0	angolo di resistenza al taglio muro-terreno
z _{top} [m] =		-3.0	0,0	0,0	0,0	0,0	quota di testa dell'unità
z _{bot} [m] =		0.0	0,0	0,0	0,0	0,0	quota di base dell'unità

9.20 Caratteristiche geotecniche terreno di fondazione

$\gamma_{t,k}$ [kN/m ³] =	20.0	peso di volume del terreno caratteristico
$\gamma_{t,d}$ [kN/m ³] =	20.0	peso di volume del terreno di progetto
ϕ'_k [gradi] =	26.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico
ϕ'_d [gradi] =	26.0	angolo di resistenza al taglio di progetto
c'_k [kPa] =	5.0	coesione caratteristica
c'_d [kPa] =	5.0	coesione di progetto
δ'_k [gradi] =	26.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno
δ'_d [gradi] =	20.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno

9.21 Caratteristiche geometriche muro

H [m] =	2.40	altezza del muro (da estradosso fondazione)
h _M [m] =	0.50	altezza della fondazione a filo monte
h _V [m] =	0.50	altezza della fondazione a filo valle
B [m] =	3.00	larghezza della fondazione
bo [m] =	0.50	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

bv [m] =	0.60	<i>larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle</i>
bm [m] =	1.90	<i>larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante</i>
s [m] =	0.50	<i>spessore del muro in elevazione</i>
pv [--] =	0.00	<i>pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle</i>
pm [--] =	0.00	<i>pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte</i>
c [m] =	0.00	<i>pianerottolo sopra il muro</i>
β [gradi] =	2.0	<i>inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno</i>
r [m] =	0.00	<i>rialzo del muro sopra terreno di monte</i>
R [m] =	0.70	<i>ricoprimento della fondazione a valle</i>
D [m] =	1.20	<i>approfondimento della fondazione a valle</i>
Hf [m] =	2.98	<i>altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)</i>
ψ [gradi] =	90.0	<i>inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)</i>
γ_{cls,k} [kN/m³] =	25.0	<i>peso di volume del muro</i>
γ_{cls,d} [kN/m³] =	25.0	<i>peso di volume del muro</i>
i [gradi] =	0.0	<i>contropendenza del piano di fondazione</i>

9.22 Sovraccarico permanente

q_k [kN/m²] =	38.0	<i>valore caratteristico dei carichi</i>
---	-------------	--

9.23 Caratterizzazione sismica

a_g/g [--] =	0.165	<i>accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido</i>
S_s [--] =	1.20	<i>fattore di amplificazione stratigrafica</i>
S_T [--] =	1.00	<i>fattore di amplificazione topografica</i>
β_m [--] =	0.24	<i>coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima</i>
Kh [--] =	0.048	<i>coefficiente sismico orizzontale</i>
Kv [--] =	0.024	<i>coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)</i>
θ [gradi] =	2.66	
Hf x	0.500	<i>posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. Hfx0.50)</i>

9.24 SLU_ Statico

	F_x [kN]	F_z [kN]	x [m]	z [m]	M_{STAB} [kNm]	M_{RIB} [kNm]	
S	72.51	22.63	-1.50	-	61.10	97.29	<i>spinta statica</i>
DS	0.00	0.00	-1.50	0.00			<i>incremento spinta sismica applicata ad Hf/2</i>
Rp	0.00	0.00	1.50	-0.40			<i>resistenza passiva applicata a D/3</i>
V₀, H₀	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>forze concentrata (verticale e orizzontale)</i>
M₀	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>momento concentrato</i>
m₀	0.00	0.00	0.65	-6.35			<i>massa sismica concentrata</i>
W1	0.00	37.50	0.00	-0.25	50.63		<i>peso della fondazione (soletta)</i>
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso della fondazione (cuneo inclinato)</i>
W''1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso della fondazione (dente)</i>
W2	0.00	30.00	0.65	-1.70	22.95		<i>peso del paramento in elevazione</i>

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

W'2	0.00	0.00	0.00	0.00		peso del paramento in elevazione
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00		peso del paramento in elevazione
W3	0.00	118.56	-0.55	-1.70	218.74	peso del terreno sulla fondazione di monte
W'3	0.00	1.64	-0.87	-2.92	3.49	peso del terreno sulla fondazione di monte
W''3	0.00	0.00	0.00	0.00		peso del terreno sulla fondazione di monte
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00		peso del terreno sulla fondazione di monte
W4	0.00	10.92	1.20	-0.85	2.95	peso del terreno sulla fondazione di valle
dW1	0.00	0.00	0.00	-0.25		inerzia della fondazione (soletta)
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia della fondazione (cuneo inclinato)
dW''1	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia della fondazione (dente)
dW2	0.00	0.00	0.65	-1.70		inerzia del paramento in elevazione
dW'2	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia del paramento in elevazione
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia del paramento in elevazione
dW3	0.00	0.00	-0.55	-1.70		inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW'3	0.00	0.00	-0.87	-2.92		inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW''3	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00		inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW4	0.00	0.00	1.20	-0.85		inerzia del terreno sulla fondazione di valle
$\Sigma F =$	72.5	221.3				
			$\Sigma M =$	359.9	97.3	

Risultanti sul piano di fondazione

Dy [m] = 1.00 passo longitudinale di calcolo

V [kN] = $\Sigma F_z =$	221.3	risultante delle forze verticali in fondazione
H [kN] = $\Sigma F_x =$	72.5	risultante delle forze orizzontali in fondazione
u [m] =	1.41	distanza risultante dallo spigolo di valle
ex [m] =	0.09	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)
Bex [m] =	2.81	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]

Verifica al ribaltamento

ΣM_{STAB} [kNm/m] =	359.9	sommatoria dei momenti stabilizzanti
ΣM_{RIB} [kNm/m] =	97.3	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB} =$	3.70	misura della sicurezza al ribaltamento

Verifica allo slittamento

Hd [kN] =	72.5	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza)
Nd [kN] =	221.3	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] =	72.5	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] =	107.9	resistenza di progetto
Rd / Td =	1.49	misura della sicurezza allo slittamento

Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione

γ [kN/m ³] =	20.0	peso di volume del terreno
z _B [m] =	2.40	profondità del meccanismo di rottura [= 0.5 B tan (45+φ'/2)]
z _{WL} [m] =	0.00	profondità della falda (positiva se sotto il piano fondazione)
$\gamma'_{t,eq}$ [kN/m ³] =	10.0	peso di volume equivalente (alleggerito se in presenza di falda, Bowles cap.4-7)

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

ϕ'_d [gradi] = 26.0 *angolo di resistenza al taglio di progetto*
 c'_d [kPa] = 5.0 *coesione di progetto*

Caratteristiche geometriche

B [m] = 3.00 *larghezza della fondazione*
 L [m] = 100.0 *lunghezza della fondazione*
 D' [m] = 1.20 *approfondimento piano di fondazione a valle (valore di calcolo per la capacità portante)*
 i [gradi] = 0.0 *contropendenza del piano di fondazione*

Caratteristiche carico in fondazione

V [kN/m] = 221.3 *risultante delle forze verticali in fondazione*
 H [kN/m] = 72.5 *risultante delle forze orizzontali in fondazione*
 ex [m] = 0.09 *eccentricità del carico in fondazione (= M / V)*
 B' [m] = 2.81 *larghezza efficace della fondazione*
 py [kPa] = 78.6 *pressione di Meyerhof*

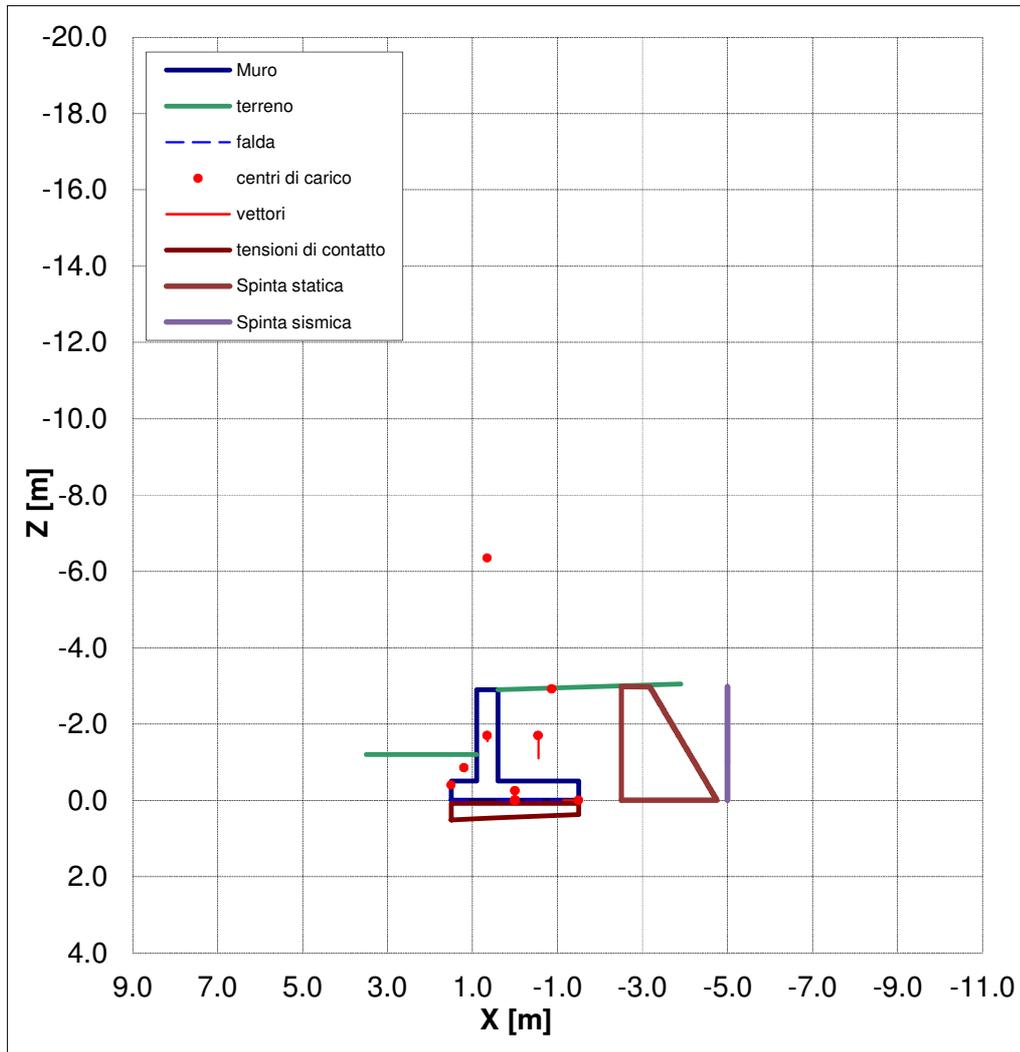
Brinch-Hansen, 1970 

	γ	c	q_0	
$\gamma'_{t,k} B / 2$ [kN/m ²] =	14.07	/	/	<i>peso efficace</i>
c'_d [kPa] =	/	5.00	/	<i>coesione</i>
q' [kPa] =	/	/	24.00	<i>pressione efficace di confinamento</i>
N =	12.54	22.25	11.85	<i>fattori di portanza</i>
S =	1.01	1.01	1.01	<i>fattori forma</i>
D =	1.00	1.14	1.13	<i>fattori di approfondimento</i>
I =	0.36	0.46	0.51	<i>fattori di inclinazione del carico</i>
B =	1.00	1.00	1.00	<i>fattori di inclinazione del piano di fondazione</i>
$q_{lim,x}$ [kPa] =	64.2	59.8	165.0	<i>prodotto dei contributi</i>

q_{lim} [kPa] = 289.1 *pressione limite*
 Q_{lim} [kN/m] = 813.6 *carico limite*
 FS [--] = 4.85 $FS = (q_{lim} - q_0) / (q - q_0)$
 FS [--] = 3.68 $FS = Q_{lim} / V$

Tensioni di contatto in fondazione

ex [m] = 0.09 $< B/6$ *eccentricità*
 Bx [m] = 3.00 *larghezza sezione reagente in fondazione*
 s_M [kPa] = 73.8 *tensione di contatto media* $x_{\sigma=0}$ [m] = -8.10
 σ_A [kPa] = 87.4 *tensione di contatto spigolo valle* x_A [m] = 1.50
 $\sigma_{A'}$ [kPa] = 81.9 *tensione di contatto filo muro valle* $x_{A'}$ [m] = 0.90
 $\sigma_{B'}$ [kPa] = 77.4 *tensione di contatto filo muro monte* $x_{B'}$ [m] = 0.40
 σ_B [kPa] = 60.1 *tensione di contatto spigolo monte* x_B [m] = -1.50



9.25 SLU_Sismico

Calcolo delle spinte e dei vari contributi

Hf [m] =	2.98	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)
H _w [m] =	0.00	altezza d'acqua spingente
S'a _k [kN/m] =	54	spinta statica efficace
S'a _{E,k} [kN/m] =	60	spinta sismica efficace
Sw [kN/m] =	0.00	spinta idrostatica
γ _t [kN/m ³] =	20.0	peso di volume del terreno reagente
D [m] =	1.20	approfondimento della fondazione a valle
kp (1+kv) [--] =	2.438	coefficiente di resistenza passiva
Rp,k [kN/m] =	53.85	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)
Rp,d [kN/m] =	53.85	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)
	50%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

	F_x [kN]	F_z [kN]	x [m]	z [m]	M_{STAB} [kNm]	M_{RIB} [kNm]	
S	51.86	16.19	-1.50	-	48.56	62.20	spinta statica
DS	5.86	1.83	-1.50	-1.49	5.49	8.74	incremento spinta sismica applicata ad $H_f/2$
Rp	-26.93	0.00	1.50	-0.40	0.00		resistenza passiva applicata a $D/3$
V_0, H_0	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrata (verticale e orizzontale)
M_0	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato
m_0	0.00	0.00	0.65	-6.35			massa sismica concentrata
W1	0.00	37.50	0.00	-0.25	56.25		peso della fondazione (soletta)
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)
W''1	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (dente)
W2	0.00	30.00	0.65	-1.70	25.50		peso del paramento in elevazione
W'2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione
W3	0.00	91.20	-0.55	-1.70	186.96		peso del terreno sulla fondazione di monte
W'3	0.00	1.26	-0.87	-2.92	2.98		peso del terreno sulla fondazione di monte
W''3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte
W4	0.00	8.40	1.20	-0.85	2.52		peso del terreno sulla fondazione di valle
dW1	1.78	0.89	0.00	-0.25	1.34	0.45	inerzia della fondazione (soletta)
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)
dW''1	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (dente)
dW2	1.43	0.71	0.65	-1.70	0.61	2.42	inerzia del paramento in elevazione
dW'2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione
dW3	4.33	2.17	-0.55	-1.70	4.44	7.37	inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW'3	0.06	0.03	-0.87	-2.92	0.07	0.18	inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW''3	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW4	0.40	0.20	1.20	-0.85	0.06	0.34	inerzia del terreno sulla fondazione di valle
$\Sigma F =$	38.8	190.4			$\Sigma M =$	334.8	81.7

Risultanti sul piano di fondazione

V [kN] = $\Sigma F_z =$ **190.4**
 H [kN] = $\Sigma F_x =$ **38.8**
 u [m] = 1.39
 e_x [m] = **0.11**
 B_{ex} [m] = 2.77

D_y [m] = **1.00** passo longitudinale di calcolo

risultante delle forze verticali in fondazione

risultante delle forze orizzontali in fondazione

distanza risultante dallo spigolo di valle

$< B/6$ eccentricità del carico in fondazione (= M / V)

larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]

Verifica al ribaltamento

ΣM_{STAB} [kNm/m] = **334.8** sommatoria dei momenti stabilizzanti

ΣM_{RIB} [kNm/m] = **81.7** sommatoria dei momenti ribaltanti

$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB} =$ **4.10** misura della sicurezza al ribaltamento

Verifica allo slittamento

Hd [kN] = 65.7	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] = 190.4	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] = 65.7	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] = 119.8	resistenza di progetto
Rd / Td = 1.82	misura della sicurezza allo slittamento

Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione

γ_t [kN/m ³] = 20.0	peso di volume del terreno
z_B [m] = 2.40	profondità del meccanismo di rottura [= 0.5 B tan (45+ ϕ /2)]
z_{WL} [m] = 0.00	profondità della falda (positiva se sotto il piano fondazione)
$\gamma'_{t,eq}$ [kN/m ³] = 10.0	peso di volume equivalente (alleggerito se in presenza di falda, Bowles cap.4-7)
ϕ'_d [gradi] = 26.0	angolo di resistenza al taglio di progetto
c'_d [kPa] = 5.0	coesione di progetto

Caratteristiche geometriche

B [m] = 3.00	larghezza della fondazione
L [m] = 100.0	lunghezza della fondazione
D' [m] = 1.20	approfondimento piano di fondazione a valle (valore di calcolo per la capacità portante)
i [gradi] = 0.0	contropendenza del piano di fondazione

Caratteristiche carico in fondazione

V [kN/m] = 190.4	risultante delle forze verticali in fondazione
H [kN/m] = 38.8	risultante delle forze orizzontali in fondazione
ex [m] = 0.11	eccentricità del carico in fondazione (= M / V)
B' [m] = 2.77	larghezza efficace della fondazione
py [kPa] = 68.7	pressione di Meyerhof

Brinch-Hansen, 1970 

	γ	c	q_0	
$\gamma'_{t,k} B / 2$ [kN/m ²] =	13.86	/	/	peso efficace
c'_d [kPa] =	/	5.00	/	coesione
q' [kPa] =	/	/	24.00	pressione efficace di confinamento
N =	12.54	22.25	11.85	fattori di portanza
S =	1.01	1.01	1.01	fattori forma
D =	1.00	1.15	1.13	fattori di approfondimento
I =	0.56	0.65	0.68	fattori di inclinazione del carico
B =	1.00	1.00	1.00	fattori di inclinazione del piano di fondazione
q_{lim,x} [kPa] =	98.0	84.1	220.9	prodotto dei contributi

q_{lim} [kPa] = 403.0	pressione limite
Q_{lim} [kN/m] = 1117.1	carico limite
FS [--] = 8.48	$FS = (q_{lim} - q_0) / (q - q_0)$
FS [--] = 5.87	$FS = Q_{lim} / V$

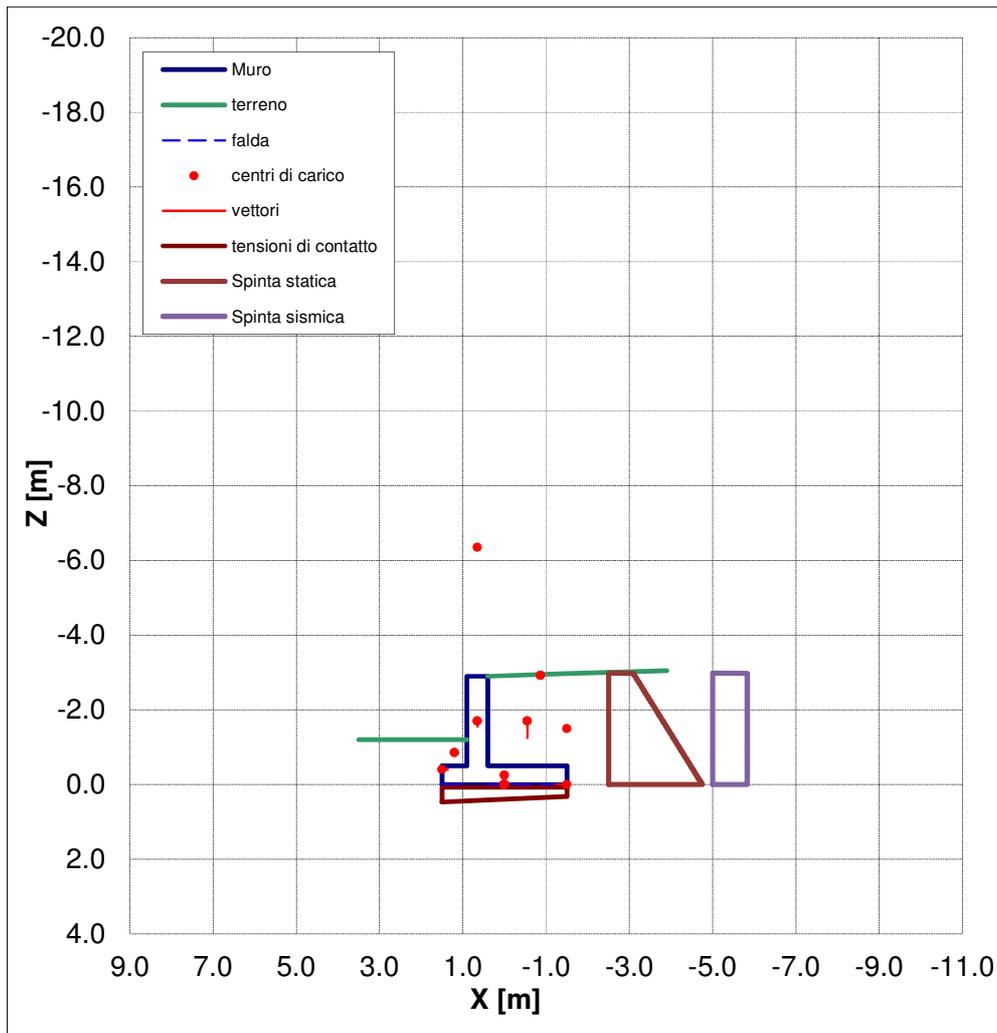
Tensioni di contatto in fondazione

ex [m] = 0.11	<B/6	eccentricità
Bx [m] = 3.00	larghezza sezione reagente in fondazione	

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

σ_M [kPa] =	63.5	tensione di contatto media	$x_{\sigma=0}$ [m] =	-6.57
σ_A [kPa] =	77.9	tensione di contatto spigolo valle	x_A [m] =	1.50
$\sigma_{A'}$ [kPa] =	72.1	tensione di contatto filo muro valle	$x_{A'}$ [m] =	0.90
$\sigma_{B'}$ [kPa] =	67.3	tensione di contatto filo muro monte	$x_{B'}$ [m] =	0.40
σ_B [kPa] =	49.0	tensione di contatto spigolo monte	x_B [m] =	-1.50



9.26 GEO_Statico

	F_x [kN]	F_z [kN]	x [m]	z [m]	M_{STAB} [kNm]	M_{RIB} [kNm]	
S	66.98	20.90	-1.50	-	56.44	90.08	<i>spinta statica</i>
DS	0.00	0.00	-1.50	-1.49			<i>incremento spinta sismica applicata ad Hf/2</i>
Rp	0.00	0.00	1.50	-0.40			<i>resistenza passiva applicata a D/3</i>
V_0, H_0	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>forze concentrata (verticale e orizzontale)</i>
M_0	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>momento concentrato</i>
m_0	0.00	0.00	0.65	-6.35			<i>massa sismica concentrata</i>
W1	0.00	37.50	0.00	-0.25	50.63		<i>peso della fondazione (soletta)</i>

Dy

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

W'1	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>peso della fondazione (cuneo inclinato)</i>
W''1	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>peso della fondazione (dente)</i>
W2	0.00	30.00	0.65	-1.70	22.95	<i>peso del paramento in elevazione</i>
W'2	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>peso del paramento in elevazione</i>
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>peso del paramento in elevazione</i>
W3	0.00	91.20	-0.55	-1.70	168.26	<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W'3	0.00	1.26	-0.87	-2.92	2.69	<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W''3	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W4	0.00	8.40	1.20	-0.85	2.27	<i>peso del terreno sulla fondazione di valle</i>
dW1	0.00	0.00	0.00	-0.25		<i>inerzia della fondazione (soletta)</i>
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>inerzia della fondazione (cuneo inclinato)</i>
dW''1	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>inerzia della fondazione (dente)</i>
dW2	0.00	0.00	0.65	-1.70		<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW'2	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW3	0.00	0.00	-0.55	-1.70		<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'3	0.00	0.00	-0.87	-2.92		<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW''3	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00		<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW4	0.00	0.00	1.20	-0.85		<i>inerzia del terreno sulla fondazione di valle</i>
$\Sigma F =$	67.0	189.3			$\Sigma M =$ 303.2 90.1	

Risultanti sul piano di fondazione

D_y [m] = 1.00 passo longitudinale di calcolo

V [kN] = $\Sigma F_z =$	189.3	<i>risultante delle forze verticali in fondazione</i>
H [kN] = $\Sigma F_x =$	67.0	<i>risultante delle forze orizzontali in fondazione</i>
u [m] =	1.35	<i>distanza risultante dallo spigolo di valle</i>
ex [m] =	0.15	$< B/6$ <i>eccentricità del carico in fondazione (= M/V)</i>
B_{ex} [m] =	2.70	<i>larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]</i>

Verifica al ribaltamento

ΣM_{STAB} [kNm/m] =	303.2	<i>sommatoria dei momenti stabilizzanti</i>
ΣM_{RIB} [kNm/m] =	90.1	<i>sommatoria dei momenti ribaltanti</i>
$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB} =$	3.37	<i>misura della sicurezza al ribaltamento</i>

Verifica allo slittamento

H_d [kN] =	67.0	<i>azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)</i>
N_d [kN] =	189.3	<i>azione ortogonale al piano di fondazione</i>
T_d [kN] =	67.0	<i>azione tangenziale al piano di fondazione</i>
R_d [kN] =	73.8	<i>resistenza di progetto</i>
$R_d / T_d =$	1.10	<i>misura della sicurezza allo slittamento</i>

Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione

γ_t [kN/m³] = 20.0 *peso di volume del terreno*

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

z_B [m] = 2.20 *profondità del meccanismo di rottura [= 0.5 B tan (45+ ϕ' /2)]*
 z_{WL} [m] = 0.00 *profondità della falda (positiva se sotto il piano fondazione)*
 $\gamma_{t,eq}$ [kN/m³] = 10.0 *peso di volume equivalente (alleggerito se in presenza di falda, Bowles cap.4-7)*
 ϕ'_d [gradi] = 21.3 *angolo di resistenza al taglio di progetto*
 c'_d [kPa] = 4.0 *coesione di progetto*

0.372

Caratteristiche geometriche

B [m] = 3.00 *larghezza della fondazione*
 L [m] = **100.0** *lunghezza della fondazione*
 D' [m] = 1.20 *approfondimento piano di fondazione a valle (valore di calcolo per la capacità portante)*
 i [gradi] = 0.0 *contropendenza del piano di fondazione*

0.000

Caratteristiche carico in fondazione

V [kN/m] = 189.3 *risultante delle forze verticali in fondazione*
 H [kN/m] = 67.0 *risultante delle forze orizzontali in fondazione*
 ex [m] = 0.15 *eccentricità del carico in fondazione (= M / V)*
 B' [m] = **2.70** *larghezza efficace della fondazione*
 py [kPa] = **70.2** *pressione di Meyerhof*

	γ	c	q_0	
$\gamma_{t,k} B / 2$ [kN/m ²] =	13.48	/	/	<i>peso efficace</i>
c'_d [kPa] =	/	4.00	/	<i>coesione</i>
q' [kPa] =	/	/	24.00	<i>pressione efficace di confinamento</i>
N =	6.48	16.14	7.30	<i>fattori di portanza</i>
S =	1.01	1.01	1.01	<i>fattori forma</i>
D =	1.00	1.16	1.14	<i>fattori di approfondimento</i>
I =	0.33	0.40	0.48	<i>fattori di inclinazione del carico</i>
B =	1.00	1.00	1.00	<i>fattori di inclinazione del piano di fondazione</i>
$q_{lim,x}$ [kPa] =	29.3	30.4	96.9	<i>prodotto dei contributi</i>

q_{lim} [kPa] = 156.6 *pressione limite*
 Q_{lim} [kN/m] = 422.1 *carico limite*
 FS [--] = **2.87** $FS = (q_{lim} - q_0) / (q - q_0)$
 FS [--] = **2.23** $FS = Q_{lim} / V$

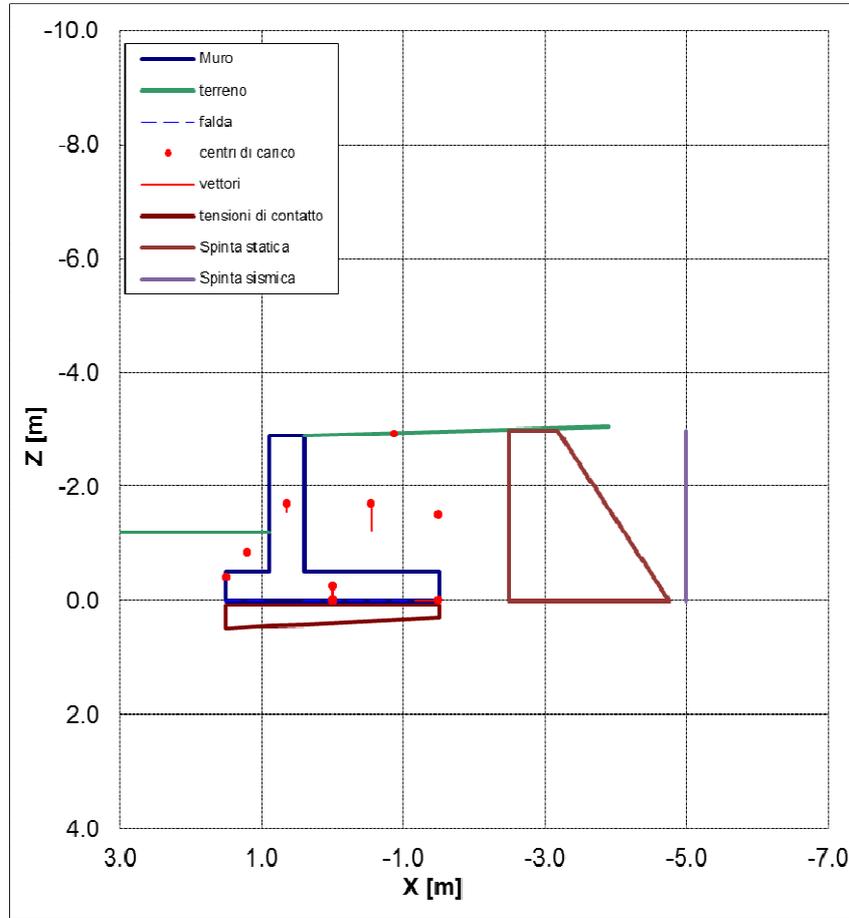
Tensioni di contatto in fondazione

ex [m] = 0.15 **<B/6** *eccentricità*
 Bx [m] = 3.00 *larghezza sezione reagente in fondazione*
 σ_M [kPa] = 63.1 *tensione di contatto media*
 σ_A [kPa] = 82.3 *tensione di contatto spigolo valle*
 $\sigma_{A'}$ [kPa] = 74.6 *tensione di contatto filo muro valle*
 $\sigma_{B'}$ [kPa] = 68.2 *tensione di contatto filo muro monte*
 σ_B [kPa] = 43.8 *tensione di contatto spigolo monte*

$x_{\sigma=0}$ [m] = -4.92
 x_A [m] = 1.50
 $x_{A'}$ [m] = 0.90
 $x_{B'}$ [m] = 0.40
 x_B [m] = -1.50

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO



9.27 GEO_Sismico

	F_x [kN]	F_z [kN]	x [m]	z [m]	M_{STAB} [kNm]	M_{RIB} [kNm]	
S	66.98	20.90	-1.50	-	56.44	90.08	spinta statica
DS	7.03	2.19	-1.50	-1.49	6.58	10.49	incremento spinta sismica applicata ad $H_f/2$
Rp	-21.65	0.00	1.50	-0.40	0.00		resistenza passiva applicata a $D/3$
V_0, H_0	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrata (verticale e orizzontale)
M_0	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato
m_0	0.00	0.00	0.65	-6.35			massa sismica concentrata
W1	0.00	37.50	0.00	-0.25	50.63		peso della fondazione (soletta)
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)
W''1	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (dente)
W2	0.00	30.00	0.65	-1.70	22.95		peso del paramento in elevazione
W'2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione
W3	0.00	91.20	-0.55	-1.70	168.26		peso del terreno sulla fondazione di monte
W'3	0.00	1.26	-0.87	-2.92	2.69		peso del terreno sulla fondazione di monte
W''3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

W4	0.00	8.40	1.20	-0.85	2.27		<i>peso del terreno sulla fondazione di valle</i>
dW1	1.78	0.89	0.00	-0.25	1.20	0.49	<i>inerzia della fondazione (soletta)</i>
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia della fondazione (cuneo inclinato)</i>
dW''1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia della fondazione (dente)</i>
dW2	1.43	0.71	0.65	-1.70	0.55	2.67	<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW'2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW3	4.33	2.17	-0.55	-1.70	4.00	8.10	<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'3	0.06	0.03	-0.87	-2.92	0.06	0.19	<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW4	0.40	0.20	1.20	-0.85	0.05	0.37	<i>inerzia del terreno sulla fondazione di valle</i>
ΣF =	60.4	195.5			ΣM = 315.7	112.4	

Risultanti sul piano di fondazione

Dy [m] = 1.00 passo longitudinale di calcolo

V [kN] = ΣF_z = 195.5 risultante delle forze verticali in fondazione
H [kN] = ΣF_x = 60.4 risultante delle forze orizzontali in fondazione
u [m] = 1.31 distanza risultante dallo spigolo di valle
ex [m] = 0.19 **<B/6** eccentricità del carico in fondazione (= M / V)
Bex [m] = 2.61 larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]

Verifica al ribaltamento

ΣM_{STAB} [kNm/m] = 315.7 sommatoria dei momenti stabilizzanti
ΣM_{RIB} [kNm/m] = 112.4 sommatoria dei momenti ribaltanti
ΣM_{STAB} / ΣM_{RIB} = 2.81 misura della sicurezza al ribaltamento

Verifica allo slittamento

Hd [kN] = 82.0 azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] = 195.5 azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] = 82.0 azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] = 97.9 resistenza di progetto
Rd / Td = 1.19 misura della sicurezza allo slittamento

Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione

γ_t [kN/m³] = 20.0 peso di volume del terreno
z_B [m] = 2.20 profondità del meccanismo di rottura [= 0.5 B tan (45+φ'/2)]
z_{WL} [m] = 0.00 profondità della falda (positiva se sotto il piano fondazione)
γ'_{t,eq} [kN/m³] = 10.0 peso di volume equivalente (alleggerito se in presenza di falda, Bowles cap.4-7)
φ'_d [gradi] = 21.3 angolo di resistenza al taglio di progetto 0.372
c'_d [kPa] = 4.0 coesione di progetto

Caratteristiche geometriche

B [m] = 3.00 larghezza della fondazione
L [m] = 100.0 lunghezza della fondazione
D' [m] = 1.20 approfondimento piano di fondazione a valle (valore di calcolo per la capacità portante)

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

i [gradi] = 0.0 contropendenza del piano di fondazione

0.000

Caratteristiche carico in fondazione

V [kN/m] = 195.5 risultante delle forze verticali in fondazione
 H [kN/m] = 60.4 risultante delle forze orizzontali in fondazione
 ex [m] = 0.19 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)
 B' [m] = 2.61 larghezza efficace della fondazione
 py [kPa] = 74.7 pressione di Meyerhof

	γ	c	q_0	
$\gamma'_{tk} B / 2$ [kN/m ²] =	13.07	/	/	peso efficace
c'_d [kPa] =	/	4.00	/	coesione
q' [kPa] =	/	/	24.00	pressione efficace di confinamento
N =	6.48	16.14	7.30	fattori di portanza
S =	1.01	1.01	1.01	fattori forma
D =	1.00	1.17	1.15	fattori di approfondimento
I =	0.39	0.46	0.53	fattori di inclinazione del carico
B =	1.00	1.00	1.00	fattori di inclinazione del piano di fondazione
$q_{lim,x}$ [kPa] =	33.2	35.2	107.9	prodotto dei contributi

q_{lim} [kPa] = 176.2 pressione limite
 Q_{lim} [kN/m] = 460.8 carico limite
 FS [--] = 3.00 $FS = (q_{lim} - q_0) / (q - q_0)$
 FS [--] = 2.36 $FS = Q_{lim} / V$

Tensioni di contatto in fondazione

ex [m] = 0.19 < $B/6$ eccentricità
 Bx [m] = 3.00 larghezza sezione reagente in fondazione
 σ_M [kPa] = 65.2 tensione di contatto media $x_{\sigma=0}$ [m] = -3.90
 σ_A [kPa] = 90.2 tensione di contatto spigolo valle x_A [m] = 1.50
 $\sigma_{A'}$ [kPa] = 80.2 tensione di contatto filo muro valle $x_{A'}$ [m] = 0.90
 $\sigma_{B'}$ [kPa] = 71.8 tensione di contatto filo muro monte $x_{B'}$ [m] = 0.40
 σ_B [kPa] = 40.1 tensione di contatto spigolo monte x_B [m] = -1.50

Nelle tabelle seguenti si riporta il riepilogo dei coefficienti di sicurezza ottenuti nelle verifiche e nelle varie combinazioni previste da normativa precedentemente riportate.

A1+M1+R1

Fs - Condizioni Statiche Parametri terreno condizioni drenate			Fs - Condizioni sismiche Parametri terreno condizioni drenate		
Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite	Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite
3.70	1.49	3.68	4.10	1.82	5.87

A2+M2+R2

Fs - Condizioni Statiche Parametri terreno condizioni drenate			Fs - Condizioni sismiche Parametri terreno condizioni drenate		
Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite	Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite
3.37	1.1	2.23	2.81	1.19	2.36

9.28 SLE_Rare

	F_x [kN]	F_z [kN]	x [m]	z [m]	M_{STAB} [kNm]	M_{RIB} [kNm]	
S	51.86	16.19	-1.50	-	43.70	68.42	<i>spinta statica</i>
DS	0.00	0.00	-1.50	-1.49			<i>incremento spinta sismica applicata ad Hf/2</i>
Rp	0.00	0.00	1.50	-0.40			<i>resistenza passiva applicata a D/3</i>
V_0, H_0	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>forze concentrata (verticale e orizzontale)</i>
M_0	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>momento concentrato</i>
m_0	0.00	0.00	0.65	-6.35			<i>massa sismica concentrata</i>
W1	0.00	37.50	0.00	-0.25	50.63		<i>peso della fondazione (soletta)</i>
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso della fondazione (cuneo inclinato)</i>
W''1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso della fondazione (dente)</i>
W2	0.00	30.00	0.65	-1.70	22.95		<i>peso del paramento in elevazione</i>
W'2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del paramento in elevazione</i>
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del paramento in elevazione</i>
W3	0.00	91.20	-0.55	-1.70	168.26		<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W'3	0.00	1.26	-0.87	-2.92	2.69		<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W4	0.00	8.40	1.20	-0.85	2.27		<i>peso del terreno sulla fondazione di valle</i>
dW1	0.00	0.00	0.00	-0.25			<i>inerzia della fondazione (soletta)</i>
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia della fondazione (cuneo inclinato)</i>
dW''1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia della fondazione (dente)</i>
dW2	0.00	0.00	0.65	-1.70			<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW'2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW3	0.00	0.00	-0.55	-1.70			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'3	0.00	0.00	-0.87	-2.92			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW4	0.00	0.00	1.20	-0.85			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di valle</i>
$\Sigma F =$	51.9	184.5			$\Sigma M =$	290.5	68.4

9.29 SLE_Frequenti

	F_x [kN]	F_z [kN]	x [m]	z [m]	M_{STAB} [kNm]	M_{RIB} [kNm]	
S	51.86	16.19	-1.50	-	43.70	68.42	<i>spinta statica</i>
DS	0.00	0.00	-1.50	-1.49			<i>incremento spinta sismica applicata ad Hf/2</i>
Rp	0.00	0.00	1.50	-0.40			<i>resistenza passiva applicata a D/3</i>
V_0, H_0	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>forze concentrata (verticale e orizzontale)</i>
M_0	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>momento concentrato</i>
m_0	0.00	0.00	0.65	-6.35			<i>massa sismica concentrata</i>
W1	0.00	37.50	0.00	-0.25	50.63		<i>peso della fondazione (soletta)</i>

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso della fondazione (cuneo inclinato)</i>
W''1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso della fondazione (dente)</i>
W2	0.00	30.00	0.65	-1.70	22.95		<i>peso del paramento in elevazione</i>
W'2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del paramento in elevazione</i>
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del paramento in elevazione</i>
W3	0.00	91.20	-0.55	-1.70	168.26		<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W'3	0.00	1.26	-0.87	-2.92	2.69		<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W4	0.00	8.40	1.20	-0.85	2.27		<i>peso del terreno sulla fondazione di valle</i>
dW1	0.00	0.00	0.00	-0.25			<i>inerzia della fondazione (soletta)</i>
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia della fondazione (cuneo inclinato)</i>
dW''1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia della fondazione (dente)</i>
dW2	0.00	0.00	0.65	-1.70			<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW'2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW3	0.00	0.00	-0.55	-1.70			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'3	0.00	0.00	-0.87	-2.92			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW4	0.00	0.00	1.20	-0.85			<i>inerzia del terreno sulla fondazione di valle</i>
ΣF =	51.9	184.5			ΣM =	290.5	68.4

9.30 SLE_ Quasi Permanenti

	F _x [kN]	F _z [kN]	x [m]	z [m]	M _{STAB} [kNm]	M _{RIB} [kNm]	
S	42.45	15.45	-1.50	-	41.72	55.64	<i>spinta statica</i>
DS	0.00	0.00	-1.50	-1.49			<i>incremento spinta sismica applicata ad Hf/2</i>
Rp	0.00	0.00	1.50	-0.40			<i>resistenza passiva applicata a D/3</i>
V ₀ , H ₀	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>forze concentrata (verticale e orizzontale)</i>
M ₀	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>momento concentrato</i>
m ₀	0.00	0.00	0.65	-6.35			<i>massa sismica concentrata</i>
W1	0.00	37.50	0.00	-0.25	50.63		<i>peso della fondazione (soletta)</i>
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso della fondazione (cuneo inclinato)</i>
W''1	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso della fondazione (dente)</i>
W2	0.00	30.00	0.65	-1.70	22.95		<i>peso del paramento in elevazione</i>
W'2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del paramento in elevazione</i>
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del paramento in elevazione</i>
W3	0.00	91.20	-0.55	-1.70	168.26		<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W'3	0.00	1.26	-0.87	-2.92	2.69		<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			<i>peso del terreno sulla fondazione di monte</i>
W4	0.00	8.40	1.20	-0.85	2.27		<i>peso del terreno sulla fondazione di valle</i>

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

dW1	0.00	0.00	0.00	-0.25	<i>inerzia della fondazione (soletta)</i>
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>inerzia della fondazione (cuneo inclinato)</i>
dW''1	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>inerzia della fondazione (dente)</i>
dW2	0.00	0.00	0.65	-1.70	<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW'2	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>inerzia del paramento in elevazione</i>
dW3	0.00	0.00	-0.55	-1.70	<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'3	0.00	0.00	-0.87	-2.92	<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW''3	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>inerzia del terreno sulla fondazione di monte</i>
dW4	0.00	0.00	1.20	-0.85	<i>inerzia del terreno sulla fondazione di valle</i>
ΣF =	42.5	183.8		ΣM =	288.5 55.6

9.31 Sollecitazioni in fondazione e paramento

KN m

	S.L.V. (A1+M1)	S.L.U. (A1+M1)	S.L.E. RARE	S.L.E. FREQ.	S.L.E. Q.P.
PARAMENTO IN ELEVAZIONE H/3	N	20.48	20.00	20.00	20.00
	T	28.27	31.22	21.81	21.81
	M	20.91	22.69	15.60	15.60
PARAMENTO IN ELEVAZIONE SPICCATO FOND.	N	30.71	30.00	30.00	30.00
	T	40.06	54.86	38.94	38.94
	M	50.06	56.72	39.59	39.59
FONDAZIONE MENSOLA DI MONTE INCASTRO	N	-	-	-	-
	T	-26.84	-36.40	-23.40	-23.40
	M	-48.65	-61.93	-42.24	-42.24
FONDAZIONE MENSOLA DI VALLE INCASTRO	N	-	-	-	-
	T	28.75	32.38	26.21	26.21
	M	8.80	9.88	7.99	7.99

9.32 Verifiche di stabilità globale del complesso opera di sostegno - terreno

Per le verifiche di stabilità globale è stata utilizzata la stratigrafia e i parametri geotecnici delle formazioni riportati al paragrafo 5.4.

L'analisi è stata eseguita con riferimento alla sezione n°791 alla progressiva km 15+797.81).

Per le verifiche si è utilizzato il programma Macstars W rel.4.0.

Si precisa che il programma *Macstars W*, nelle verifiche di stabilità globale divide (fattorizza) automaticamente il coefficiente di sicurezza ottenuto dal calcolo, per il fattore di sicurezza

previsto dalla normativa NTC 2008, $R_2 (\gamma_R)=1,1$. Pertanto, ai fini del soddisfacimento della verifica prevista delle NTC 2008, il valore del suddetto coefficiente, direttamente espresso nelle verifiche e nei file di output del programma, deve essere confrontato con il valore limite di 1 e non di 1,1.

Si vedano a tale proposito i file di input/output del modello di calcolo, riportati in allegato alla presente relazione, nei quali è esplicitamente riportato il valore del coefficiente parziale $R_2(\gamma_R)=1,1$

Tuttavia per maggiore chiarezza, nella seguente tabella, si riportano i valori dei coefficienti ottenuti nelle verifiche espressi, sia nel valore numerico ottenuto direttamente dal programma, (e cioè divisi per il coefficiente $R_2 (\gamma_R)=1,1$), che nel valore non fattorizzato, e i relativi confronti con i limiti di normativa.

Tipo di verifica	F_s (ottenuto dal programma già fattorizzato/diviso per $\gamma_{R=1.1}$)	F_s (non fattorizzato)
Statica	1.331 > 1. 00	1.464 > 1. 10
Sismica	1.165 > 1.00	1.281 > 1.10

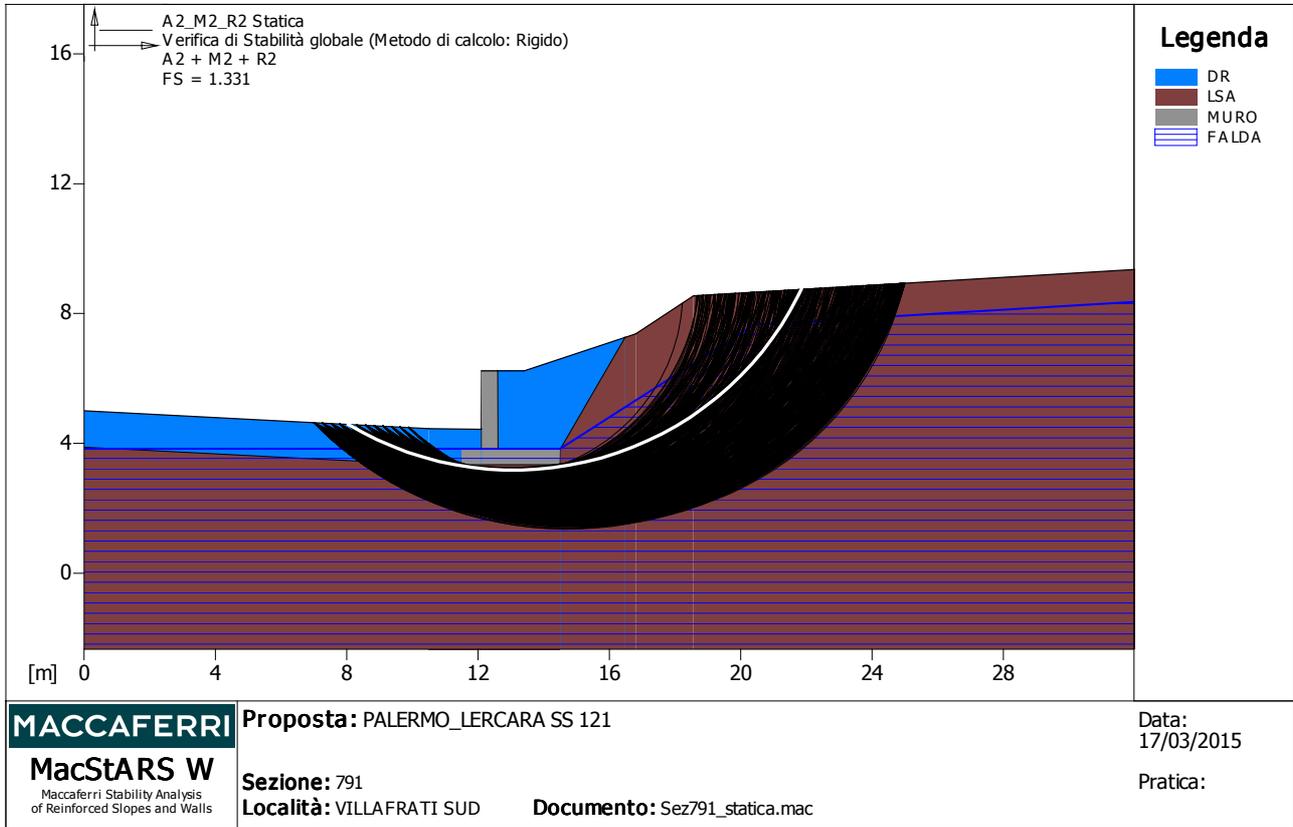
Risultati delle verifiche GEO – Stabilità globale (A2+M2+R2

Nelle figure seguenti sono rappresentate le sezioni di calcolo prese in considerazione ed i risultati ottenuti in termini di superfici di rottura, mentre in allegato alla presente si riportano i file di input ed output del calcolo eseguito con il programma Macstars W 4.0.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

9.32.1 Stabilità globale– Condizioni statiche



Verifica di stabilità globale: A2_M2_R2 Statica

Combinazione di carico: A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

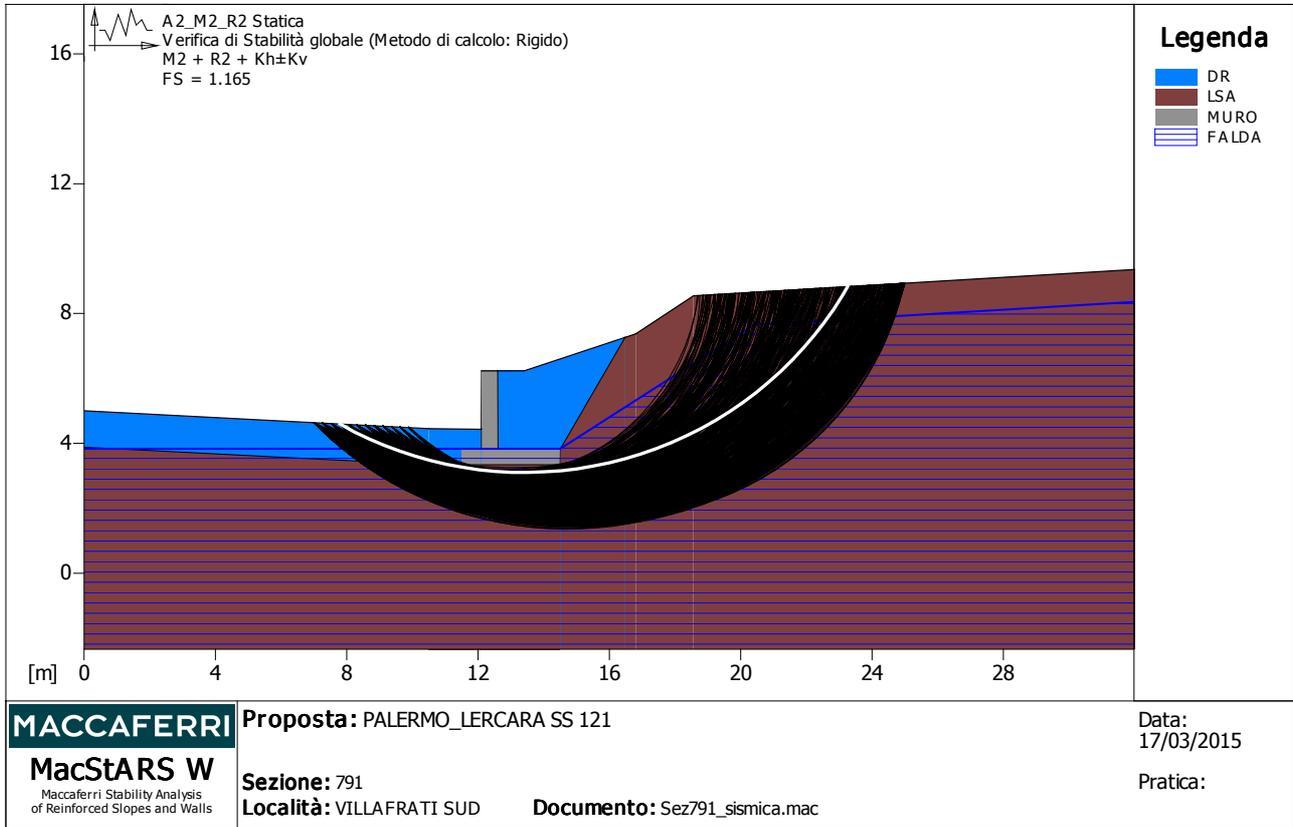
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato: 1.331(già fattorizzato per R2=1,1)

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

9.32.2 Stabilità globale – Condizioni sismiche



Verifica di stabilità globale: A2_M2_R2 Statica

Combinazione di carico: M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato: 1.165 (già fattorizzato per R2=1,1)

9.33 Stima dei cedimenti

La fondazione del muro viene discretizzata come una sezione rettangolare di lati 20.0 x 3.0 m. La pressione utilizzata agli SLE è pari a 65 kPa. Da cui risulta che il cedimento totale vale 12.6 mm e il cedimento immediato vale 4.2 mm. Quindi il cedimento da scontare risulta dell'ordine dei 8 mm. Praticamente trascurabile.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

CEDIMENTO TOTALE

Coefficiente di Frolich = 4
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa
 Profondita' falda = .0 m
 Coefficiente di Poisson = .25

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m ³	G eff kN/m ³	N dv
1	.0	3.0	15000.	25000.	20.0	10.0	6
2	3.0	20.0	50000.	90000.	20.0	10.0	34

S'z = tensione verticale efficace litostatica
 Z in = profondita' inizio strato
 Z fin = profondita' fine strato
 E in = modulo elastico inizio strato
 E fin = modulo elastico fine strato
 G nat = peso di volume naturale
 G eff = peso di volume efficace
 N dv = numero suddivisioni dello strato

Caratteristiche delle aree di carico

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	65.0	10.00	1.50	20.00	3.00	3.900
Carico totale =						3.900 MN

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = 10.00 m Y = .00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	32.5	16.2	16.1	.3	15833.
.8	32.5	15.7	14.8	.8	17500.
1.3	32.2	14.9	12.8	1.3	19167.
1.8	31.6	13.8	10.5	1.8	20833.
2.3	30.7	12.6	8.3	2.3	22500.
2.8	29.4	11.5	6.5	2.8	24167.
3.3	28.0	10.3	5.1	3.3	50588.
3.8	26.4	9.3	3.9	3.8	51765.
4.3	24.9	8.3	3.1	4.3	52941.
4.8	23.4	7.4	2.5	4.8	54118.
5.3	22.0	6.6	2.0	5.3	55294.
5.8	20.7	5.9	1.6	5.8	56471.
6.3	19.4	5.3	1.3	6.3	57647.
6.8	18.3	4.7	1.1	6.8	58824.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

7.3	17.2	4.2	.9	7.3	60000.
7.8	16.2	3.8	.7	7.8	61176.
8.3	15.3	3.4	.6	8.3	62353.
8.8	14.4	3.0	.5	8.8	63529.
9.3	13.6	2.7	.4	9.3	64706.
9.8	12.9	2.4	.4	9.8	65882.
10.3	12.2	2.2	.3	10.3	67059.
10.8	11.6	1.9	.3	10.8	68235.
11.3	11.0	1.8	.2	11.3	69412.

$D S'z, x, y$ = incrementi di tensione indotti dai carichi
 $S'z$ = tensione verticale efficace litostatica

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = 10.00 m Y = .00 m

Cedimenti totali

Prof. m	Cedimento mm
.0	6.3
.5	5.5
1.0	4.8
1.5	4.1
2.0	3.5
2.5	2.9
3.0	2.4
3.5	2.2
4.0	2.0
4.5	1.7
5.0	1.6
5.5	1.4
6.0	1.2
6.5	1.1
7.0	.9
7.5	.8
8.0	.7
8.5	.5
9.0	.4
9.5	.3
10.0	.2
10.5	.2
11.0	.1
11.5	.0

Cedimenti parziali

da m	a m	D cedim. mm
.0	.5	.8
.5	1.0	.7
1.0	1.5	.7
1.5	2.0	.6
2.0	2.5	.6
2.5	3.0	.5
3.0	3.5	.2
3.5	4.0	.2
4.0	4.5	.2
4.5	5.0	.2
5.0	5.5	.2
5.5	6.0	.2
6.0	6.5	.2
6.5	7.0	.1
7.0	7.5	.1
7.5	8.0	.1
8.0	8.5	.1
8.5	9.0	.1
9.0	9.5	.1
9.5	10.0	.1
10.0	10.5	.1
10.5	11.0	.1
11.0	11.5	.1

Cedimento totale = 6.3 mm

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

RISULTATI relativi alla direttrice 2

X = 10.00 m Y = 1.50 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	65.0	32.1	31.2	.3	15833.
.8	64.0	29.0	23.3	.8	17500.
1.3	60.2	24.8	14.7	1.3	19167.
1.8	54.5	20.9	9.0	1.8	20833.
2.3	48.5	17.6	5.5	2.3	22500.
2.8	43.1	15.0	3.6	2.8	24167.
3.3	38.4	12.9	2.4	3.3	50588.
3.8	34.5	11.2	1.7	3.8	51765.
4.3	31.1	9.7	1.2	4.3	52941.
4.8	28.3	8.5	.9	4.8	54118.
5.3	25.9	7.5	.7	5.3	55294.
5.8	23.8	6.6	.5	5.8	56471.
6.3	22.0	5.8	.4	6.3	57647.
6.8	20.4	5.1	.3	6.8	58824.
7.3	18.9	4.5	.3	7.3	60000.
7.8	17.7	4.0	.2	7.8	61176.
8.3	16.5	3.6	.2	8.3	62353.
8.8	15.5	3.2	.1	8.8	63529.
9.3	14.5	2.8	.1	9.3	64706.
9.8	13.7	2.5	.1	9.8	65882.
10.3	12.9	2.3	.1	10.3	67059.
10.8	12.1	2.0	.1	10.8	68235.
11.3	11.5	1.8	.1	11.3	69412.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi
S'z = tensione verticale efficace litostatica

RISULTATI relativi alla direttrice 2

X = 10.00 m Y = 1.50 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	10.1			
.5	8.5	.0	.5	1.6
1.0	7.1	.5	1.0	1.5
1.5	5.8	1.0	1.5	1.3
2.0	4.6	1.5	2.0	1.1
2.5	3.7	2.0	2.5	.9
3.0	2.9	2.5	3.0	.8
3.5	2.5	3.0	3.5	.3
4.0	2.2	3.5	4.0	.3
4.5	2.0	4.0	4.5	.3
5.0	1.7	4.5	5.0	.2
5.5	1.5	5.0	5.5	.2
6.0	1.3	5.5	6.0	.2
6.5	1.1	6.0	6.5	.2
7.0	1.0	6.5	7.0	.2

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

7.5	.8	7.0	7.5	.1
8.0	.7	7.5	8.0	.1
8.5	.6	8.0	8.5	.1
9.0	.5	8.5	9.0	.1
9.5	.4	9.0	9.5	.1
10.0	.3	9.5	10.0	.1
10.5	.2	10.0	10.5	.1
11.0	.1	10.5	11.0	.1
11.5	.0	11.0	11.5	.1

Cedimento totale = 10.1 mm

RISULTATI relativi alla direttrice 3

X = 10.00 m Y = 3.00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	32.5	16.2	16.1	.3	15833.
.8	32.5	15.7	14.8	.8	17500.
1.3	32.2	14.9	12.8	1.3	19167.
1.8	31.6	13.8	10.5	1.8	20833.
2.3	30.7	12.6	8.3	2.3	22500.
2.8	29.4	11.5	6.5	2.8	24167.
3.3	28.0	10.3	5.1	3.3	50588.
3.8	26.4	9.3	3.9	3.8	51765.
4.3	24.9	8.3	3.1	4.3	52941.
4.8	23.4	7.4	2.5	4.8	54118.
5.3	22.0	6.6	2.0	5.3	55294.
5.8	20.7	5.9	1.6	5.8	56471.
6.3	19.4	5.3	1.3	6.3	57647.
6.8	18.3	4.7	1.1	6.8	58824.
7.3	17.2	4.2	.9	7.3	60000.
7.8	16.2	3.8	.7	7.8	61176.
8.3	15.3	3.4	.6	8.3	62353.
8.8	14.4	3.0	.5	8.8	63529.
9.3	13.6	2.7	.4	9.3	64706.
9.8	12.9	2.4	.4	9.8	65882.
10.3	12.2	2.2	.3	10.3	67059.
10.8	11.6	1.9	.3	10.8	68235.
11.3	11.0	1.8	.2	11.3	69412.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi
S'z = tensione verticale efficace litostatica

RISULTATI relativi alla direttrice 3

X = 10.00 m Y = 3.00 m

Cedimenti totali

Prof. m	Cedimento mm
.0	6.3
.5	5.5

Cedimenti parziali

da m	a m	D cedim. mm
.0	.5	.8

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

1.0	4.8	.5	1.0	.7
1.5	4.1	1.0	1.5	.7
2.0	3.5	1.5	2.0	.6
2.5	2.9	2.0	2.5	.6
3.0	2.4	2.5	3.0	.5
3.5	2.2	3.0	3.5	.2
4.0	2.0	3.5	4.0	.2
4.5	1.7	4.0	4.5	.2
5.0	1.6	4.5	5.0	.2
5.5	1.4	5.0	5.5	.2
6.0	1.2	5.5	6.0	.2
6.5	1.1	6.0	6.5	.2
7.0	.9	6.5	7.0	.1
7.5	.8	7.0	7.5	.1
8.0	.7	7.5	8.0	.1
8.5	.5	8.0	8.5	.1
9.0	.4	8.5	9.0	.1
9.5	.3	9.0	9.5	.1
10.0	.2	9.5	10.0	.1
10.5	.2	10.0	10.5	.1
11.0	.1	10.5	11.0	.1
11.5	.0	11.0	11.5	.1

Cedimento totale = 6.3 mm

Tabella riassuntiva dei cedimenti a piano campagna

n.	X m	Y m	Cedim. mm
1	10.00	.00	6.3
2	10.00	1.50	10.1
3	10.00	3.00	6.3

CEDIMENTO IMMEDIATO

Coefficiente di Frolich = 4
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa
 Profondita' falda = .0 m
 Coefficiente di Poisson = .25

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	3.0	45000.	75000.	20.0	10.0	6
2	3.0	20.0	150000.	270000.	20.0	10.0	34

S'z = tensione verticale efficace litostatica
 Z in = profondita' inizio strato
 Z fin = profondita' fine strato
 E in = modulo elastico inizio strato
 E fin = modulo elastico fine strato
 G nat = peso di volume naturale
 G eff = peso di volume efficace

N dv = numero suddivisioni dello strato

Caratteristiche delle aree di carico

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	65.0	10.00	1.50	20.00	3.00	3.900
Carico totale =						3.900 MN

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = 10.00 m Y = .00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	32.5	16.2	16.1	.3	47500.
.8	32.5	15.7	14.8	.8	52500.
1.3	32.2	14.9	12.8	1.3	57500.
1.8	31.6	13.8	10.5	1.8	62500.
2.3	30.7	12.6	8.3	2.3	67500.
2.8	29.4	11.5	6.5	2.8	72500.
3.3	28.0	10.3	5.1	3.3	151765.
3.8	26.4	9.3	3.9	3.8	155294.
4.3	24.9	8.3	3.1	4.3	158824.
4.8	23.4	7.4	2.5	4.8	162353.
5.3	22.0	6.6	2.0	5.3	165882.
5.8	20.7	5.9	1.6	5.8	169412.
6.3	19.4	5.3	1.3	6.3	172941.
6.8	18.3	4.7	1.1	6.8	176471.
7.3	17.2	4.2	.9	7.3	180000.
7.8	16.2	3.8	.7	7.8	183529.
8.3	15.3	3.4	.6	8.3	187059.
8.8	14.4	3.0	.5	8.8	190588.
9.3	13.6	2.7	.4	9.3	194118.
9.8	12.9	2.4	.4	9.8	197647.
10.3	12.2	2.2	.3	10.3	201176.
10.8	11.6	1.9	.3	10.8	204706.
11.3	11.0	1.8	.2	11.3	208235.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi
S'z = tensione verticale efficace litostatica

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = 10.00 m Y = .00 m

Cedimenti totali

Prof. m	Cedimento mm
------------	-----------------

Cedimenti parziali

da m	a m	D cedim. mm
---------	--------	----------------

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

.0	2.1			
.5	1.8	.0	.5	.3
1.0	1.6	.5	1.0	.2
1.5	1.4	1.0	1.5	.2
2.0	1.2	1.5	2.0	.2
2.5	1.0	2.0	2.5	.2
3.0	.8	2.5	3.0	.2
3.5	.7	3.0	3.5	.1
4.0	.7	3.5	4.0	.1
4.5	.6	4.0	4.5	.1
5.0	.5	4.5	5.0	.1
5.5	.5	5.0	5.5	.1
6.0	.4	5.5	6.0	.1
6.5	.4	6.0	6.5	.1
7.0	.3	6.5	7.0	.0
7.5	.3	7.0	7.5	.0
8.0	.2	7.5	8.0	.0
8.5	.2	8.0	8.5	.0
9.0	.1	8.5	9.0	.0
9.5	.1	9.0	9.5	.0
10.0	.1	9.5	10.0	.0
10.5	.1	10.0	10.5	.0
11.0	.0	10.5	11.0	.0
11.5	.0	11.0	11.5	.0

Cedimento totale = 2.1 mm

RISULTATI relativi alla direttrice 2

X = 10.00 m Y = 1.50 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	65.0	32.1	31.2	.3	47500.
.8	64.0	29.0	23.3	.8	52500.
1.3	60.2	24.8	14.7	1.3	57500.
1.8	54.5	20.9	9.0	1.8	62500.
2.3	48.5	17.6	5.5	2.3	67500.
2.8	43.1	15.0	3.6	2.8	72500.
3.3	38.4	12.9	2.4	3.3	151765.
3.8	34.5	11.2	1.7	3.8	155294.
4.3	31.1	9.7	1.2	4.3	158824.
4.8	28.3	8.5	.9	4.8	162353.
5.3	25.9	7.5	.7	5.3	165882.
5.8	23.8	6.6	.5	5.8	169412.
6.3	22.0	5.8	.4	6.3	172941.
6.8	20.4	5.1	.3	6.8	176471.
7.3	18.9	4.5	.3	7.3	180000.
7.8	17.7	4.0	.2	7.8	183529.
8.3	16.5	3.6	.2	8.3	187059.
8.8	15.5	3.2	.1	8.8	190588.
9.3	14.5	2.8	.1	9.3	194118.
9.8	13.7	2.5	.1	9.8	197647.
10.3	12.9	2.3	.1	10.3	201176.
10.8	12.1	2.0	.1	10.8	204706.
11.3	11.5	1.8	.1	11.3	208235.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi
 S'z = tensione verticale efficace litostatica

RISULTATI relativi alla direttrice 2

X = 10.00 m Y = 1.50 m

Cedimenti totali		Cedimenti parziali		
Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	3.4			
.5	2.8	.0	.5	.5
1.0	2.4	.5	1.0	.5
1.5	1.9	1.0	1.5	.4
2.0	1.5	1.5	2.0	.4
2.5	1.2	2.0	2.5	.3
3.0	1.0	2.5	3.0	.3
3.5	.8	3.0	3.5	.1
4.0	.7	3.5	4.0	.1
4.5	.7	4.0	4.5	.1
5.0	.6	4.5	5.0	.1
5.5	.5	5.0	5.5	.1
6.0	.4	5.5	6.0	.1
6.5	.4	6.0	6.5	.1
7.0	.3	6.5	7.0	.1
7.5	.3	7.0	7.5	.0
8.0	.2	7.5	8.0	.0
8.5	.2	8.0	8.5	.0
9.0	.2	8.5	9.0	.0
9.5	.1	9.0	9.5	.0
10.0	.1	9.5	10.0	.0
10.5	.1	10.0	10.5	.0
11.0	.0	10.5	11.0	.0
11.5	.0	11.0	11.5	.0

Cedimento totale = 3.4 mm

RISULTATI relativi alla direttrice 3

X = 10.00 m Y = 3.00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	32.5	16.2	16.1	.3	47500.
.8	32.5	15.7	14.8	.8	52500.
1.3	32.2	14.9	12.8	1.3	57500.
1.8	31.6	13.8	10.5	1.8	62500.
2.3	30.7	12.6	8.3	2.3	67500.
2.8	29.4	11.5	6.5	2.8	72500.
3.3	28.0	10.3	5.1	3.3	151765.
3.8	26.4	9.3	3.9	3.8	155294.
4.3	24.9	8.3	3.1	4.3	158824.
4.8	23.4	7.4	2.5	4.8	162353.
5.3	22.0	6.6	2.0	5.3	165882.
5.8	20.7	5.9	1.6	5.8	169412.
6.3	19.4	5.3	1.3	6.3	172941.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

6.8	18.3	4.7	1.1	6.8	176471.
7.3	17.2	4.2	.9	7.3	180000.
7.8	16.2	3.8	.7	7.8	183529.
8.3	15.3	3.4	.6	8.3	187059.
8.8	14.4	3.0	.5	8.8	190588.
9.3	13.6	2.7	.4	9.3	194118.
9.8	12.9	2.4	.4	9.8	197647.
10.3	12.2	2.2	.3	10.3	201176.
10.8	11.6	1.9	.3	10.8	204706.
11.3	11.0	1.8	.2	11.3	208235.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi
 S'z = tensione verticale efficace litostatica

RISULTATI relativi alla direttrice 3

X = 10.00 m Y = 3.00 m

Cedimenti totali

Prof. m	Cedimento mm
.0	2.1
.5	1.8
1.0	1.6
1.5	1.4
2.0	1.2
2.5	1.0
3.0	.8
3.5	.7
4.0	.7
4.5	.6
5.0	.5
5.5	.5
6.0	.4
6.5	.4
7.0	.3
7.5	.3
8.0	.2
8.5	.2
9.0	.1
9.5	.1
10.0	.1
10.5	.1
11.0	.0
11.5	.0

Cedimenti parziali

da m	a m	D cedim. mm
.0	.5	.3
.5	1.0	.2
1.0	1.5	.2
1.5	2.0	.2
2.0	2.5	.2
2.5	3.0	.2
3.0	3.5	.1
3.5	4.0	.1
4.0	4.5	.1
4.5	5.0	.1
5.0	5.5	.1
5.5	6.0	.1
6.0	6.5	.1
6.5	7.0	.0
7.0	7.5	.0
7.5	8.0	.0
8.0	8.5	.0
8.5	9.0	.0
9.0	9.5	.0
9.5	10.0	.0
10.0	10.5	.0
10.5	11.0	.0
11.0	11.5	.0

Cedimento totale = 2.1 mm

Tabella riassuntiva dei cedimenti a piano campagna

n.	X m	Y m	Cedim. mm
1	10.00	.00	2.1
2	10.00	1.50	3.4
3	10.00	3.00	2.1

Nella tabella seguente si riportano i risultati dell'analisi dei cedimenti, in particolare vengono indicati i valori dei cedimenti totali, immediati e di consolidazione per la sezione esaminata.

Cedimenti totali [mm]	Cedimenti immediati [mm]	Cedimenti di consolidazione [mm]
10.1	3.4	6.7

Vista l'entità del cedimento di consolidazione, questo risulta compatibile con la funzionalità in esercizio dell'opera.

9.34 Risultati delle verifiche strutturali

Le verifiche strutturali di deformazione e fessurazione sono state svolte secondo il metodo degli stati limite facendo riferimento alle tensioni di progetto riportate nel capitolo 4.

Di seguito, per le sezioni esaminate, sono forniti i risultati delle analisi eseguite che indicano le armature necessarie da applicare al fine di garantire la stabilità strutturale dell'opera.

Le verifiche sono state condotte considerando un R_{ck} 35 MPa sia in fondazione che elevazione.

L'armatura sia in elevazione è pari a 1+1Ø16/12.5" (principale) e 1+1Ø12/20" (secondaria). E a partire da 0.80 m viene portata a 1+1Ø12/12.5" (principale) e 1+1Ø12/20" (secondaria).

L'armatura sia in fondazione è pari a 1+1Ø16/20" (principale) e 1+1Ø12/20" (secondaria).

9.34.1 Verifica paramento verticale

Incastro Fondazione-Paramento

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Tipo1_param

(Percorso File: G:\4539_ASSISTENZA CANTIERE PALERMO - LERCARA\VILLAFRATI SUD\Verifiche Villafrati\Verifica sez. C.A\Tipo 2\Tipo1_param.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicit : Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	158.60	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	79.30	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	126.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3600.0	daN/cm ²	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	8Ø16	(16.1 cm ²)
Barre superiori:	8Ø16	(16.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	3000	5672	5486	0
2	3071	5006	4006	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	3000	3959

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	3000	3959 (5235)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	3000	3210 (5286)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.3 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [daNm]
x/d Rapp. di duttilità a rottura per sole travi (N = 0)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa Area armature long. [cm²] in zona tesa per sole travi (l'area minima ex (4.1.43)NTC è indicata tra parentesi)

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	3000	5672	3020	14768	2.604	25.0	14010	---	---	---
2	S	3071	5006	3061	14772	2.951	25.0	14020	---	---	---

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00542	30.0	0.00003	25.0	-0.01384	5.0
2	0.00350	-0.00541	30.0	0.00003	25.0	-0.01383	5.0

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	12	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	11.3	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.9 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	AST
1	N	5486	15274	61915	24893	100.0	21.80	1.006	2.5
2	N	4006	15282	61924	24893	100.0	21.80	1.006	1.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	36.6	30.0	0.0	21.3	-1033	25.0	10.7	1066	16.1	12.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	22.6	-20.9	---	0.125	1.00	0.400	0.000207 (0.000207)	163	0.057	5235

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	36.6	30.0	0.0	21.3	-1033	25.0	10.7	1066	16.1	12.9

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	22.6	-20.9	---	0.125	1.00	0.400	0.000207 (0.000207)	163	0.057 (0.30)	5235

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	29.7	30.0	0.0	21.2	-821	25.0	10.6	1060	16.1	12.9

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	18.5	-16.8	---	0.125	0.50	0.400	0.000164 (0.000164)	162	0.045 (0.20)	5286

A 80 cm (H/3) da incastro

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Tipo2_paramH_3

(Percorso File: G:\4539_ASSISTENZA CANTIERE PALERMO - LERCARA\VILLAFRATI SUD\Verifiche Villafrati\Verifica sez. C.A\Tipo 2\Tipo2_paramH_3.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	158.60 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	79.30 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	27.60 daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.00 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	126.00 daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm ²

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 * \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3600.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	8Ø16	(16.1 cm ²)
Barre superiori:	8Ø16	(16.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	2000	2269	3122	0
2	2048	2091	2827	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	2000	1560

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	2000	1560 (5389)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	2000	1257 (5484)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	11.3	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.0	cm

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [daNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura per sole travi (N = 0)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. [cm ²] in zona tesa per sole travi (l'area minima ex (4.1.43)NTC è indicata tra parentesi)

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	2000	2269	2020	14665	6.463	25.0	13905	---	---	---
2	S	2048	2091	2020	14665	7.013	25.0	13911	---	---	---

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00547	30.0	0.00001	25.0	-0.01394	5.0
2	0.00350	-0.00547	30.0	0.00001	25.0	-0.01394	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	12	mm
Passo staffe:	20.0	cm
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	11.3	cm ² /m [Area Staffe Minima NTC = 2.9 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	AST
1	N	3122	15149	61785	24893	100.0	21.80	1.004	1.4
2	N	2827	15155	61792	24893	100.0	21.80	1.004	1.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	14.6	30.0	0.0	20.9	-382	25.0	10.5	1047	16.1	12.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	9.1	-8.0	---	0.125	1.00	0.400	0.000076 (0.000076)	162	0.021	5389

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	14.6	30.0	0.0	20.9	-382	25.0	10.5	1047	16.1	12.9

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	9.1	-8.0	---	0.125	1.00	0.400	0.000076 (0.000076)	162	0.021 (0.30)	5389

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	11.8	30.0	0.0	20.6	-296	25.0	10.3	1034	16.1	12.9

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	7.5	-6.3	---	0.125	0.50	0.400	0.000059 (0.000059)	161	0.016 (0.20)	5484

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

9.34.2 Verifica fondazione

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Tipo1_fond

(Percorso File: G:\4539_ASSISTENZA CANTIERE PALERMO - LERCARA\VILLAFRATI SUD\Verifiche Villafrati\Verifica sez. C.A\Tipo 2\Tipo1_fond.sez)

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	158.60	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	79.30	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	126.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3600.0	daN/cm ²	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
---------	---	----	----	----

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

1	0	4865	2875	0
2	0	6193	3640	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	4224

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	4224 (12832)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	3397 (12832)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	20.9	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.4	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [daNm]
x/d Rapp. di duttilità a rottura per sole travi (N = 0)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa Area armature long. [cm²] in zona tesa per sole travi (l'area minima ex (4.1.43)NTC è indicata tra parentesi)

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	4865	16	17484	3.594	45.8	16361	0.09	0.70	10.1 (7.2)
2	S	0	6193	16	17484	2.823	45.8	16361	0.09	0.70	10.1 (7.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01450	50.0	-0.00070	45.0	-0.03430	5.0
2	0.00350	-0.01450	50.0	-0.00070	45.0	-0.03430	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	8	mm	
Passo staffe:	13.3	cm	[Passo massimo di normativa = 13.4 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	15.1	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	2875	17932	110748	59894	100.0	21.80	1.000	0.7
2	S	3640	17932	110748	59894	100.0	21.80	1.000	0.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	18.4	50.0	0.0	40.4	-1011	45.0	16.2	1620	10.1	22.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

e sm Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
 srm Distanza media in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm = $1,7 \cdot \text{Eps} \cdot \text{Srm}$. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	9.1	-9.1	---	0.125	1.00	0.400	0.000202 (0.000202)	258	0.089	12832

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	18.4	50.0	0.0	40.4	-1011	45.0	16.2	1620	10.1	22.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	9.1	-9.1	---	0.125	1.00	0.400	0.000202 (0.000202)	258	0.089 (0.30)	12832

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	14.8	50.0	0.0	40.4	-813	45.0	16.2	1620	10.1	22.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	7.3	-7.3	---	0.125	0.50	0.400	0.000163 (0.000163)	258	0.071 (0.20)	12832

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Strato: MURO

Descrizione:

Terreno : MURO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
11.50	3.34	11.51	3.84	12.10	3.84	12.11	6.24
12.60	6.24	12.61	3.84	14.50	3.84		

Strato: STR1

Descrizione:

Terreno : DR

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
12.60	6.24	13.40	6.24	16.48	7.26		

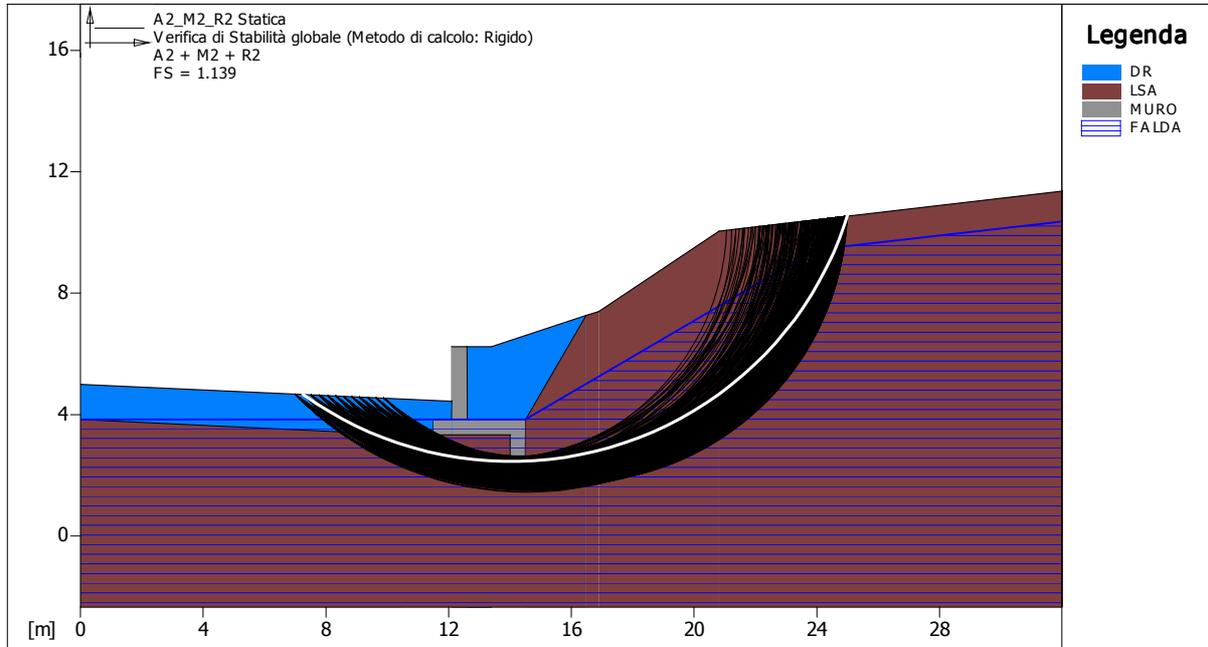
PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: FALDA

Descrizione:

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
0.00	3.84			14.50	3.84		
23.96	9.44			35.00	10.71		

VERIFICHE



MACCAFERRI

MacStARS W
Maccaferri Stability Analysis
of Reinforced Slopes and Walls

Proposta: PALERMO_LERCARA SS 121

Sezione: 788

Località: VILLAFRATI SUD

Documento: Sez788_statica.mac

Data:

17/03/2015

Pratica:

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Verifica di stabilità globale : A2_M2_R2 Statica

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.139

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
7.00	12.00	16.00	25.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:			20
Numero totale superfici di prova.....:			2000
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:			0.50
Angolo limite orario.....[°].....:			0.00
Angolo limite antiorario.....[°].....:			0.00

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

File di input/output-Sez 788 sismica

MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls
 Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)
 Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Proposta.....: PALERMO_LERCARA SS 121

Sezione.....: 788

Località.....: VILLAFRATI SUD

Pratica.....:

File.....: Sez788_sismica.mac

Data.....: 17/03/2015

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008

Verifiche nei confronti dello SLU

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : DR	Descrizione : drenaggio
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 38.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : LSA	Descrizione : LIMI SABBIOSI ARGILLOSI
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 5.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 26.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : MURO	Descrizione : Muro in c.a.
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 200.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 45.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 25.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 25.00

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: DR

Descrizione: riempimento con materiale arido

Terreno : DR

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	5.00	12.11	4.46				

Strato: LSA

Descrizione:

Terreno : LSA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.84	10.50	3.34	11.50	3.34	14.00	3.34
14.01	2.64	14.50	2.64	14.51	3.84	16.48	7.26
16.89	7.40	20.81	10.04	35.00	11.72		

Strato: MURO

Descrizione:

Terreno : MURO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
11.50	3.34	11.51	3.84	12.10	3.84	12.11	6.24
12.60	6.24	12.61	3.84	14.50	3.84		

Strato: STR1

Descrizione:

Terreno : DR

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
12.60	6.24	13.40	6.24	16.48	7.26		

PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: FALDA

Descrizione:

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
0.00	3.84			14.50	3.84		
23.96	9.44			35.00	10.71		

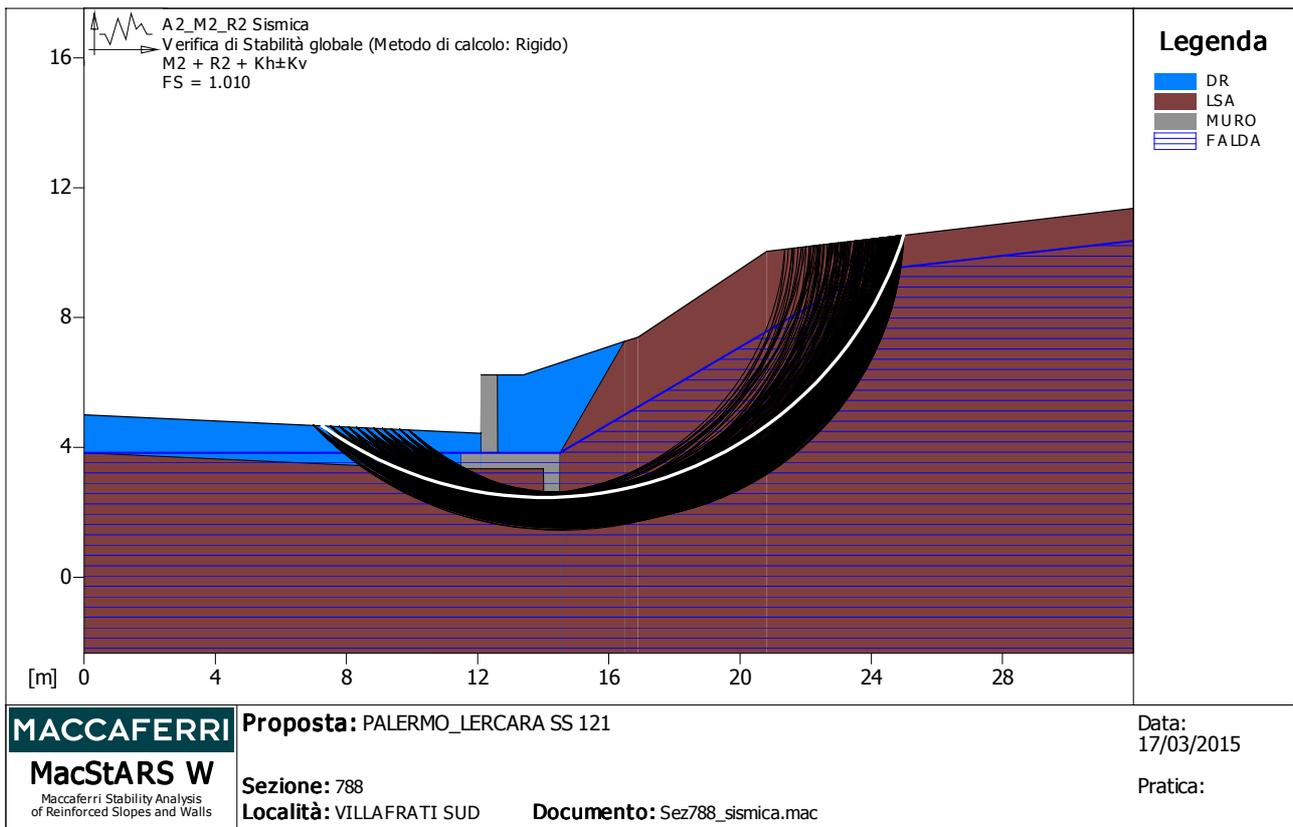
CARICHI

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²]...: Orizzontale.....= 0.47 Verticale.= 0.23

VERIFICHE



Verifica di stabilità globale : A2_M2_R2 Sismica

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.010

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
7.00	12.00	16.00	25.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		20	
Numero totale superfici di prova.....:		2000	

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Strato: LSA

Descrizione:

Terreno : LSA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.88	10.50	3.34	14.50	3.34	14.51	3.84
16.48	7.26	16.81	7.37	18.56	8.54	35.00	9.54

Strato: MURO

Descrizione:

Terreno : MURO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
11.50	3.34	11.51	3.84	12.10	3.84	12.11	6.24
12.60	6.24	12.61	3.84	14.50	3.84		

Strato: STR1

Descrizione:

Terreno : DR

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
12.60	6.24	13.40	6.24	16.48	7.26		

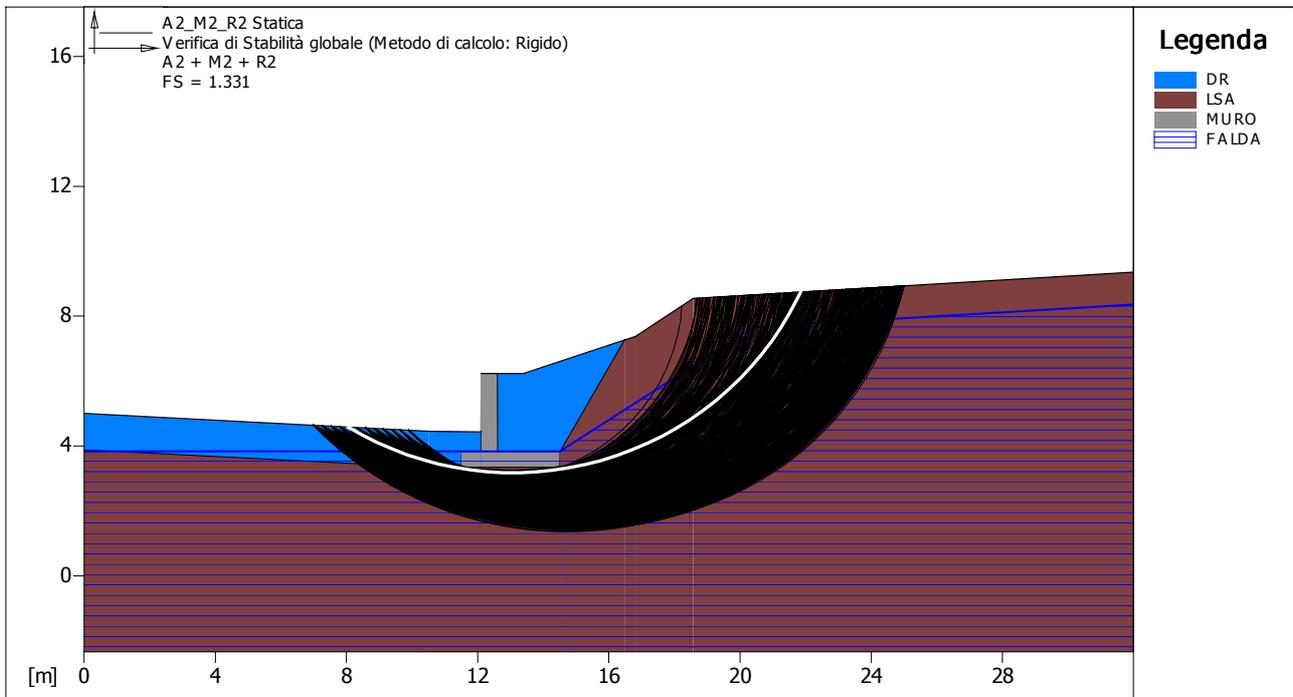
PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: FALDA

Descrizione:

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
0.00	3.84			14.50	3.84		
20.42	7.66			35.00	8.54		

VERIFICHE



 MacStARS W <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls</small>	Proposta: PALERMO_LERCARA SS 121	Data: 17/03/2015
	Sezione: 791 Località: VILAFRATI SUD	Documento: Sez791_statica.mac

Verifica di stabilità globale : A2_M2_R2 Statica

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.331

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
7.00	12.00	16.00	25.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		20	
Numero totale superfici di prova.....:		2000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

File di input/output-Sez 791 sismica

MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls
 Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)
 Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Proposta.....: PALERMO_LERCARA SS 121

Sezione.....: 791

Località.....: VILLAFRATI SUD

Pratica.....:

File.....: Sez791_sismica

Data.....: 17/03/2015

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
 Verifiche nei confronti dello SLU

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : DR	Descrizione : drenaggio
Classe coesione.....:	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....[kN/m ²].....:	0.00
Classe d'attrito.....:	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....[°].....:	38.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....:	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....[kN/m ³].....:	20.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	20.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Strato: LSA

Descrizione:

Terreno : LSA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.88	10.50	3.34	14.50	3.34	14.51	3.84
16.48	7.26	16.81	7.37	18.56	8.54	35.00	9.54

Strato: MURO

Descrizione:

Terreno : MURO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
11.50	3.34	11.51	3.84	12.10	3.84	12.11	6.24
12.60	6.24	12.61	3.84	14.50	3.84		

Strato: STR1

Descrizione:

Terreno : DR

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
12.60	6.24	13.40	6.24	16.48	7.26		

PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: FALDA

Descrizione:

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
0.00	3.84			14.50	3.84		
20.42	7.66			35.00	8.54		

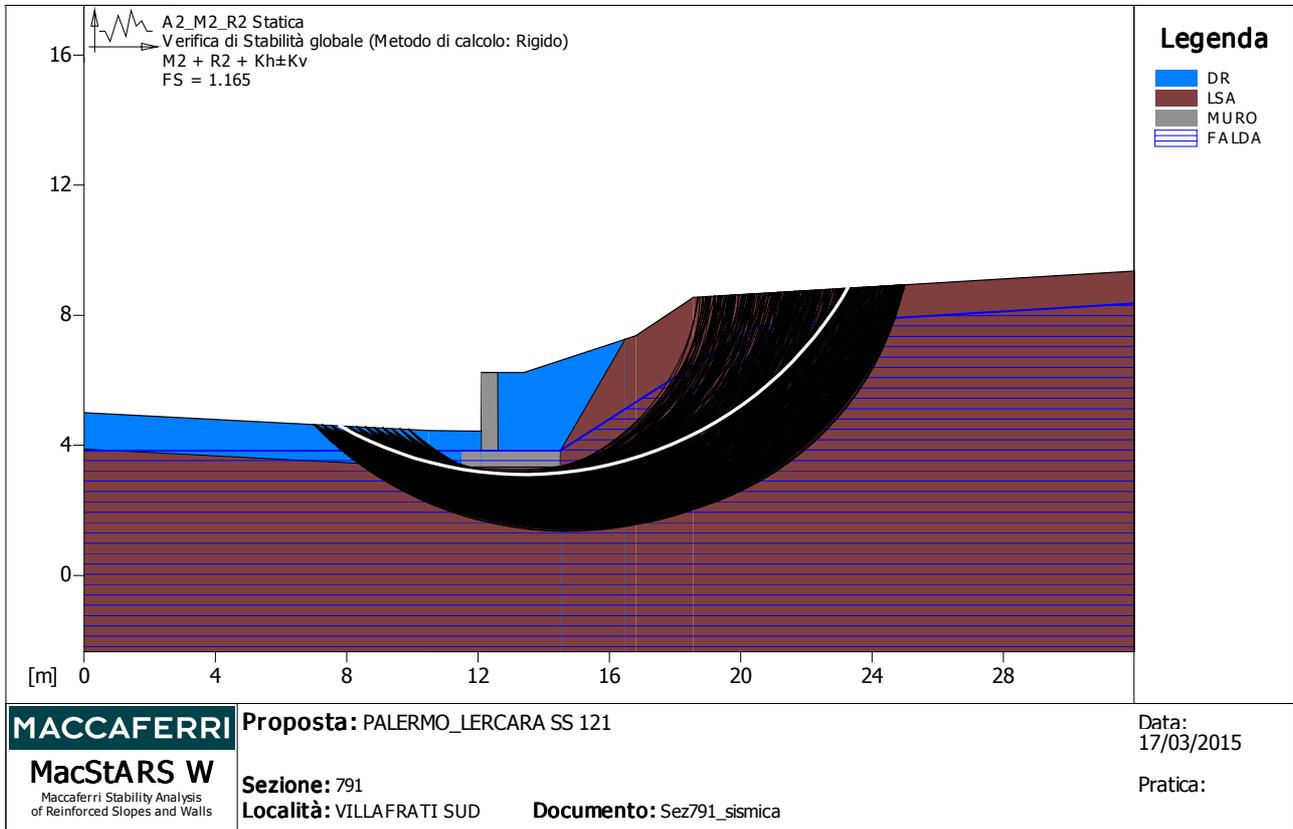
CARICHI

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²]: Orizzontale.....= 0.47 Verticale.= 0.23

VERIFICHE



Verifica di stabilità globale : A2_M2_R2 Statica

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.165

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
7.00	12.00	16.00	25.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		20	
Numero totale superfici di prova.....:		2000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario.....[°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario.....[°].....:		0.00	

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO VILLAFRATI SUD – RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità