



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. 66

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA - VIABILITA' COMPLEMENTARI E SECONDARIE

Viabilità secondaria 28 E

Relazione tecnica descrittiva della modifica tecnica n. 66

Codice Unico Progetto (CUP) : F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	PE	MT 66	RT 01	5	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:	
0 7	PENT66RT01_50_4137.dwg	1=1	4 1 3 7	-	
5					
4					
3					
2					
1					
0	PRIMA EMISSIONE		Novembre 2015	L. Viscanti 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 poliff@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 Cocciantè

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



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 **L O 4 1 0 C E 1 1 0 1**

Dott. Ing. Ettore de Cesbron de la Grennelais



COMMITTENTE: ANAS S.p.A.

CONTRAENTE GENERALE: BOLOGNETTA S.C.p.A.

SS 189 e SS 121

ITINERARIO PALERMO - AGRIGENTO

PA 17/08

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 S.S. n. 189 e S.S. n. 121

CUP F41B03000230001

Contratto per affidamento a Contraente Generale, stipulato in Roma il 19/10/2009 c/o Notaio Paolo Cerasi rep. n. 7953 racc. n. 4132, registrato in Roma il 27/10/2009.

Succ. Atto Aggiuntivo n. 1 stipulato in data 02.11.2011 rep. n. 9879 racc. n. 5275,

succ. Atto Aggiuntivo n. 2 stipulato in data 30.05.2013 rep. n. 20888 racc. n. 5938

e succ. Atto Aggiuntivo n. 3 stipulato in data 23.01.2014 rep. n. 21091 racc. n. 6057.

MODIFICA TECNICA N.66_Rev.2

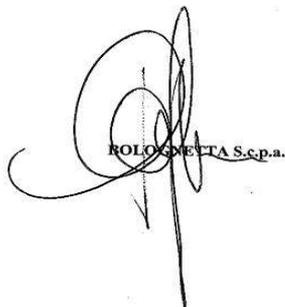
WBS: Viabilità secondarie 28, 28A, 28B, 28C, 28D e 28E

OGGETTO: Modifiche reti di sotto servizi. Modifiche altimetriche viabilità secondaria 28E.

DATA: 13/14/2015

**VISTO: Il Contraente Generale
Ing. Pierfrancesco Paglini**

**p. A.T.I. Progettisti- POLITECNICA – A.C.S.
Ing. Marcello Mancone**



BOLOGNETTA S.c.p.a.



1 OGGETTO DELLA NOTA

La presente nota di modifica tecnica relativa alle WBS viabilità secondaria 28, viabilità secondaria 28A, viabilità secondaria 28B, viabilità secondaria 28C, viabilità secondaria 28D e viabilità secondaria 28E, ricadenti nelle opere di urbanizzazione della zona artigianale San Lorenzo del Comune di Cefalà Diana (PA), viene emessa, nella presente fase di Progetto Esecutivo di Dettaglio (PED), al fine di riassumere una serie di ottimizzazioni/ingegnerizzazioni necessarie per consentire un miglior inserimento della costruenda infrastruttura all'interno del tessuto artigianale-industriale esistente.

Si precisa inoltre che la presente modifica tecnica tiene conto delle richieste avanzate dal Comune di Cefalà Diana con prot. 7137 del 19/11/2014 e prot. n. 668 del 02/02/2015 finalizzate ad uniformare le opere in corso di realizzazione con il progetto del lotto funzionale "San Lorenzo" approvato dal Comune di Cefalà Diana in esecuzione e in conformità al P.R.G. attualmente vigente.

2 MODIFICHE RETI DI SOTTOSERVIZI.

Le principali variazioni riguardano le reti di sottoservizi ricadenti nelle viabilità oggetto della presente modifica, e si possono riassumere nei seguenti punti:

- Rete smaltimento acque bianche:
 - o Sulle V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E i pozzetti di linea sono stati ubicati planimetricamente in modo da consentire il collegamento diretto con la tubazione di scarico delle caditoie stradali.
 - o Sulle V.S. 28, V.S. 28A, V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E, a seguito delle modifiche planimetriche descritte al punto precedente, è stato elaborato il profilo di smaltimento acque bianche.
- Rete smaltimento acque nere:
 - o Sulle V.S. 28A, V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E sono stati inseriti punti di allaccio fognario in funzione della futura lottizzazione dell'area. In ragione di ciò i pozzetti di linea sono stati ubicati planimetricamente in modo da consentire il collegamento diretto con la tubazione di scarico dei punti di allaccio fognario.
 - o Sulle V.S. 28, V.S. 28A, V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E, a seguito delle modifiche planimetriche descritte al punto precedente, è stato elaborato il profilo di smaltimento acque nere.
- Rete di approvvigionamento idrico:
 - o Sulle V.S. 28, V.S. 28A, V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E è stata prevista una tubazione di distribuzione e dei pozzetti di derivazione di acqua potabile comunale.
- Predisposizione rete di distribuzione elettrica e rete di alimentazione elettrica illuminazione pubblica:
 - o Sulle V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E sono stati previsti la posa di cavidotti e la collocazione di pozzetti di derivazione per la rete di distribuzione elettrica e la rete di alimentazione dell'impianto di pubblica illuminazione.

3 MODIFICHE STRADALI ALLA VS28E

Durante la fase di cantierizzazione della viabilità secondaria 28E, dovendo essa essere strada di servizio per consentire l'accesso ad una proprietà privata, è emersa una differenza altimetrica tra la quota del piazzale privato esistente e la quota della livelletta progettuale pari a circa 1,00 m.

Tale differenza ha determinato, dalla sez. 13 alla sez. 18 della viabilità secondaria 28E, un innalzamento "puntuale" della livelletta progettuale che ha consentito di superare la criticità emersa.

Tuttavia tale modifica altimetrica, seppur limitata, avrebbe determinato, rispetto al PEA, un ovvio innalzamento del corpo di rilevato e quindi un allargamento in pianta dell'impronta del piede dello stesso rilevato.

Pertanto, al fine di contenere tale ingombro, evitando l'insorgere di interferenze per la presenza di un manufatto esistente e al contempo per evitare incrementi alla superficie espropriata si propone la realizzazione di un muretto in c.a. di contenimento del ciglio dx e sx della realizzanda viabilità secondaria 28E.

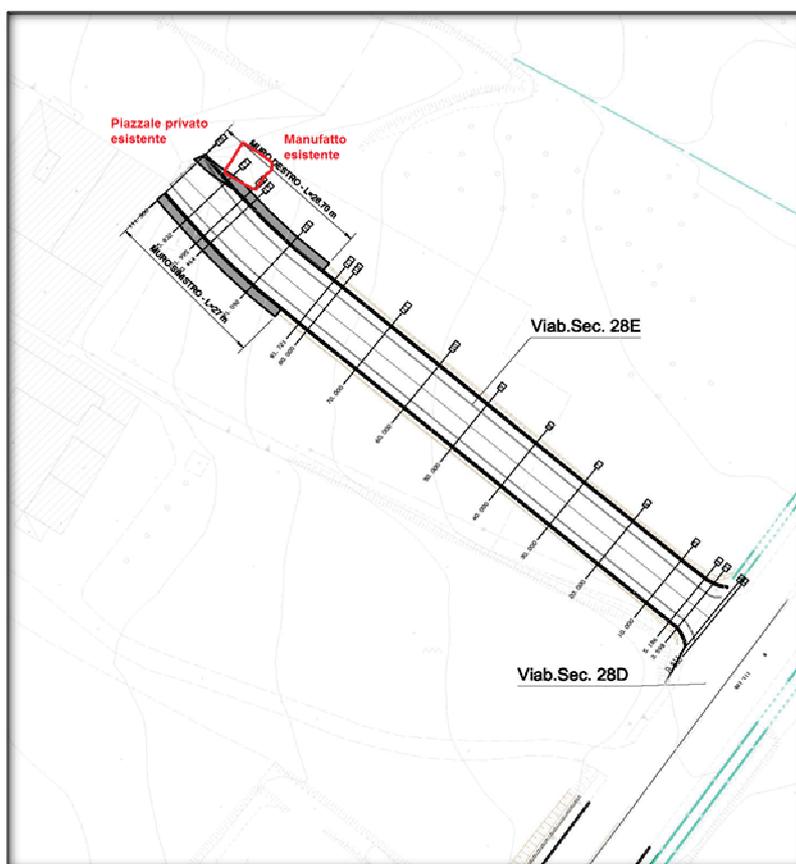


Figura 1 – Stralcio planimetrico PED

Il muretto in c.a., si estende tra la sez. 13 e la sez. 18 della viabilità complanare. Relativamente al ciglio sx, il muro ha un'altezza f.t. variabile da 40 cm a 145 cm e si estende per una lunghezza 27,00 m mentre, relativamente al ciglio dx, ha un'altezza f.t. variabile da 40 cm a 130 cm e un'estensione di 26,70 m.

La modifica puntuale della livelletta di progetto ha comportato la ridefinizione delle sezioni trasversali ed il conseguente ingombro in pianta del corpo stradale della secondaria 28E.

Nella successiva tabella si riportano il riepilogo dei singoli tratti di viabilità non interessati da alcuna modifica, ovvero, di quelli soggetti ad un'ottimizzazione del profilo longitudinale, mediante modifica della livelleta stradale:

SECONDARIA 28E		
TRATTI	<i>Nessun intervento plano/altimetrico rispetto al PEA</i>	<i>ottimizzazione del profilo longitudinale mediante modifica della livelleta stradale</i>
sez.1 - sez.13	X	
sez.13 - sez.18		X

4 VERIFICHE MURO

Si riportano le verifiche geotecniche e strutturali dei muri oggetto della presente MT (uno lungo il ciglio sinistro, l'altro lungo il ciglio destro della VS28E).

- L'opera in sinistra consiste in un piccolo muro a retta in c.a. con ciabatta di fondazione esterna al rilevato stradale (lato valle), si riportano le verifiche della sezione 18 che presenta l'altezza massima del paramento (la fondazione è costanza lungo tutto lo sviluppo del muro);
- L'opera in destra consiste in un muro a retta in c.a. con ciabatta di fondazione esterna al rilevato stradale (lato valle) fino alla sezione 16, e ciabatta interna al rilevato stradale alla sezione 18, con transizione graduale tra la sezione 16 alla sez. 18. Per la condizione con ciabatta esterna valgono le verifiche del muro in sx, per la condizione di ciabatta interna si riportano le verifiche della sezione 18.

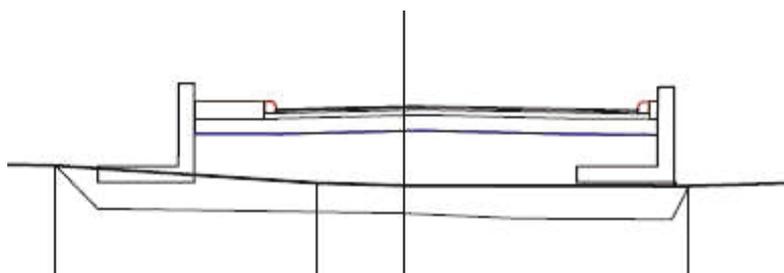
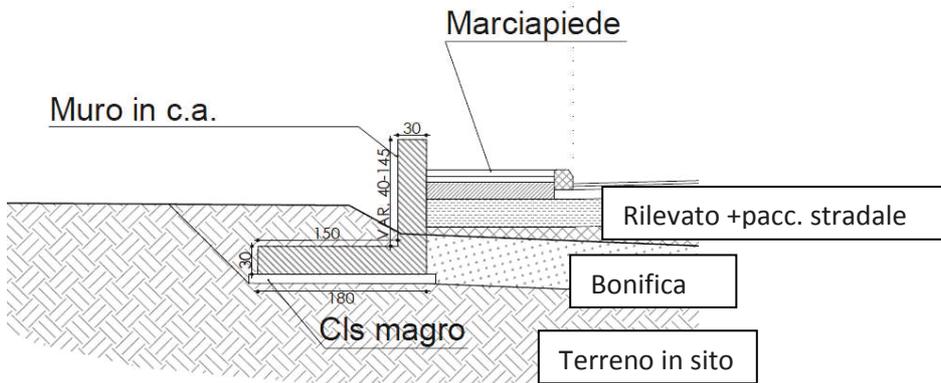


Figura 2 – Sez. 18 – VS28E

4.1 MURO IN SINISTRA

• SEZIONE DI CALCOLO

Di seguito si riporta la geometria della sezione di calcolo del manufatto in esame:



• **Materiali**

Calcestruzzo C30/37

Acciaio per armatura B450 C

• **STRATIGRAFIA E MODELLO GEOTECNICO DI SOTTOSUOLO**

Per il muro oggetto della presente nota di calcolo, sono stati considerati due tipi di terreno:

- Pacchetto stradale;
- Materiale da rilevato
- Bonifica fondazione muro

Stratigrafia

Tipologia	Y (KN/m ³)	φ' (°)	c' [KPa]
Pacchetto stradale	19	35	0
Materiale da rilevato	19	35	0
Bonifica	19	33	0
Terreno in sito	19.5	20	5

c' = coesione efficace;

γ = peso di volume;

φ' = angolo d'attrito efficace.

In fase di analisi della struttura, pacchetto stradale e rilevato sono unificati in un unico strato.

• **ANALISI DEI CARICHI**

Si riportano nel seguito i vari gruppi di condizioni elementari di carico, suddivise in pesi propri, azioni permanenti ed azioni eccezionali dovute al sisma. Successivamente le CCE vengono combinate come prescritto dalla normativa per ottenere le combinazioni di carico con le quali eseguire le verifiche in condizioni statiche e sismiche, agli stati ultimi e di esercizio.

Condizioni di Carico Elementari (CCE)

Oltre al peso proprio del muro (25 kN/m³), si riportano le azioni considerate nel dimensionamento e nelle verifiche della struttura di progetto:

1. Spinta del terreno in fase statica (carico permanente): Per il calcolo delle spinte si è utilizzato il metodo di "coulomb"

2. Spinta del terreno in fase sismica (carico eccezionale): Per il calcolo delle spinte si è utilizzato il metodo di "MONONOBE-OKABE".

La teoria di Mononobe-Okabe fa uso del metodo dell'equilibrio limite e può essere considerata una estensione del metodo di Coulomb, in cui alle usuali spinte al contorno del cuneo instabile di terreno vengono sommate anche le azioni inerziali orizzontali e verticali dovute all'accelerazione delle masse. Questo metodo permette quindi di valutare in modo diretto la spinta in condizioni sismiche, mediante una formulazione pseudo-statica in forma chiusa. Le spinte Attiva e Passiva si calcolano come:

$$P_{a/p} = \frac{1}{2} \gamma \cdot h^2 \cdot (1 - k_v) \cdot K_{a/p}$$

Dove

$$\beta \leq \phi - \theta: K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta: K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

ϕ = angolo di attrito interno del terreno.

ψ = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete interessata del muro.

β = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno.

δ = angolo di attrito terreno-muro.

θ = angolo di rotazione addizionale definito come segue.

E con

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

$$k_h = \beta_m \cdot (a_{max}/g)$$

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

β_m è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g è l'accelerazione di gravità;

S_S è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, in funzione dei terreni del sito;

S_T è il coefficiente di amplificazione topografica, in funzione della forma del pendio;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Si osservi che nel caso statico l'angolo di rotazione addizionale θ si annulla ed i coeff. di spinta si riducono a quelli della formulazione di Coulomb.

3. Carico stradale: $c_s = 20$ kN/mq (azione variabile). Ipotizzando una diffusione del carico stradale a 35° rispetto alla verticale, questo non interessa il muretto in sinistra.

4. Azione sismica della struttura (carico eccezionale): le forze d'inerzia orizzontali F_i , delle pareti verticali dovute al sisma, sono state valutate come: $F_i = k_h W_i$, dove k_h è il coefficiente di accelerazione e W_i è il peso dell'elemento strutturale considerato.

Combinazioni di carico (C.C.)

Le varie azioni F_x , F_y , F_z , M_x , M_y ed M_z , per le varie condizioni elementari di carico (CCE: pesi, carico di esercizio, vento+, vento-, etc.), sono state sommate in una serie di "combinazioni di carico" (C.C.) di tipo SLU (Stato Limite Ultimo) e SLE (Stato Limite di Esercizio), statiche e sismiche.

Per le rimanenti verifiche geotecniche e strutturali, le combinazioni di carico vengono formulate secondo l'Approccio 2 della vigente normativa NTC '08 (per la verifica a ribaltamento vengono considerati i coefficienti EQU e M2). La verifica di stabilità globale non viene riportata.

Approccio 2: si determinano sollecitazioni e resistenze applicando la seguente combinazione di coefficienti parziali e verificando che i requisiti di sicurezza siano soddisfatti:

- Combinazione 1 (A1) + (M1) + (R3)

Secondo l'Approccio , i valori dei coefficienti parziali utilizzati, desunti dal DM, sono stati i seguenti:

Gruppo A1 – Azioni

Azioni permanenti	favorevoli alla sicurezza	$\gamma_G = 1.00$
	sfavorevoli alla sicurezza	$\gamma_G = 1.30$
Azioni permanenti (non strutturali)	favorevoli alla sicurezza	$\gamma_G = 0.00$
	sfavorevoli alla sicurezza	$\gamma_G = 1.50$
Azioni accidentali	favorevoli alla sicurezza	$\gamma_Q = 0.00$
	sfavorevoli alla sicurezza	$\gamma_Q = 1.50$

Gruppo M1 – Materiali

Resistenza caratteristica calcestruzzo	$\gamma_{cls} = 1.50$
Resistenza caratteristica acciaio armatura	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza caratteristica acciaio da carpenteria	$\gamma_{M0} = 1.05$
Tangente angolo di resistenza al taglio del terreno	$\gamma_\phi = 1.00$
Coazione efficace	$\gamma_c = 1.00$
Coazione non drenata	$\gamma_{cu} = 1.00$
Peso di volume terreno	$\gamma_\gamma = 1.00$

Gruppo R3 – Coefficienti di sicurezza

Scorrimento	1.1
Capacità portante	1.4
Ribaltamento	1.0

Si riporta una tabella riassuntiva delle combinazioni di carico considerate.

Famiglia	A	M	R	Indice	Nome	Perm.	Variabili	Sisma H	Sisma V
EQU	A3	M2	R0	1	EQU-1	0.9	0	0	0
EQU	A3	M2	R0	2	EQU-2	1.1	0	0	0
EQU	A0	M2	R0	3	EQU-3	1	0	1	1
EQU	A0	M2	R0	4	EQU-4	1	0	1	-1
STR	A1	M1	R3	1	STR-1	1	0	0	0
STR	A1	M1	R3	2	STR-2	1.3	0	0	0
SIS	A0	M1	R3	1	SIS-1	1	0	1	1
SIS	A0	M1	R3	2	SIS-2	1	0	1	-1
SLE	A0	M0	R0	1	SLE-1	1	0	0	0

• ANALISI DELLA STRUTTURA

Il dimensionamento del muro è stato effettuato in corrispondenza della sezione con massima altezza del paramento $h = 1.45$ m, per la quale la spinta del rilevato stradale arriva a quota 1.20 m dall'estradosso della ciabatta di fondazione.

Nel calcolo:

- il terreno spingente sul paramento è del tipo "rilevato"
- il terreno spingente sulla fondazione è del tipo "bonifica"
- il terreno di fondazione è del tipo "terreno in sito"

Per questa struttura di sostegno, il fattore di struttura q è stato preso uguale a 1. L'analisi e le verifiche geotecniche e strutturali sono state eseguite con l'ausilio del software WallCad+ della Concrete s.r.l., versione 7.12.

• VERIFICHE GEOTECNICHE

Sono state eseguite le seguenti verifiche geotecniche:

1. verifica allo scorrimento (traslazione sul piano di posa);
2. verifica al ribaltamento;
3. verifica alla capacità portante.

Considerati i carichi applicati, le caratteristiche geotecniche del terreno, le ridotte dimensioni del muro si esclude l'insorgere di criticità legate a fenomeni di cedimento del terreno e spostamento della struttura. Per tale ragione, si omettono verifiche dei cedimenti e spostamenti agli SLE.

• VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali agli SLU e SLE, vengono condotte come prescritto dalla normativa italiana NTC '08 e relativa circolare esplicativa.

• RISULTATI

Si riportano nella seguente tabella il rapporto tra R_d et E_d (già fattorizzato per il coefficiente di sicurezza R_3).

C.C. critica	STATICA	Rd/Ed		
		C.C. critica	SISMICA	C.C. critica
RIBALTAMENTO	8.14	EQ-2	2.67	EQ-4
SCORRIMENTO	2.09	STR-2	1.74	SIS-1
CAPACITÀ PORTANTE	3.23	STR-2	3.39	SIS-1

Le verifiche geotecniche risultano tutte soddisfatte, sono riportate in maniera dettagliata in allegato.

Modifica tecnica V.S. 28, V.S. 28A, V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E_rev 1

Si riportano le verifiche strutturali di presso-flessione della sezione di incastro del paramento:

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	v _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	c.s.	v _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
0	0	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	SIS-1	20980	-1116	1416580	-75362	67.5	ok

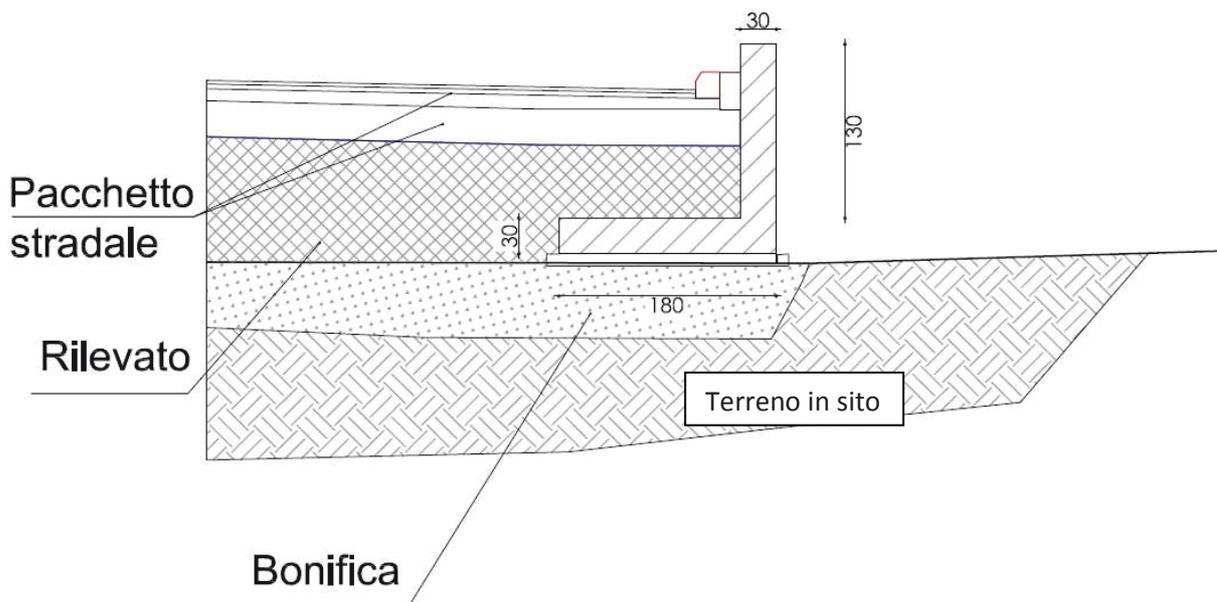
Si riportano le verifiche strutturali nelle combinazioni di esercizio della sezione di incastro del paramento:

X	Y	H	c _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	v _{es}	c _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
0	0	30	SLE-1	14829	-1088	27	-2	ok	SLE-1	14829	-1088	-	-	ok

4.2 MURO IN DESTRA

• SEZIONE DI CALCOLO

Di seguito si riporta la geometria della sezione di calcolo del manufatto in esame:



• STRATIGRAFIA E MODELLO GEOTECNICO DI SOTTOSUOLO

Per il muro oggetto della presente nota di calcolo, sono stati considerati due tipi di terreno:

- Pacchetto stradale;
- Materiale da rilevato
- Bonifica fondazione muro

Stratigrafia

Tipologia	γ (KN/m ³)	φ' (°)	c' [KPa]
Pacchetto stradale	19	35	0
Materiale da rilevato	19	35	0
Bonifica	19	33	0
Terreno in sito	19.5	20	5

c' = coesione efficace;

γ = peso di volume;

φ' = angolo d'attrito efficace

• ANALISI DEI CARICHI

Si riportano nel seguito i vari gruppi di condizioni elementari di carico, suddivise in pesi propri, azioni permanenti, azioni variabili ed azioni eccezionali dovute al sisma. Successivamente le CCE vengono

combinare come prescritto dalla normativa per ottenere le combinazioni di carico con le quali eseguire le verifiche in condizioni statiche e sismiche, agli stati ultimi e di esercizio.

Condizioni di Carico Elementari (CCE)

Oltre al peso proprio del muro (25 kN/m^3), si riportano le azioni considerate nel dimensionamento e nelle verifiche della struttura di progetto:

1. Spinta del terreno in fase statica (carico permanente): Il calcolo delle spinte basato sul "coulomb"
2. Spinta del terreno in fase sismica (carico eccezionale): Il calcolo delle spinte basato sul "mononobe-okabe"
3. Carico stradale: $c_s = 20 \text{ kN/mq}$ (azione variabile)
4. Azione sismica della struttura (carico eccezionale): le forze d'inerzia orizzontali F_i , delle pareti verticali dovute al sisma, sono state valutate come: $F_i = k_h W_i$, dove k_h è il coefficiente di accelerazione sismica e W_i è il peso dell'elemento strutturale considerato.

Combinazioni di carico (C.C.)

Le varie azioni F_x , F_y , F_z , M_x , M_y ed M_z , per le varie condizioni elementari di carico (CCE: pesi, carico di esercizio, vento+, vento-, etc.), sono state sommate in una serie di "combinazioni di carico" (C.C.) di tipo SLU (Stato Limite Ultimo) e SLE (Stato Limite di Esercizio), statiche e sismiche.

Per le rimanenti verifiche geotecniche e strutturali, le combinazioni di carico vengono formulate secondo l'Approccio 2 della vigente normativa NTC '08 (per la verifica a ribaltamento vengono considerati i coefficienti EQU e M2). La verifica di stabilità globale non viene riportata.

Si riporta una tabella riassuntiva delle combinazioni di carico considerate.

Famiglia	A	M	R	Indice	Nome	Perm.	Variabili	Sisma H	Sisma V
EQU	A3	M2	R0	1	EQU-1	0.9	1.5	0	0
EQU	A3	M2	R0	2	EQU-2	1.1	1.5	0	0
EQU	A0	M2	R0	3	EQU-3	1	0	1	1
EQU	A0	M2	R0	4	EQU-4	1	0	1	-1
STR	A1	M1	R3	1	STR-1	1	0	0	0
STR	A1	M1	R3	2	STR-2	1	1.5	0	0
STR	A1	M1	R3	3	STR-3	1.3	0	0	0
STR	A1	M1	R3	4	STR-4	1.3	1.5	0	0
SIS	A0	M1	R3	1	SIS-1	1	0	1	1
SIS	A0	M1	R3	2	SIS-2	1	0	1	-1
SLE	A0	M0	R0	1	SLE-1	1	0	0	0
SLE	A0	M0	R0	2	SLE-2	1	1	0	0

• ANALISI DELLA STRUTTURA

Il dimensionamento del muro è stato effettuato in corrispondenza della sezione con massima altezza del paramento $h = 1.30 \text{ m}$, per la quale la spinta del rilevato stradale arriva a quota 1.20 m dall'estradosso della ciabatta di fondazione.

Nel calcolo:

- il terreno spingente sul paramento e fondazione è del tipo "rilevato"
- il terreno di fondazione è del tipo "bonifica"

Per questa struttura di sostegno, il fattore di struttura q è stato preso uguale a 1. L'analisi e le verifiche geotecniche e strutturali sono state eseguite con l'ausilio del software WallCad+ della Concrete s.r.l., versione 7.12.

• VERIFICHE GEOTECNICHE

Sono state eseguite le seguenti verifiche geotecniche:

1. verifica allo scorrimento (traslazione sul piano di posa);
2. verifica al ribaltamento;
3. verifica alla capacità portante.

Considerati i carichi applicati, le caratteristiche geotecniche del terreno, le ridotte dimensioni del muro si esclude l'insorgere di criticità legate a fenomeni di cedimento del terreno e spostamento della struttura. Per tale ragione, si omettono verifiche dei cedimenti e spostamenti agli SLE.

• VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali agli SLU e SLE, vengono condotte come prescritto dalla normativa italiana NTC '08 e relativa circolare esplicativa.

• RISULTATI

Si riportano nella seguente tabella il rapporto tra R_d et E_d (già fattorizzato per il coefficiente di sicurezza R_3).

		Rd/Ed		
C.C. critica	STATICA	C.C. critica	SISMICA	C.C. critica
RIBALTAMENTO	6.26	EQ-1	2.51	EQ-4
SCORRIMENTO	3.66	STR-2	3.63	SIS-1
CAPACITÀ PORTANTE	3.33	STR-2	6.24	SIS-1

Le verifiche geotecniche risultano tutte soddisfatte, sono riportate in maniera dettagliata in allegato.

Si riportano le verifiche strutturali di presso-flessione della sezione di incastro del paramento:

X	Y	H	A_s	C_s	A_i	C_i	V_{ml}	C_{res}	M_d	N_d	M_u	N_u	c.s.	V_{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
0	0	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	STR-4	77811	-1268	704897	-11482	9.06	ok

Si riportano le verifiche strutturali nelle combinazioni di esercizio della sezione di incastro del paramento:

X	Y	H	C_{es}	M_e	N_e	σ_f	σ_c	v_{es}	C_f	M_f	N_f	S_{rm}	W_k	v_f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
0	0	30	SLE-2	53851	-975	320	-8	ok	SLE-2	53851	-975	-	-	ok

5 ALLEGATI

5.1 Fascicolo di calcolo muro in sinistra

1 Descrizione del software

Si tratta di un programma di calcolo strutturale dedicato al progetto e verifica di Opere di Sostegno in cemento armato e a gravità. Il programma permette il calcolo delle spinte nelle diverse combinazioni di calcolo analizzate, l'esecuzione di verifiche di stabilità locale di natura geotecnica, la progettazione delle parti in cemento armato e la verifica di resistenza strutturale. Nella determinazione delle sollecitazioni strutturali può utilizzare un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Nella relazione di calcolo vengono riportati i dati di input, le combinazioni di calcolo adottate, le pressioni e le spinte trovate, nonché i risultati delle verifiche geotecniche e strutturali. Vengono anche prodotte le tavole con i prospetti e le distinte di armatura, ed il computo metrico delle principali grandezze.

SPECIFICHE TECNICHE

Denominazione del software: WALLCAD 7

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 15, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 7.12

Identificatore licenza: WP-3765625

Intestatario della licenza: POLITECNICA - INGEGNERIA ED ARCHITETTURA - MODENA

Versione regolarmente licenziata

SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Il programma permette il calcolo della spinta delle terre mediante metodi propri dell'Equilibrio limite e la valutazione della stabilità globale con metodi propri della stabilità dei pendii; le azioni sismiche vengono valutate mediante un approccio pseudo-statico, in accordo alle varie normative adottate. Le spinte vengono pensate agenti su un tratto di lunghezza unitaria di un muro di lunghezza indefinita, con sezione che resta quindi in stato piano di deformazione.

I carichi possono essere inseriti sia sul muro che sul terreno; in quest'ultimo caso il carico uniforme è trattato come uno strato di spessore equivalente, mentre gli altri tipi di carico (lineare o nastriforme) vengono diffusi in orizzontale e sovrapposti alle restanti azioni.

VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN CEMENTO ARMATO

Nel caso più generale le verifiche degli elementi in c.a. sono condotte col metodo agli stati limite in accordo al D.M. 14-01-08. Le membrature in c.a. sono verificate a pressoflessione e taglio come piastre non espressamente armate a taglio.

2 Normative di riferimento

L. 05.11.1971, n. 1086. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica

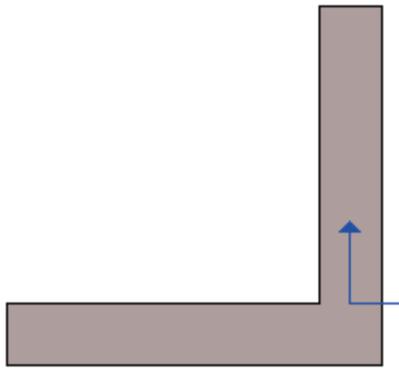
Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14.01.2008 (NTC 2008)

3 Geometria del muro

La descrizione della geometria del muro si avvale di una duplice rappresentazione, una schematica, tramite la sezione trasversale, e l'altra in forma analitica tramite le dimensioni principali degli elementi costituenti.

3.1 Sistema di riferimento

Nella seguente rappresentazione schematica viene rappresentata la posizione e l'orientamento del sistema di riferimento rispetto ai vertici principali della sagoma del muro.



Sistema di riferimento adottato per le coordinate:

Ascisse X (esprese in centimetri) positive verso destra

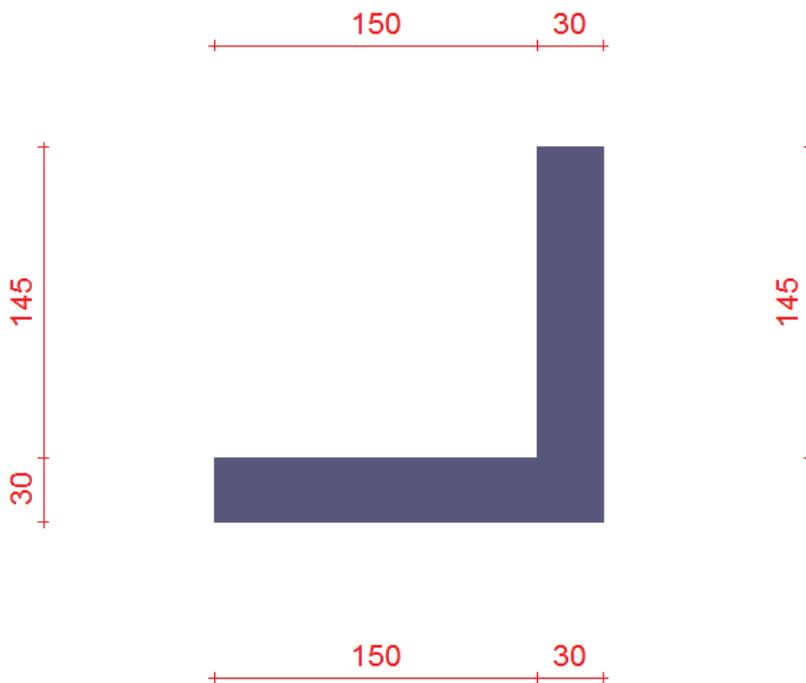
Ordinate Y (esprese in centimetri) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da sinistra verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dal basso verso l'alto

Tutti i valori in output sono riferiti ad 1 centimetro di muro.

3.2 Rappresentazione geometrica, sezione trasversale



3.3 Rappresentazione analitica

Il muro viene convenzionalmente suddiviso in blocchi principali ed eventuali accessori.

Ingombro globale	
Larghezza totale del muro	: 180 cm
Altezza totale del muro	: 175 cm
Peso specifico del muro	: 2500 daN/m ³
Peso specifico delle falde	: 1000 daN/m ³

Paramento	
Base inf.	: 30 cm

Base sup. : 30 cm
 Altezza : 145 cm
 Disassamento : 0 cm

Mensola sinistra in fondazione

Larghezza : 150 cm
 Alt.interna : 30 cm
 Alt.esterna : 30 cm
 Disassamento : 0 cm

Zoccolo centrale in fondazione

Larghezza : 30 cm
 Altezza a sx : 30 cm
 Altezza a dx : 30 cm
 Sfalsamento : 0 cm

4 Caratteristiche dei terreni

Significato dei simboli e unità di misura:

Gsat: Peso specifico saturo del terreno, utilizzato nelle zone immerse (daN/m3)

Gnat: Peso specifico naturale del terreno, utilizzato nelle zone non immerse (daN/m3)

Fi: Angolo di attrito interno del terreno (deg)

C': Coesione drenata del terreno (daN/cm2)

Cnd: Coesione non drenata del terreno (daN/cm2)

Delta: Angolo di attrito all'interfaccia terreno/paramento (deg)

AI: Adesione della coesione all'interfaccia terreno/cls (-)

OCR: Coefficiente di sovraconsolidazione del terreno (-)

Ko: Coefficiente di spinta a riposo del terreno (-)

E: Modulo elastico longitudinale del terreno (daN/cm2)

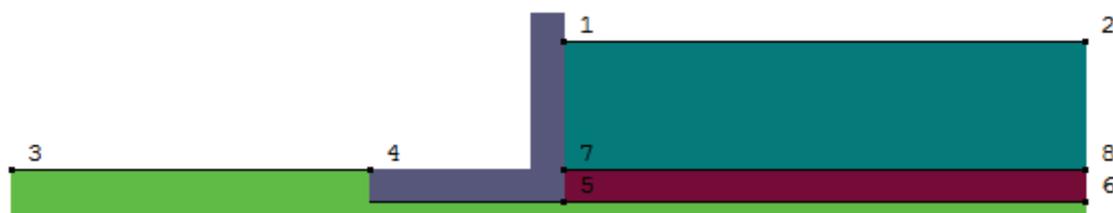
G: Modulo elastico tangenziale del terreno (daN/cm2)

Perm: Permeabilità del terreno (cm/sec)

N	Denominazione	Gsat	Gnat	Fi	C'	Cnd	Delta	AI	OCR	Ko	E	G	Perm
1	Terreno in sito	2150	1950	20,00	0,050	0,000	0,00	0,70	1,00	0,66	40	15	1,00E-05
2	Rilevato	1900	1900	35,00	0,000	0,000	0,00	0,00	1,00	0,43	500	200	3,30E-01
3	Bonifica	1900	1900	33,00	0,000	0,000	0,00	0,00	1,00	0,46	500	200	3,30E-01

5 Geometria degli strati

Vengono mostrate in forma tabellare le sequenze di punti che costituiscono le poligonali di separazione degli strati di terreno.



Strato n.1, materiale sottostante: Rilevato

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	1	15	120
2	2	500	120

Strato n.2, materiale sottostante: Bonifica

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	3	-500	0
2	4	-165	0

Strato n.3, materiale sottostante: Bonifica

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	5	15	-30
2	6	500	-30

Strato n.4, materiale sottostante: Terreno in sito

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	-	-165	-30
2	-	-15	-30
3	5	15	-30

Strato n.5, materiale sottostante: Bonifica

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	7	15	0
2	8	500	0

6 Metodi di calcolo delle azioni e delle verifiche

Metodo di calcolo della spinta del terreno : Mononobe-Okabe

Metodo di calcolo della portanza del terreno : Brinch-Hansen

Normativa adottata per le verifiche locali : D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni

Normativa adottata per il sisma: D.M. 14/01/2008 Norme tecniche per le costruzioni NTC 2008.

Localizzazione dell'opera: Padova, via della Pieve 19

Vita nominale dell'opera (Tab. 2.4.I): 50 anni

Classe d'uso (Tab. 2.4.II): 2

Parametri sismici calcolati per lo stato limite : SLV

Accelerazione relativa A_g/g massima attesa al suolo: 0.183 g

Categoria del suolo di fondazione: B

Coefficiente di amplificazione stratigrafica: 1.2

Coefficiente di amplificazione topografica: 1

Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima per il sito (Beta s): 0.24

Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima per muri (Beta m): 0.24

Punto di applicazione della forza dinamica: stesso punto di quella statica

Effetto della componente verticale di accelerazione sismica incluso.

6.1 Descrizione della normativa sismica

In zona sismica per l'opera di sostegno viene condotta una analisi pseudostatica secondo quanto previsto dalla normativa vigente (NTC 2008 D.M. del 14/01/2008, paragrafo 7.11.6).

Nell'analisi pseudostatica, l'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, pari al prodotto delle forze di gravità moltiplicate per un coefficiente sismico.

I coefficienti sismici orizzontali e verticali, applicati a tutte le masse potenzialmente instabili, sono calcolati rispettivamente come:

$$k_h = \gamma_m \times (a_{max}/g)$$

$$k_v = \pm 0.5 \times k_h$$

$$a_{max} = SS \times ST \times a_g$$

Dove: μ_m è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g è l'accelerazione di gravità;

SS è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, in funzione dei terreni del sito;

ST è il coefficiente di amplificazione topografica, in funzione della forma del pendio;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di μ_m sono riportati nella normativa in Tab. 7.11.II, in funzione della categoria di sottosuolo e della accelerazione orizzontale massima a_g .

Il coefficiente Ss di amplificazione stratigrafica è funzione dei terreni del sito ed ha valore unitario sul terreno di riferimento; i valori minimi e massimi di SS sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.V.

Il coefficiente ST di amplificazione topografica è maggiore di 1 per strutture su pendii con inclinazione maggiore di 15° e dislivello superiore a 30m, mentre è unitario negli altri casi; i valori massimi di ST sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.VI, in funzione della categoria topografica della superficie.

I coefficienti sismici sopra definiti sono considerati costanti lungo l'altezza del muro.

L'incremento di spinta dovuto al sisma può venire assunto agente nello stesso punto di quella statica, nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, oppure a metà altezza dell'opera, negli altri casi.

La spinta totale di progetto Ed agente sull'opera di sostegno è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \times \gamma \times (1 \pm k_v) \times K \times h^2 + E_{ws}$$

dove: γ è il peso specifico del terreno;

K è il coefficiente di spinta del terreno;

h è l'altezza del muro;

E_{ws} è la spinta idrostatica;

Il coefficiente di spinta del terreno viene calcolato come nel caso statico ma con le seguenti modifiche*:

- nel caso di terreno sotto falda, applicando una rotazione al profilo del muro e degli strati di terreno, secondo le espressioni

$$\tan \theta_A = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_w} \times \frac{k_h}{1 + k_v} \quad \text{e} \quad \tan \theta_B = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_w} \times \frac{k_h}{1 - k_v}$$

dove: γ è il peso specifico del terreno saturo;

γ_w è il peso specifico dell'acqua;

- nel caso di terreno sopra falda, applicando una rotazione al profilo del muro e degli strati di terreno, secondo le espressioni

$$\tan \theta_A = \frac{k_h}{1 + k_v} \quad \text{e} \quad \tan \theta_B = \frac{k_h}{1 - k_v}$$

*eccetto il metodo di Mononobe-Okabe, che include il sisma in modo nativo nella formulazione.

L'acqua interstiziale viene considerata non libera all'interno dello scheletro solido del terreno, trattando quindi quest'ultimo come un mezzo monofase. In presenza di acqua libera sulla faccia del muro viene aggiunta la sovrappressione (considerata agente nel caso peggiore, cioè da monte verso valle) dovuta all'effetto idrodinamico, secondo la relazione:

$$q(z) = \frac{7}{8} \times k_h \times \gamma_w \times \sqrt{h \times z}$$

dove: h è l'altezza totale della zona interessata dall'acqua libera;

z è la distanza dal pelo libero dell'acqua;

Stabilità globale

In presenza di sisma viene condotta una analisi pseudo-statica secondo NTC 2008, paragrafo 7.11.3.5, secondo cui l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, proporzionale al peso del volume di terreno instabile ed ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \times (a_{max}/g)$$

$$k_v = \pm 0.5 \times k_h$$

$$a_{max} = SS \times ST \times a_g$$

Dove: α_s è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito, in funzione della zona sismica;

g è l'accelerazione di gravità;

SS è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, in funzione dei terreni del sito;

ST è il coefficiente di amplificazione topografica, in funzione della forma del pendio;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di α_s sono riportati nella normativa in Tab. 7.11.I, in funzione della categoria di sottosuolo e della accelerazione orizzontale massima a_g .

Il coefficiente S_s di amplificazione stratigrafica è funzione dei terreni del sito ed ha valore unitario sul terreno di riferimento; i valori minimi e massimi di SS sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.V.

Il coefficiente ST di amplificazione topografica è maggiore di 1 per strutture su pendii con inclinazione maggiore di 15° e dislivello superiore a 30m, mentre è unitario negli altri casi; i valori massimi di ST sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.VI, in funzione della categoria topografica della superficie.

Il calcolo viene condotto nelle combinazioni stabilite dall'utente, con i coefficienti parziali sulle azioni, sui materiali e resistenze indicati; di default vengono create combinazioni per il caso statico e sismico.

Il margine di sicurezza alla stabilità del pendio ottenuto deve essere valutato e motivato dal progettista.

6.2 Descrizione del metodo di calcolo delle spinte

La teoria di Mononobe-Okabe fa uso del metodo dell'equilibrio limite e può essere considerata una estensione del metodo di Coulomb, in cui alle usuali spinte al contorno del cuneo instabile di terreno vengono sommate anche le azioni inerziali orizzontali e verticali dovute all'accelerazione delle masse.

Le ipotesi che stanno alla base del metodo sono quindi:

Terreno isotropo, omogeneo e dotato di attrito e/o coesione.

Terreno che, a causa degli spostamenti del muro, si trova in uno stato di equilibrio plastico.

Superficie di rottura piana.

Superficie superiore del cuneo anche inclinata ma di forma piana.

La resistenza per attrito e per coesione si sviluppa uniformemente lungo la superficie di rottura.

Può esistere attrito tra paramento del muro e terreno, che si sviluppa al primo spostamento del muro.

Il paramento del muro può essere inclinato ma non spezzato in più parti.

L'effetto delle accelerazioni k_h e k_v viene intrinsecamente considerato nel baricentro del cuneo instabile.

Le spinte Attiva e Passiva si calcolano come:

$$P_{a/p} = \frac{1}{2} \gamma \times h^2 \times (1 - k_v) \times K_{a/p}$$

il coefficiente $K_{a/p}$ viene calcolato utilizzando la formulazione di Mononobe-Okabe proposta nell'ordinanza 3274 e successiva correzione 3316, in cui i simboli usati sono:

ϕ = angolo di attrito interno del terreno.

ψ = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete interessata del muro.

β = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno.

δ = angolo di attrito terreno-muro.

θ = angolo di rotazione addizionale definito come segue.

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Il coefficiente per stati di spinta attiva si divide in due casi:

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \times \sin^2 \psi \times \sin(\psi - \theta - \delta) \times \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \times \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$\beta \leq \phi - \theta :$

$$\beta > \phi - \theta : K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \times \sin^2 \psi \times \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

Il coefficiente per stati di spinta passiva è invece:

$$K_p = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \times \sin^2 \psi \times \sin(\psi + \theta) \times \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi) \times \sin(\phi + \beta - \theta)}{\sin(\psi + \beta) \times \sin(\psi + \theta)}} \right]^2}$$

Nel caso di accelerazione sismica solo orizzontale l'angolo θ è unico e la spinta attiva e passiva risulta univocamente determinata; viceversa le formule forniscono due distinti valori, che corrispondono alla presenza di accelerazione sismica verticale verso l'alto e verso il basso.

6.3 Descrizione del metodo di calcolo della portanza

La capacità portante viene valutata attraverso la formula di Brinch-Hansen, nel caso generale:

$$Q_{lim} = c \times N_c \times s_c \times d_c \times i_c \times b_c \times g_c + q \times N_q \times s_q \times d_q \times i_q \times b_q \times g_q + \frac{1}{2} \gamma \times B \times N_\gamma \times s_\gamma \times d_\gamma \times i_\gamma \times b_\gamma \times g_\gamma$$

Nel caso di terreno eminentemente coesivo ($\varnothing = 0$) tale relazione diventa:

$$Q_{lim} = (2 + \pi) \times c_u \times (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q$$

dove:

γ = peso di volume dello strato di fondazione;

B = larghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico B = Bf - 2e);

L = lunghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico L = Lf - 2e);

c = coesione dello strato di fondazione;

c_u = coesione non drenata dello strato di fondazione;

q = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;

N_y, N_c, N_q = fattori di capacità portante;

s_y, s_c, s_q = fattori di forma della fondazione;

d_y, d_c, d_q = fattori di profondità del piano di posa della fondazione.

i_y, i_c, i_q = fattori di inclinazione del carico;

b_y, b_c, b_q = fattori di inclinazione della base della fondazione;

g_y, g_c, g_q = fattori di inclinazione del piano campagna;

Per la teoria di Brinch-Hansen i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$N_c = (N_q - 1) \times \text{ctg} \phi; \quad N_q = \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \times e^{(\pi \times \text{tg} \phi)}; \quad N_\gamma = 1.5 \times (N_q - 1) \times \text{tg} \phi$$

$$s_c = 1 + \frac{B}{L} \times \frac{N_q}{N_c}; \quad s'_c = 0.2 \times \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + \frac{B}{L} \times \text{tg} \phi; \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \times \frac{B}{L}$$

$$d_c = 1 + 0.4 \times k; \quad d'_c = 0.4 \times k; \quad d_q = 1 + 2 \times k \times \text{tg} \phi \times (1 - \sin \phi)^2; \quad d_\gamma = 1$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}; \quad i'_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{B \times L \times c_a}}; \quad i_q = \left(1 - \frac{0.5 \times H}{V + B \times L \times c_a \times \text{ctg} \phi} \right)^5;$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7 \times H}{V + B \times L \times c_a \times \text{ctg} \phi} \right)^5 \quad (\text{se } \varnothing = 0); \quad i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ) \times H}{V + B \times L \times c_a \times \text{ctg} \phi} \right)^5 \quad (\text{se } \varnothing > 0)$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g_q = (1 - 0.5 \times \text{tg} \beta)^5; \quad g_\gamma = g_q$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b_q = e^{(-2 \times \eta \times \text{tg} \phi)}; \quad b_\gamma = e^{(-2.7 \times \eta \times \text{tg} \phi)}$$

$$k = \frac{D}{B_f} \quad \left(\text{se } \frac{D}{B_f} \leq 1 \right) \quad k = \arctg\left(\frac{D}{B_f}\right) \quad \left(\text{se } \frac{D}{B_f} > 1 \right)$$

dove:

φ = angolo di attrito dello strato di fondazione;

ca = aderenza alla base della fondazione;

α = inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale ($\alpha = 0$ se orizzontale);

β = inclinazione del pendio;

H = componente orizzontale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

V = componente verticale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

D = profondità della fondazione.

* non usare i coeff. si insieme a ii.

7 Distribuzioni di spinte e pressioni

7.1 Coefficienti di spinta

Coefficienti di spinta sul paramento a monte							
Strato	Tratto di calcolo				Combinazione		Coefficiente
N.	Xini	Xfin	Yini	Yfin	Index	Nome	K _a
1	15	15	120	0	1	EQU-1	0.34
2	15	15	0	-30	1	EQU-1	0.37
1	15	15	120	0	2	EQU-2	0.34
2	15	15	0	-30	2	EQU-2	0.37
1	15	15	120	0	3	EQU-3	0.48
2	15	15	0	-30	3	EQU-3	0.52
1	15	15	120	0	4	EQU-4	0.53
2	15	15	0	-30	4	EQU-4	0.56
1	15	15	120	0	5	STR-1	0.27
2	15	15	0	-30	5	STR-1	0.29
1	15	15	120	0	6	STR-2	0.27
2	15	15	0	-30	6	STR-2	0.29
1	15	15	120	0	7	SIS-1	0.3
2	15	15	0	-30	7	SIS-1	0.32
1	15	15	120	0	8	SIS-2	0.3
2	15	15	0	-30	8	SIS-2	0.33
1	15	15	120	0	9	SLE-1	0.27
2	15	15	0	-30	9	SLE-1	0.29

Coefficienti di spinta sul filo mensola a monte							
Strato	Tratto di calcolo				Combinazione		Coefficiente
N.	Xini	Xfin	Yini	Yfin	Index	Nome	K _a
1	15	15	120	0	1	EQU-1	0.34
2	15	15	0	-30	1	EQU-1	0.37
1	15	15	120	0	2	EQU-2	0.34
2	15	15	0	-30	2	EQU-2	0.37
1	15	15	120	0	3	EQU-3	0.48
2	15	15	0	-30	3	EQU-3	0.52
1	15	15	120	0	4	EQU-4	0.53
2	15	15	0	-30	4	EQU-4	0.56
1	15	15	120	0	5	STR-1	0.27
2	15	15	0	-30	5	STR-1	0.29
1	15	15	120	0	6	STR-2	0.27
2	15	15	0	-30	6	STR-2	0.29
1	15	15	120	0	7	SIS-1	0.3
2	15	15	0	-30	7	SIS-1	0.32
1	15	15	120	0	8	SIS-2	0.3
2	15	15	0	-30	8	SIS-2	0.33
1	15	15	120	0	9	SLE-1	0.27
2	15	15	0	-30	9	SLE-1	0.29

Coefficienti di spinta sul filo mensola a valle							
Strato	Tratto di calcolo				Combinazione		Coefficiente
N.	Xini	Xfin	Yini	Yfin	Index	Nome	K _b
1	165	165	0	-30	1	EQU-1	1.78
1	165	165	0	-30	2	EQU-2	1.78

1	165	165	0	-30	3	EQU-3	1.46
1	165	165	0	-30	4	EQU-4	1.33
1	165	165	0	-30	5	STR-1	2.04
1	165	165	0	-30	6	STR-2	2.04
1	165	165	0	-30	7	SIS-1	1.96
1	165	165	0	-30	8	SIS-2	1.96
1	165	165	0	-30	9	SLE-1	2.04

7.2 Pressioni

Le distribuzioni delle pressioni esercitate dai terreni circostanti il muro sono date attraverso un insieme di segmenti generalmente coincidenti i profili laterali dell'intervento murario. Ogni segmento presenta una distribuzione lineare di pressione che può variare vettorialmente da un valore (VX1, VY1) sino ad un valore (VX2, VY2). Le distribuzioni di pressione sono fornite per causa originante (pressione del terreno o pressione dell'acqua) e sommate globalmente.

7.2.1 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-1

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X1	Y1	X2	Y2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2
1	15	145	15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	15	120	15	0	0	0	-0.07	0	0	0	0	0	0	0	-0.07	0
3	15	0	15	-30	-0.08	0	-0.09	0	0	0	0	0	-0.08	0	-0.09	0

7.2.2 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-2

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X1	Y1	X2	Y2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2
1	15	145	15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	15	120	15	0	0	0	-0.09	0	0	0	0	0	0	0	-0.09	0
3	15	0	15	-30	-0.09	0	-0.12	0	0	0	0	0	-0.09	0	-0.12	0

7.2.3 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-3

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X1	Y1	X2	Y2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2
1	15	145	15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	15	120	15	0	0	0	-0.12	0	0	0	0	0	0	0	-0.12	0
3	15	0	15	-30	-0.13	0	-0.16	0	0	0	0	0	-0.13	0	-0.16	0

7.2.4 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-4

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X1	Y1	X2	Y2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2
1	15	145	15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	15	120	15	0	0	0	-0.11	0	0	0	0	0	0	0	-0.11	0
3	15	0	15	-30	-0.11	0	-0.14	0	0	0	0	0	-0.11	0	-0.14	0

7.2.5 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-1

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X1	Y1	X2	Y2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2
1	15	145	15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	15	120	15	0	0	0	-0.06	0	0	0	0	0	0	0	-0.06	0
3	15	0	15	-30	-0.07	0	-0.08	0	0	0	0	0	-0.07	0	-0.08	0

7.2.6 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-2

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X1	Y1	X2	Y2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2
1	15	145	15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	15	120	15	0	0	0	-0.08	0	0	0	0	0	0	0	-0.08	0
3	15	0	15	-30	-0.09	0	-0.11	0	0	0	0	0	-0.09	0	-0.11	0

7.2.7 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-1

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X1	Y1	X2	Y2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2
1	15	145	15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	15	120	15	0	0	0	-0.07	0	0	0	0	0	0	0	-0.07	0
3	15	0	15	-30	-0.08	0	-0.09	0	0	0	0	0	-0.08	0	-0.09	0

7.2.8 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-2

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X1	Y1	X2	Y2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2
1	15	145	15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	15	120	15	0	0	0	-0.07	0	0	0	0	0	0	0	-0.07	0
3	15	0	15	-30	-0.07	0	-0.09	0	0	0	0	0	-0.07	0	-0.09	0

7.2.9 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-1

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X1	Y1	X2	Y2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2	Vx1	Vy1	Vx2	Vy2
1	15	145	15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	15	120	15	0	0	0	-0.06	0	0	0	0	0	0	0	-0.06	0
3	15	0	15	-30	-0.07	0	-0.08	0	0	0	0	0	-0.07	0	-0.08	0

8 Risultante delle azioni agenti sul muro

Vengono riportate le combinazioni di calcolo ed il riepilogo delle azioni risultanti agenti sul muro per le verifiche geotecniche.

8.1 Combinazioni di calcolo

La seguente tabella mostra i coefficienti moltiplicatori delle azioni utilizzati nelle combinazioni ed i relativi gruppi di coefficienti di sicurezza parziale, definiti nella normativa.

Per i gruppi An l'indice n fa riferimento alle tabelle delle azioni, dove A1, A2 e A3 indicano rispettivamente il gruppo STR, il gruppo GEO ed il gruppo EQU della tabella 6.2.I (paragrafo 6.2.3.1.1), A4 indica il gruppo UPL (Sollevamento) della tabella 6.2.III (paragrafo 6.2.3.2), A5 indica il gruppo HYD (Sifonamento) della tabella 6.2.IV (paragrafo 6.2.3.3).

Per il gruppo Mn l'indice n fa riferimento alla tabella 6.2.II (par.6.2.3.1.2).

Per il gruppo Rn l'indice n fa riferimento alle tabelle 6.4.I (par.6.4.2.1) e 6.4.II (par.6.4.3.1).

Con l'indice stampato n uguale a 0 (A0, M0 e R0), si intendono le situazioni in cui non sono definiti dei gruppi specifici da parte della normativa (cfr. par.7.11.1) ed i coefficienti moltiplicatori sono da intendersi implicitamente unitari.

Famiglia	A	M	R	Indice	Nome	Perm.	Variabili	Sisma H	Sisma V
EQU	A3	M2	R0	1	EQU-1	0.9	0	0	0
EQU	A3	M2	R0	2	EQU-2	1.1	0	0	0
EQU	A0	M2	R0	3	EQU-3	1	0	1	1
EQU	A0	M2	R0	4	EQU-4	1	0	1	-1
STR	A1	M1	R3	1	STR-1	1	0	0	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".

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Modifica tecnica V.S. 28, V.S. 28A, V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E_rev 1

STR	A1	M1	R3	2	STR-2	1.3	0	0	0
SIS	A0	M1	R3	1	SIS-1	1	0	1	1
SIS	A0	M1	R3	2	SIS-2	1	0	1	-1
SLE	A0	M0	R0	1	SLE-1	1	0	0	0

8.1.1 Combinazione di carico EQU-1

Descrizione	xp	yp	Fx	Fy
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-42	24	0	-21.94
Spinta del terreno a monte	0	19	-6.78	0
Spinta del terreno a valle	0	-17	4.6	0

8.1.2 Combinazione di carico EQU-2

Descrizione	xp	yp	Fx	Fy
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-42	24	0	-26.81
Spinta del terreno a monte	0	19	-8.29	0
Spinta del terreno a valle	0	-17	4.91	0

8.1.3 Combinazione di carico EQU-3

Descrizione	xp	yp	Fx	Fy
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-42	24	0	-24.38
Spinta del terreno a monte	0	19	-11.75	0
Spinta del terreno a valle	0	-16	4.31	0
Forza di inerzia dovuta al muro	-42	24	-5.35	-2.68

8.1.4 Combinazione di carico EQU-4

Descrizione	xp	yp	Fx	Fy
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-42	24	0	-24.38
Spinta del terreno a monte	0	19	-10.3	0
Spinta del terreno a valle	0	-16	3.82	0
Forza di inerzia dovuta al muro	-42	24	-5.35	2.68

8.1.5 Combinazione di carico STR-1

Descrizione	xp	yp	Fx	Fy
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-42	24	0	-24.38
Spinta del terreno a monte	0	19	-5.98	0
Spinta del terreno a valle	0	-16	6.07	0

8.1.6 Combinazione di carico STR-2

Descrizione	xp	yp	Fx	Fy
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-42	24	0	-31.69

Spinta del terreno a monte	0	19	-7.77	0
Spinta del terreno a valle	0	-17	6.61	0

8.1.7 Combinazione di carico SIS-1

Descrizione	xp	yp	Fx	Fy
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-42	24	0	-24.38
Spinta del terreno a monte	0	19	-6.76	0
Spinta del terreno a valle	0	-16	5.97	0
Forza di inerzia dovuta al muro	-42	24	-1.28	-0.64

8.1.8 Combinazione di carico SIS-2

Descrizione	xp	yp	Fx	Fy
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-42	24	0	-24.38
Spinta del terreno a monte	0	19	-6.44	0
Spinta del terreno a valle	0	-16	5.87	0
Forza di inerzia dovuta al muro	-42	24	-1.28	0.64

9 Verifiche di stabilità locale

9.1 Tensioni trasmesse sul terreno

Moltiplicatore spinta passiva per equilibrio	: 1
Pressione limite sul terreno per abbassamento	: 2 daN/cm ²
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	: 24.8 cm (comb. STR-1)
Momento rispetto al baricentro della fondazione	: -489 daN cm (comb. SIS-2)
Larghezza reagente minima in fondazione	: 180 cm (comb. STR-1)
Tensione max sul terreno allo spigolo di valle	: 0.04 daN/cm ² (comb. SIS-1)
Tensione max sul terreno allo spigolo di monte	: 0.32 daN/cm ² (comb. STR-2)

9.2 Verifica allo scorrimento (traslazione del muro)

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: SIS-1	
Verifica condotta in condizioni drenate (a lungo termine)	
Moltiplicatore spinta passiva per traslazione	: 0
Coefficiente di attrito caratteristico terreno-fondazione	: 0.36
Coefficiente di attrito di progetto terreno-fondazione	: 0.36
Adesione di progetto terreno-fondazione	: 0.035 daN/cm ²
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	: 25 daN
Sforzo tangenziale positivo all'intradosso della fondazione	: 0 daN
Sforzo tangenziale negativo all'intradosso della fondazione	: 8 daN
Coefficiente limite verifica alla traslazione	: 1
Coefficiente di sicurezza alla traslazione	: 1.74

9.3 Verifica a ribaltamento (come equilibrio del corpo rigido)

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: EQU-4	
Moltiplicatore spinta passiva per ribaltamento	: 0
Momento ribaltante rispetto allo spigolo di valle	: 1128 daN cm
Momento stabilizzante rispetto a spigolo di valle	: -3009 daN cm
Coefficiente limite verifica al ribaltamento	: 1
Coefficiente di sicurezza al ribaltamento	: 2.67

9.4 Verifica di capacità portante del suolo

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: STR-2
 Verifica condotta in condizioni drenate (a lungo termine)
 Moltiplicatore spinta passiva per portanza terreno : 0
 Inclinazione media del pendio circostante la fondazione : 0°
 Profondità del piano di posa : 30 cm
 Sovraccarico agente sul piano di posa : 0.076 daN/cm²
 Coesione di progetto del suolo di fondazione : 0.05 daN/cm²
 Angolo di attrito di progetto del suolo di fondazione : 20°
 Peso specifico di progetto del suolo di fondazione : 0.00254 daN/cm³
 Inclinazione della risultante rispetto alla normale : 13.8°
 Base efficace : 137 cm
 Carico tangenziale al piano di posa : 7.8 daN/cm
 Carico di progetto della fondazione (normale al P.P.) : 31.7 daN/cm
 Carico ultimo della fondazione : 143.1 daN/cm
 Lunghezza Fondazione per verifica carico limite : 1000 cm
 Coefficiente limite verifica al carico limite : 1
 Coefficiente di sicurezza al carico limite : 3.23

Tabella dei coefficienti di capacità portante

Coefficienti	Coesione	Sovraccarico	Attrito
Coefficienti di capacità portante	Nc= 15	Nq= 6	Ng= 3
Coefficienti di forma	sc= 1	sq= 1	sg= 1
Coefficienti di profondità	dc= 1.07	dq= 1.05	dg= 1
Coefficienti di inclinazione del carico	ic= 0.57	iq= 0.64	ig= 0.52
Coefficienti di inclinazione del piano di posa della fondazione	bc= 1	bq= 1	bg= 1
Coefficienti di inclinazione del pendio	gc= 1	gq= 1	gg= 1

10 Verifica di stabilità globale dell'opera sul pendio

Metodo di analisi di stabilità del pendio : Bishop
 Passo dei conci : 100 cm
 Coefficiente di stabilità globale pendio : 0
 Coefficiente limite suggerito dalla normativa : 1.1
 X centro della superficie critica : -14 cm
 Y centro della superficie critica : 5142 cm
 Raggio della superficie critica : 5175 cm
 Forza di bilancio : -1.92 daN/cm
 Volume spostato dalla superficie critica : 50.41 m³/m
 Peso spostato dalla superficie critica : 101066 daN/m

11 Parametri per dimensionamento armatura

Metodo di calcolo: D.M. 14-01-2008 Norme Tecniche per le Costruzioni

Rck (resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo) : 370 daN/cm²
 Modulo elastico longitudinale Ec : 330194 daN/cm²
 Rapporto Ea/Ec per calcolo tensioni in esercizio : 15
 Rapporto Ea/Ec per calcolo ampiezza fessure : 7
 Fyk (tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio): 4400 daN/cm²
 Fattore parziale di sicurezza dell'acciaio : 1.15
 Fattore parziale di sicurezza del calcestruzzo : 1.5

Coefficiente Beta2 per calcolo ampiezza fessure : 0.5
Riduzione della tau di aderenza per cattiva aderenza : 0.7
fct,eff/fctm per calcolo ampiezza fessure : 1.2
Limite sigmac/fck : 0.45
Limite sigmaf/fyk : 0.7
Ampiezza limite delle fessure : 0.1 mm
Coefficiente Beta per punzonamento pali sul bordo : 1.4
Coefficiente Beta per punzonamento pali interni : 1.15

12 Sollecitazioni e verifiche strutturali

Tutte le verifiche sono riferite su sezioni di profondità nominale di un metro.

Significato dei simboli:

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

As: area efficace dello strato superiore per metro

Cs: copriferro medio dello strato superiore

Ai: area efficace dello strato inferiore per metro

Ci: copriferro medio dello strato inferiore

vml: soddisfacimento delle percentuali minime di armatura

cres: combinazione di carico critica per la verifica di resistenza in pressoflessione retta

Md: momento di calcolo

Nd: sforzo normale di calcolo

Mu: momento ultimo

Nu: sforzo normale ultimo

c.s.: coefficiente di sicurezza

vres: soddisfacimento della resistenza alla pressoflessione retta

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

ces: combinazione di carico critica delle tensioni in esercizio in pressoflessione retta

Me: momento in esercizio

Ne: sforzo normale in esercizio

σ_f: trazione massima sull'armatura

σ_c: compressione massima sul calcestruzzo

ves: soddisfacimento tensioni ammissibili a pressoflessione retta

cf: combinazione di carico critica per la verifica di fessurazione

Mf: momento di calcolo per la verifica di fessurazione

Nf: sforzo normale di calcolo per la verifica di fessurazione

S_{rm}: interasse delle fessure

W_k: ampiezza caratteristica delle fessure

vf: soddisfacimento verifica fessurazione

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

ct: combinazione di carico critica per la verifica a taglio

V_{Sd}: taglio di calcolo

V_{Rdc}: taglio resistente in assenza di armatura a taglio

V_{Rdmax}: taglio resistente massimo dell'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse

V_{Rds}: taglio resistente in presenza di armatura a taglio

vt: soddisfacimento verifica taglio

Paramento (sezioni longitudinali attraversate da barre trasversali)

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".

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Modifica tecnica V.S. 28, V.S. 28A, V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E_rev 1

X	Y	H	As	Cs	Ai	Ci	vm	cres	Md	Nd	Mu	Nu	c.s.	vr	es
cm	cm	cm	cm2	cm	cm2	cm			daN cm	daN		daN cm			
0	0	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	SIS-1	20980	-1116	1416580	-75362	67.5	ok	
0	25	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	SIS-1	11194	-924	2241575	-184975	200	ok	
0	55	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	SIS-1	4275	-693	2108748	-341754	493	ok	
0	85	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	STR-2	478	-585	435977	-533232	912	ok	
0	115	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	STR-2	1	-293	2694	-565162	>999	ok	

X	Y	H	ces	Me	Ne	∑f	∑c	ve	cf	Mf	Nf	Srm	Wk	vf
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm2	daN/cm2			daN cm	daN	cm	mm	
0	0	30	SLE-1	14829	-1088	27	-2	ok	SLE-1	14829	-1088	-	-	ok
0	25	30	SLE-1	7357	-900	2	-1	ok	SLE-1	7357	-900	-	-	ok
0	55	30	SLE-1	2357	-675	0	0	ok	SLE-1	2357	-675	-	-	ok
0	85	30	SLE-1	368	-450	0	0	ok	SLE-1	368	-450	-	-	ok
0	115	30	SLE-1	1	-225	0	0	ok	SLE-1	1	-225	-	-	ok

X	Y	H	ct	VSd	VRdc	VRdma	VRds	vt
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
0	0	30	STR-2	-482	12953	-	-	ok
0	25	30	SIS-1	-311	12891	-	-	ok
0	55	30	SIS-1	-159	12862	-	-	ok
0	85	30	SIS-1	-59	12833	-	-	ok
0	115	30	SIS-1	-13	12803	-	-	ok

Mensola di fondazione a valle (mensola sinistra) (sezioni longitudinali attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	As	Cs	Ai	Ci	vm	cres	Md	Nd	Mu	Nu	c.s.	vr	es
cm	cm	cm	cm2	cm	cm2	cm			daN cm	daN		daN cm			
-135	-15	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	STR-2	-3317	-661	-	-380143	575	ok	
-105	-15	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	STR-2	-6934	-661	-	-226240	342	ok	
-75	-15	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	STR-2	-7749	-661	-	-194610	294	ok	
-45	-15	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	SIS-1	5461	-550	2377551	-239411	435	ok	
-15	-15	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	SIS-1	20989	-538	822028	-21073	39.2	ok	

X	Y	H	ces	Me	Ne	∑f	∑c	ve	cf	Mf	Nf	Srm	Wk	vf
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm2	daN/cm2			daN cm	daN	cm	mm	
-135	-15	30	SLE-1	-2661	-607	0	0	ok	SLE-1	-2661	-607	-	-	ok
-105	-15	30	SLE-1	-5719	-607	3	-1	ok	SLE-1	-5719	-607	-	-	ok
-75	-15	30	SLE-1	-6702	-607	7	-1	ok	SLE-1	-6702	-607	-	-	ok
-45	-15	30	SLE-1	-2248	-607	0	0	ok	SLE-1	-2248	-607	-	-	ok
-15	-15	30	SLE-1	11007	-607	32	-1	ok	SLE-1	11007	-607	-	-	ok

X	Y	H	ct	VSd	VRdc	VRdma	VRds	vt
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
-135	-15	30	STR-2	-482	12953	-	-	ok
-105	-15	30	SIS-1	-311	12891	-	-	ok
-75	-15	30	SIS-1	-159	12862	-	-	ok
-45	-15	30	SIS-1	-59	12833	-	-	ok
-15	-15	30	SIS-1	-13	12803	-	-	ok

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".

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Modifica tecnica V.S. 28, V.S. 28A, V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E_rev 1

cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
-135	-15	30	STR-2	-120	12858	-	-	ok
-105	-15	30	STR-2	-98	12858	-	-	ok
-75	-15	30	SIS-1	127	12845	-	-	ok
-45	-15	30	STR-2	374	12858	-	-	ok
-15	-15	30	STR-2	823	12858	-	-	ok

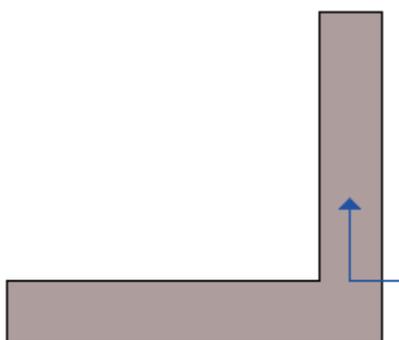
5.2 Fascicolo di calcolo muro in destra

3 Geometria del muro

La descrizione della geometria del muro si avvale di una duplice rappresentazione, una schematica, tramite la sezione trasversale, e l'altra in forma analitica tramite le dimensioni principali degli elementi costituenti.

3.1 Sistema di riferimento

Nella seguente rappresentazione schematica viene rappresentata la posizione e l'orientamento del sistema di riferimento rispetto ai vertici principali della sagoma del muro.



Sistema di riferimento adottato per le coordinate:

Ascisse X (esprese in centimetri) positive verso destra

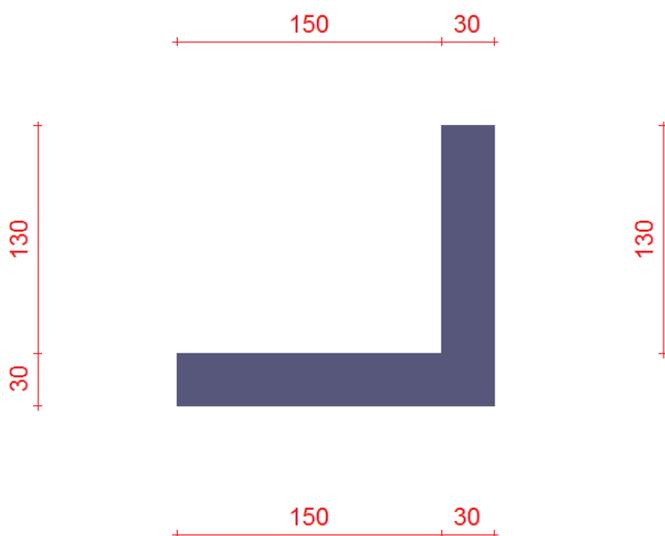
Ordinate Y (esprese in centimetri) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da sinistra verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dal basso verso l'alto

Tutti i valori in output sono riferiti ad 1 centimetro di muro.

3.2 Rappresentazione geometrica, sezione trasversale



3.3 Rappresentazione analitica

Il muro viene convenzionalmente suddiviso in blocchi principali ed eventuali accessori.

Ingombro globale

Larghezza totale del muro	: 180 cm
Altezza totale del muro	: 160 cm
Peso specifico del muro	: 2500 daN/m ³
Peso specifico delle falde	: 1000 daN/m ³

Paramento

Base inf.	: 30 cm
Base sup.	: 30 cm
Altezza	: 130 cm
Disassamento	: 0 cm

Mensola sinistra in fondazione

Larghezza	: 150 cm
Alt.interna	: 30 cm
Alt.esterna	: 30 cm
Disassamento	: 0 cm

Zoccolo centrale in fondazione

Larghezza	: 30 cm
Altezza a sx	: 30 cm
Altezza a dx	: 30 cm
Sfalsamento	: 0 cm

4 Caratteristiche dei terreni

Significato dei simboli e unità di misura:

Gsat: Peso specifico saturo del terreno, utilizzato nelle zone immerse (daN/m³)

Gnat: Peso specifico naturale del terreno, utilizzato nelle zone non immerse (daN/m³)

Fi: Angolo di attrito interno del terreno (deg)

C': Coesione drenata del terreno (daN/cm²)

Cnd: Coesione non drenata del terreno (daN/cm²)

Delta: Angolo di attrito all'interfaccia terreno/paramento (deg)

AI: Adesione della coesione all'interfaccia terreno/cls (-)

OCR: Coefficiente di sovraconsolidazione del terreno (-)

Ko: Coefficiente di spinta a riposo del terreno (-)

E: Modulo elastico longitudinale del terreno (daN/cm²)

G: Modulo elastico tangenziale del terreno (daN/cm²)

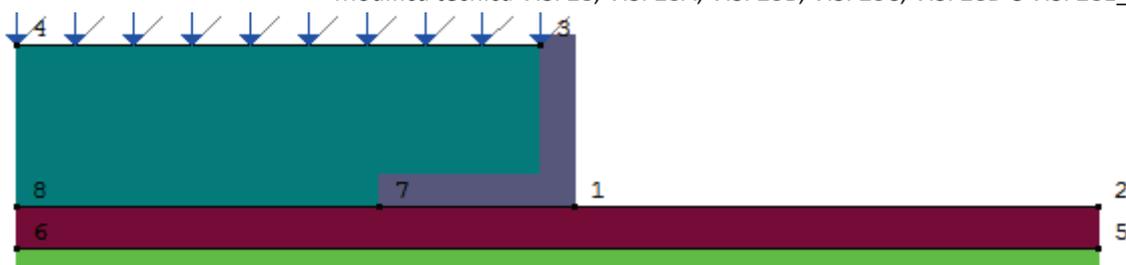
Perm: Permeabilità del terreno (cm/sec)

N	Denominazione	Gsat	Gnat	Fi	C'	Cnd	Delta	AI	OCR	Ko	E	G	Perm
1	Bonifica	1900	1900	33,00	0,000	0,000	0,00	0,00	1,00	0,46	500	200	3,30E-01
2	Rilevato	1900	1900	35,00	0,000	0,000	0,00	0,00	1,00	0,43	500	200	3,30E-01
3	Terreno in sito	2150	1950	22,00	0,000	0,000	0,00	0,70	1,00	0,63	40	15	1,00E-05

5 Geometria degli strati

Vengono mostrate in forma tabellare le sequenze di punti che costituiscono le poligonali di separazione degli strati di terreno.

Modifica tecnica V.S. 28, V.S. 28A, V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E_rev 1



Strato n.1, materiale sottostante: Bonifica

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	1	15	-30
2	2	500	-30

Strato n.2, materiale sottostante: Rilevato

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	4	-500	120
2	3	-15	120

Strato n.3, materiale sottostante: Terreno in sito

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	6	-500	-70
2	5	500	-70

Strato n.4, materiale sottostante: Bonifica

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	8	-500	-30
2	7	-165	-30

Strato n.5, materiale sottostante: Bonifica

Stratigrafia adattata al profilo del muro.

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	7	-165	-30
2	-	-15	-30
3	1	15	-30

6 Geometria dei carichi

Le coordinate e le componenti dei carichi stampate in questo paragrafo sono riferite al sistema di riferimento relativo alla sezione trasversale, dove gli assi X e Y locali coincidono rispettivamente con gli assi X e Z globali. L'asse Y globale si sviluppa nella profondità del muro. Tutte le tipologie di carico, esclusa quella puntuale, hanno componenti e coordinate diverse da zero solo lungo gli assi locali X e Y. Nel caso di carichi puntuali viene indicata anche la posizione in profondità (P), riferita rispetto alla sezione trasversale iniziale dell'intervento e quindi lungo l'asse Y globale.

6.1 Carichi uniformi

Comp.permanente di carico uniforme a monte : 0 daN/cm²

Comp.variabile di carico uniforme a monte : -0.2 daN/cm²

7 Metodi di calcolo delle azioni e delle verifiche

Metodo di calcolo della spinta del terreno : Mononobe-Okabe
Metodo di calcolo della portanza del terreno : Brinch-Hansen
Normativa adottata per le verifiche locali : D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni

Normativa adottata per il sisma: D.M. 14/01/2008 Norme tecniche per le costruzioni NTC 2008.

Localizzazione dell'opera: Padova, via della Pieve 19

Vita nominale dell'opera (Tab. 2.4.I): 50 anni

Classe d'uso (Tab. 2.4.II): 2

Parametri sismici calcolati per lo stato limite : SLV

Accelerazione relativa Ag/g massima attesa al suolo: 0.183 g

Categoria del suolo di fondazione: B

Coefficiente di amplificazione stratigrafica: 1.2

Coefficiente di amplificazione topografica: 1

Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima per il sito (Beta s): 0.24

Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima per muri (Beta m): 0.24

Punto di applicazione della forza dinamica: stesso punto di quella statica

Effetto della componente verticale di accelerazione sismica incluso.

7.1 Descrizione della normativa sismica

In zona sismica per l'opera di sostegno viene condotta una analisi pseudostatica secondo quanto previsto dalla normativa vigente (NTC 2008 D.M. del 14/01/2008, paragrafo 7.11.6).

Nell'analisi pseudostatica, l'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, pari al prodotto delle forze di gravità moltiplicate per un coefficiente sismico.

I coefficienti sismici orizzontali e verticali, applicati a tutte le masse potenzialmente instabili, sono calcolati rispettivamente come:

$$k_h = \beta_m \times (a_{max}/g)$$

$$k_v = \pm 0.5 \times k_h$$

$$a_{max} = S_s \times S_T \times a_g$$

Dove: β_m è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g è l'accelerazione di gravità;

S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, in funzione dei terreni del sito;

S_T è il coefficiente di amplificazione topografica, in funzione della forma del pendio;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di β_m sono riportati nella normativa in Tab. 7.11.II, in funzione della categoria di sottosuolo e della accelerazione orizzontale massima a_g .

Il coefficiente S_s di amplificazione stratigrafica è funzione dei terreni del sito ed ha valore unitario sul terreno di riferimento; i valori minimi e massimi di S_s sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.V.

Il coefficiente S_T di amplificazione topografica è maggiore di 1 per strutture su pendii con inclinazione maggiore di 15° e dislivello superiore a 30m, mentre è unitario negli altri casi; i valori massimi di S_T sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.VI, in funzione della categoria topografica della superficie.

I coefficienti sismici sopra definiti sono considerati costanti lungo l'altezza del muro.

L'incremento di spinta dovuto al sisma può venire assunto agente nello stesso punto di quella statica, nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, oppure a metà altezza dell'opera, negli altri casi.

La spinta totale di progetto E_d agente sull'opera di sostegno è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \times \gamma \times (1 \pm k_v) \times K \times h^2 + E_{ws}$$

dove: γ è il peso specifico del terreno;

K è il coefficiente di spinta del terreno;

h è l'altezza del muro;

E_{ws} è la spinta idrostatica;

Il coefficiente di spinta del terreno viene calcolato come nel caso statico ma con le seguenti modifiche*:

- nel caso di terreno sotto falda, applicando una rotazione al profilo del muro e degli strati di terreno, secondo le espressioni

$$\tan \theta_A = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_w} \times \frac{k_h}{1 + k_v} \quad \text{e} \quad \tan \theta_B = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_w} \times \frac{k_h}{1 - k_v}$$

dove: γ è il peso specifico del terreno saturo;

γ_w è il peso specifico dell'acqua;

- nel caso di terreno sopra falda, applicando una rotazione al profilo del muro e degli strati di terreno, secondo le espressioni

$$\tan \theta_A = \frac{k_h}{1 + k_v} \quad \text{e} \quad \tan \theta_B = \frac{k_h}{1 - k_v}$$

*eccetto il metodo di Mononobe-Okabe, che include il sisma in modo nativo nella formulazione.

L'acqua interstiziale viene considerata non libera all'interno dello scheletro solido del terreno, trattando quindi quest'ultimo come un mezzo monofase. In presenza di acqua libera sulla faccia del muro viene aggiunta la sovrappressione (considerata agente nel caso peggiore, cioè da monte verso valle) dovuta all'effetto idrodinamico, secondo la relazione:

$$q(z) = \frac{7}{8} \times k_h \times \gamma_w \times \sqrt{h \times z}$$

dove: h è l'altezza totale della zona interessata dall'acqua libera;

z è la distanza dal pelo libero dell'acqua;

Stabilità globale

In presenza di sisma viene condotta una analisi pseudo-statica secondo NTC 2008, paragrafo 7.11.3.5, secondo cui l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, proporzionale al peso del volume di terreno instabile ed ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \times (a_{max}/g)$$

$$k_v = \pm 0.5 \times k_h$$

$$a_{max} = S_s \times S_T \times a_g$$

Dove: β_s è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito, in funzione della zona sismica;

g è l'accelerazione di gravità;

S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, in funzione dei terreni del sito;

S_T è il coefficiente di amplificazione topografica, in funzione della forma del pendio;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di β_s sono riportati nella normativa in Tab. 7.11.I, in funzione della categoria di sottosuolo e della accelerazione orizzontale massima a_g .

Il coefficiente S_s di amplificazione stratigrafica è funzione dei terreni del sito ed ha valore unitario sul terreno di riferimento; i valori minimi e massimi di S_s sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.V.

Il coefficiente S_T di amplificazione topografica è maggiore di 1 per strutture su pendii con inclinazione maggiore di 15° e dislivello superiore a 30m, mentre è unitario negli altri casi; i valori massimi di S_T sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.VI, in funzione della categoria topografica della superficie.

Il calcolo viene condotto nelle combinazioni stabilite dall'utente, con i coefficienti parziali sulle azioni, sui materiali e resistenze indicati; di default vengono create combinazioni per il caso statico e sismico.

Il margine di sicurezza alla stabilità del pendio ottenuto deve essere valutato e motivato dal progettista.

7.2 Descrizione del metodo di calcolo delle spinte

La teoria di Mononobe-Okabe fa uso del *metodo dell'equilibrio limite* e può essere considerata una estensione del metodo di Coulomb, in cui alle usuali spinte al contorno del cuneo instabile di terreno vengono sommate anche le azioni inerziali orizzontali e verticali dovute all'accelerazione delle masse.

Le ipotesi che stanno alla base del metodo sono quindi:

Terreno isotropo, omogeneo e dotato di attrito e/o coesione.

Terreno che, a causa degli spostamenti del muro, si trova in uno stato di equilibrio plastico.

Superficie di rottura piana.

Superficie superiore del cuneo anche inclinata ma di forma piana.

La resistenza per attrito e per coesione si sviluppa uniformemente lungo la superficie di rottura.

Può esistere attrito tra paramento del muro e terreno, che si sviluppa al primo spostamento del muro.

Il paramento del muro può essere inclinato ma non spezzato in più parti.

L'effetto delle accelerazioni k_h e k_v viene intrinsecamente considerato nel baricentro del cuneo instabile.

Le spinte Attiva e Passiva si calcolano come:

$$P_{a/p} = \frac{1}{2} \gamma h^2 (1 - k_v) K_{a/p}$$

il coefficiente $K_{a/p}$ viene calcolato utilizzando la formulazione di Mononobe-Okabe proposta nell'ordinanza 3274 e successiva correzione 3316, in cui i simboli usati sono:

ϕ = angolo di attrito interno del terreno.

ψ = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete interessata del muro.

β = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno.

δ = angolo di attrito terreno-muro.

θ = angolo di rotazione addizionale definito come segue.

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Il coefficiente per stati di spinta attiva si divide in due casi:

$$\beta \leq \phi - \theta: \quad K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta: \quad K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

Il coefficiente per stati di spinta passiva è invece:

$$K_p = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi + \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi) \sin(\phi + \beta - \theta)}{\sin(\psi + \beta) \sin(\psi + \theta)}} \right]^2}$$

Nel caso di accelerazione sismica solo orizzontale l'angolo θ è unico e la spinta attiva e passiva risulta univocamente determinata; viceversa le formule forniscono due distinti valori, che corrispondono alla presenza di accelerazione sismica verticale verso l'alto e verso il basso.

7.3 Descrizione del metodo di calcolo della portanza

La capacità portante viene valutata attraverso la formula di Brinch-Hansen, nel caso generale:

$$Q_{lim} = c \times N_c \times s_c \times d_c \times i_c \times b_c \times g_c + q \times N_q \times s_q \times d_q \times i_q \times b_q \times g_q + \frac{1}{2} \gamma \times B \times N_\gamma \times s_\gamma \times d_\gamma \times i_\gamma \times b_\gamma \times g_\gamma$$

Nel caso di terreno eminentemente coesivo ($\phi = 0$) tale relazione diventa:

$$Q_{lim} = (2 + \pi) \times c_u \times (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q$$

dove:

γ = peso di volume dello strato di fondazione;

B = larghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico $B = B_f - 2e$);

L = lunghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico $L = L_f - 2e$);

c = coesione dello strato di fondazione;

c_u = coesione non drenata dello strato di fondazione;
 q = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;
 N_γ, N_c, N_q = fattori di capacità portante;
 s_γ, s_c, s_q = fattori di forma della fondazione;
 d_γ, d_c, d_q = fattori di profondità del piano di posa della fondazione.
 i_γ, i_c, i_q = fattori di inclinazione del carico;
 b_γ, b_c, b_q = fattori di inclinazione della base della fondazione;
 g_γ, g_c, g_q = fattori di inclinazione del piano campagna;

Per la teoria di Brinch-Hansen i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$N_c = (N_q - 1) \times \text{ctg} \phi; \quad N_q = \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \times e^{(\pi \times g \phi)}; \quad N_\gamma = 1.5 \times (N_q - 1) \times g \phi$$

$$s_c = 1 + \frac{B}{L} \times \frac{N_q}{N_c}; \quad s'_c = 0.2 \times \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + \frac{B}{L} \times g \phi; \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \times \frac{B}{L}$$

$$d_c = 1 + 0.4 \times k; \quad d'_c = 0.4 \times k; \quad d_q = 1 + 2 \times k \times g \phi \times (1 - \sin \phi)^2; \quad d_\gamma = 1$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}; \quad i'_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{B \times L \times c_a}}; \quad i_q = \left(1 - \frac{0.5 \times H}{V + B \times L \times c_a \times \text{ctg} \phi} \right)^5;$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7 \times H}{V + B \times L \times c_a \times \text{ctg} \phi} \right)^5 \quad (\text{se } \eta = 0); \quad i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ) \times H}{V + B \times L \times c_a \times \text{ctg} \phi} \right)^5 \quad (\text{se } \eta > 0)$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g_q = (1 - 0.5 \times g \beta)^5; \quad g_\gamma = g_q$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b_q = e^{(-2.7 \eta \times g \phi)}; \quad b_\gamma = e^{(-2.7 \eta \times g \phi)}$$

dove: $k = \frac{D}{B_f}$ (se $\frac{D}{B_f} \leq 1$); $k = \arctg \left(\frac{D}{B_f} \right)$ (se $\frac{D}{B_f} > 1$)

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

ϕ = angolo di attrito dello strato di fondazione;
 c_a = aderenza alla base della fondazione;
 η = inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale ($\eta = 0$ se orizzontale);
 β = inclinazione del pendio;
 H = componente orizzontale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;
 V = componente verticale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;
 D = profondità della fondazione.

* non usare i coeff. s_i insieme a i_i .

8 Distribuzioni di spinte e pressioni

8.1 Coefficienti di spinta

Coefficienti di spinta sul paramento a monte							
Strato	Tratto di calcolo				Combinazione		Coefficiente
N.	Xini	Xfin	Yini	Yfin	Index	Nome	K_a
1	15	15	120	0	1	EQU-1	0.34
1	15	15	120	0	2	EQU-2	0.34
1	15	15	120	0	3	EQU-3	0.48

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".

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Modifica tecnica V.S. 28, V.S. 28A, V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E_rev 1

1	15	15	120	0	4	EQU-4	0.53
1	15	15	120	0	5	STR-1	0.27
1	15	15	120	0	6	STR-2	0.27
1	15	15	120	0	7	STR-3	0.27
1	15	15	120	0	8	STR-4	0.27
1	15	15	120	0	9	SIS-1	0.3
1	15	15	120	0	10	SIS-2	0.3
1	15	15	120	0	11	SLE-1	0.27
1	15	15	120	0	12	SLE-2	0.27

Coefficients di spinta sul filo mensola a monte							
Strato	Tratto di calcolo				Combinazione		Coefficiente
N.	Xini	Xfin	Yini	Yfin	Index	Nome	K _a
1	165	165	120	-30	1	EQU-1	0.34
1	165	165	120	-30	2	EQU-2	0.34
1	165	165	120	-30	3	EQU-3	0.48
1	165	165	120	-30	4	EQU-4	0.53
1	165	165	120	-30	5	STR-1	0.27
1	165	165	120	-30	6	STR-2	0.27
1	165	165	120	-30	7	STR-3	0.27
1	165	165	120	-30	8	STR-4	0.27
1	165	165	120	-30	9	SIS-1	0.3
1	165	165	120	-30	10	SIS-2	0.3
1	165	165	120	-30	11	SLE-1	0.27
1	165	165	120	-30	12	SLE-2	0.27

8.2 Pressioni

Le distribuzioni delle pressioni esercitate dai terreni circostanti il muro sono date attraverso un insieme di segmenti generalmente coincidenti i profili laterali dell'intervento murario. Ogni segmento presenta una distribuzione lineare di pressione che può variare vettorialmente da un valore (VX1, VY1) sino ad un valore (VX2, VY2). Le distribuzioni di pressione sono fornite per causa originante (pressione del terreno o pressione dell'acqua) e sommate globalmente.



8.2.1 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-1

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	-15	130	-15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-15	120	-15	0	-0.1	0	-0.17	0	0	0	0	0	-0.1	0	-0.17	0

8.2.2 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-2

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	-15	130	-15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-15	120	-15	0	-0.1	0	-0.19	0	0	0	0	0	-0.1	0	-0.19	0

8.2.3 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-3

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	-15	130	-15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-15	120	-15	0	0	0	-0.12	0	0	0	0	0	0	0	-0.12	0

8.2.4 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-4

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	-15	130	-15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-15	120	-15	0	0	0	-0.11	0	0	0	0	0	0	0	-0.11	0

8.2.5 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-1

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	-15	130	-15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-15	120	-15	0	0	0	-0.06	0	0	0	0	0	0	0	-0.06	0

8.2.6 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-2

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	-15	130	-15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-15	120	-15	0	-0.08	0	-0.14	0	0	0	0	0	-0.08	0	-0.14	0

8.2.7 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-3

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	-15	130	-15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-15	120	-15	0	0	0	-0.08	0	0	0	0	0	0	0	-0.08	0

8.2.8 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-4

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	-15	130	-15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-15	120	-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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".

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Modifica tecnica V.S. 28, V.S. 28A, V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E_rev 1

1	-15	130	-15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-15	120	-15	0	-0.08	0	-0.16	0	0	0	0	0	-0.08	0	-0.16	0

8.2.9 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-1

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	-15	130	-15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-15	120	-15	0	0	0	-0.07	0	0	0	0	0	0	0	-0.07	0

8.2.10 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-2

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	-15	130	-15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-15	120	-15	0	0	0	-0.07	0	0	0	0	0	0	0	-0.07	0

8.2.11 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-1

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	-15	130	-15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-15	120	-15	0	0	0	-0.06	0	0	0	0	0	0	0	-0.06	0

8.2.12 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-2

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	-15	130	-15	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-15	120	-15	0	-0.05	0	-0.12	0	0	0	0	0	-0.05	0	-0.12	0

9 Risultante delle azioni agenti sul muro

Vengono riportate le combinazioni di calcolo ed il riepilogo delle azioni risultanti agenti sul muro per le verifiche geotecniche.

9.1 Combinazioni di calcolo

La seguente tabella mostra i coefficienti moltiplicatori delle azioni utilizzati nelle combinazioni ed i relativi gruppi di coefficienti di sicurezza parziale, definiti nella normativa.

Per i gruppi An l'indice n fa riferimento alle tabelle delle azioni, dove A1, A2 e A3 indicano rispettivamente il gruppo STR, il gruppo GEO ed il gruppo EQU della tabella 6.2.I (paragrafo 6.2.3.1.1), A4 indica il gruppo UPL (Sollevamento) della tabella 6.2.III (paragrafo 6.2.3.2), A5 indica il gruppo HYD (Sifonamento) della tabella 6.2.IV (paragrafo 6.2.3.3).

Per il gruppo Mn l'indice n fa riferimento alla tabella 6.2.II (par.6.2.3.1.2).

Per il gruppo Rn l'indice n fa riferimento alle tabelle 6.4.I (par.6.4.2.1) e 6.4.II (par.6.4.3.1).

Con l'indice stampato n uguale a 0 (A0, M0 e R0), si intendono le situazioni in cui non sono definiti dei gruppi specifici da parte della normativa (cfr. par.7.11.1) ed i coefficienti moltiplicatori sono da intendersi implicitamente unitari.

Famiglia	A	M	R	Indice	Nome	Perm.	Variabili	Sisma H	Sisma V
EQU	A3	M2	R0	1	EQU-1	0.9	1.5	0	0
EQU	A3	M2	R0	2	EQU-2	1.1	1.5	0	0
EQU	A0	M2	R0	3	EQU-3	1	0	1	1
EQU	A0	M2	R0	4	EQU-4	1	0	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 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".

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Modifica tecnica V.S. 28, V.S. 28A, V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E_rev 1

STR	A1	M1	R3	1	STR-1	1	0	0	0
STR	A1	M1	R3	2	STR-2	1	1.5	0	0
STR	A1	M1	R3	3	STR-3	1.3	0	0	0
STR	A1	M1	R3	4	STR-4	1.3	1.5	0	0
SIS	A0	M1	R3	1	SIS-1	1	0	1	1
SIS	A0	M1	R3	2	SIS-2	1	0	1	-1
SLE	A0	M0	R0	1	SLE-1	1	0	0	0
SLE	A0	M0	R0	2	SLE-2	1	1	0	0

9.1.1 Combinazione di carico EQU-1

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-44	19	0	-20.93
Peso proprio del terreno/acqua a monte	-90	60	0	-30.78
Spinta del terreno a monte	0	38	22.06	0
Carichi su terreno a monte	-75	0	0	-54

9.1.2 Combinazione di carico EQU-2

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-44	19	0	-25.58
Peso proprio del terreno/acqua a monte	-90	60	0	-37.62
Spinta del terreno a monte	0	36	23.53	0
Carichi su terreno a monte	-75	0	0	-54

9.1.3 Combinazione di carico EQU-3

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-44	19	0	-23.25
Peso proprio del terreno/acqua a monte	-90	60	0	-34.2
Spinta del terreno a monte	0	20	11.48	0
Forza di inerzia dovuta al muro	-44	19	5.11	-2.55
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	-90	60	7.51	-3.76

9.1.4 Combinazione di carico EQU-4

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-44	19	0	-23.25
Peso proprio del terreno/acqua a monte	-90	60	0	-34.2
Spinta del terreno a monte	0	20	10.06	0
Forza di inerzia dovuta al muro	-44	19	5.11	2.55
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	-90	60	7.51	3.76

9.1.5 Combinazione di carico STR-1

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-44	19	0	-23.25
Peso proprio del terreno/acqua a monte	-90	60	0	-34.2

Spinta del terreno a monte	0	20	5.79	0
----------------------------	---	----	------	---

9.1.6 Combinazione di carico STR-2

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-44	19	0	-23.25
Peso proprio del terreno/acqua a monte	-90	60	0	-34.2
Spinta del terreno a monte	0	37	17.99	0
Carichi su terreno a monte	-75	0	0	-54

9.1.7 Combinazione di carico STR-3

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-44	19	0	-30.23
Peso proprio del terreno/acqua a monte	-90	60	0	-44.46
Spinta del terreno a monte	0	20	7.53	0

9.1.8 Combinazione di carico STR-4

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-44	19	0	-30.23
Peso proprio del terreno/acqua a monte	-90	60	0	-44.46
Spinta del terreno a monte	0	35	19.72	0
Carichi su terreno a monte	-75	0	0	-54

9.1.9 Combinazione di carico SIS-1

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-44	19	0	-23.25
Peso proprio del terreno/acqua a monte	-90	60	0	-34.2
Spinta del terreno a monte	0	20	6.56	0
Forza di inerzia dovuta al muro	-44	19	1.23	-0.61
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	-90	60	1.8	-0.9

9.1.10 Combinazione di carico SIS-2

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	-44	19	0	-23.25
Peso proprio del terreno/acqua a monte	-90	60	0	-34.2
Spinta del terreno a monte	0	20	6.25	0
Forza di inerzia dovuta al muro	-44	19	1.23	0.61
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	-90	60	1.8	0.9

10 Verifiche di stabilità locale

10.1 Tensioni trasmesse sul terreno

Moltiplicatore spinta passiva per equilibrio : 1

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Modifica tecnica V.S. 28, V.S. 28A, V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E_rev 1

Pressione limite sul terreno per abbassamento	: 2 daN/cm ²
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	: 13.4 cm (comb. SIS-2)
Momento rispetto al baricentro della fondazione	: 1575 daN cm (comb. STR-4)
Larghezza reagente minima in fondazione	: 180 cm (comb. STR-1)
Tensione max sul terreno allo spigolo di valle	: 1.01 daN/cm ^q (comb. STR-4)
Tensione max sul terreno allo spigolo di monte	: 0.42 daN/cm ^q (comb. STR-4)

10.2 Verifica allo scorrimento (traslazione del muro)

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: SIS-2
 Verifica condotta in condizioni drenate (a lungo termine)

Moltiplicatore spinta passiva per traslazione	: 0
Coefficiente di attrito caratteristico terreno-fondazione	: 0.65
Coefficiente di attrito di progetto terreno-fondazione	: 0.65
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	: 56 daN
Sforzo tangenziale positivo all'intradosso della fondazione	: 9 daN
Sforzo tangenziale negativo all'intradosso della fondazione	: 0 daN
Coefficiente limite verifica alla traslazione	: 1
Coefficiente di sicurezza alla traslazione	: 3.56

10.3 Verifica a ribaltamento (come equilibrio del corpo rigido)

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: EQU-4

Moltiplicatore spinta passiva per ribaltamento	: 0
Momento ribaltante rispetto allo spigolo di valle	: 1971 daN cm
Momento stabilizzante rispetto a spigolo di valle	: -4952 daN cm
Coefficiente limite verifica al ribaltamento	: 1
Coefficiente di sicurezza al ribaltamento	: 2.51

10.4 Verifica di capacità portante del suolo

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: STR-2
 Verifica condotta in condizioni drenate (a lungo termine)

Moltiplicatore spinta passiva per portanza terreno	: 0
Inclinazione media del pendio circostante la fondazione	: 0 °
Profondità del piano di posa	: 0 cm
Sovraccarico agente sul piano di posa	: 0 daN/cm ²
Angolo di attrito di progetto del suolo di fondazione	: 33 °
Peso specifico di progetto del suolo di fondazione	: 0.0019 daN/cm ³
Inclinazione della risultante rispetto alla normale	: 9.2 °
Base efficace	: 154 cm
Carico tangenziale al piano di posa	: 18 daN/cm
Carico di progetto della fondazione (normale al P.P.)	: 111.5 daN/cm
Carico ultimo della fondazione	: 519.8 daN/cm
Lunghezza Fondazione per verifica carico limite	: 1000 cm
Coefficiente limite verifica al carico limite	: 1
Coefficiente di sicurezza al carico limite	: 3.33

Tabella dei coefficienti di capacità portante

Coefficienti	Coesione	Sovraccarico	Attrito
Coefficienti di capacità portante	N _c = 39	N _q = 26	N _γ = 24
Coefficienti di forma	s _c = 1.1	s _q = 1.1	s _γ = 0.94
Coefficienti di profondità	d _c = 1	d _q = 1	d _γ = 1
Coefficienti di inclinazione del carico	i _c = 1	i _q = 1	i _γ = 1
Coefficienti di inclinazione del piano di posa della fondazione	b _c = 1	b _q = 1	b _γ = 1
Coefficienti di inclinazione del pendio	g _c = 1	g _q = 1	g _γ = 1

12 Parametri per dimensionamento armatura

Metodo di calcolo: D.M. 14-01-2008 Norme Tecniche per le Costruzioni

Rck (resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo)	: 370 daN/cm ²
Modulo elastico longitudinale Ec	: 330194 daN/cm ²
Rapporto Ea/Ec per calcolo tensioni in esercizio	: 15
Rapporto Ea/Ec per calcolo ampiezza fessure	: 7
Fyk (tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio)	: 4400 daN/cm ²
Fattore parziale di sicurezza dell'acciaio	: 1.15
Fattore parziale di sicurezza del calcestruzzo	: 1.6
Coefficiente Beta2 per calcolo ampiezza fessure	: 0.5
Riduzione della tau di aderenza per cattiva aderenza	: 0.7
fct,eff/fctm per calcolo ampiezza fessure	: 1.2
Limite sigmac/fck	: 0.45
Limite sigmaf/fyk	: 0.7
Ampiezza limite delle fessure	: 0.1 mm
Coefficiente Beta per punzonamento pali sul bordo	: 1.4
Coefficiente Beta per punzonamento pali interni	: 1.15

13 Sollecitazioni e verifiche strutturali

Tutte le verifiche sono riferite su sezioni di profondità nominale di un metro.

Significato dei simboli:

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

A_s: area efficace dello strato superiore per metro

C_s: copriferro medio dello strato superiore

A_i: area efficace dello strato inferiore per metro

C_i: copriferro medio dello strato inferiore

v_{ml}: soddisfacimento delle percentuali minime di armatura

c_{res}: combinazione di carico critica per la verifica di resistenza in pressoflessione retta

M_d: momento di calcolo

N_d: sforzo normale di calcolo

M_u: momento ultimo

N_u: sforzo normale ultimo

c.s.: coefficiente di sicurezza

v_{res}: soddisfacimento della resistenza alla pressoflessione retta

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

c_{es}: combinazione di carico critica delle tensioni in esercizio in pressoflessione retta

M_e: momento in esercizio

N_e: sforzo normale in esercizio

σ_f: trazione massima sull'armatura

σ_c: compressione massima sul calcestruzzo

v_{es}: soddisfacimento tensioni ammissibili a pressoflessione retta

c_f: combinazione di carico critica per la verifica di fessurazione

M_f: momento di calcolo per la verifica di fessurazione

N_f: sforzo normale di calcolo per la verifica di fessurazione

S_{rm}: interasse delle fessure

W_k: ampiezza caratteristica delle fessure

v_f: soddisfacimento verifica fessurazione

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

c_t: combinazione di carico critica per la verifica a taglio

V_{Sd}: taglio di calcolo

V_{Rdc}: taglio resistente in assenza di armatura a taglio

VRdmax: taglio resistente massimo dell'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse

VRds: taglio resistente in presenza di armatura a taglio

v_t: soddisfacimento verifica taglio

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	V _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	c.s.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
0	0	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	STR-4	77811	-1268	704897	-11482	9.06	ok
0	30	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	STR-2	39181	-750	737348	-14114	18.8	ok
0	60	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	STR-2	16487	-525	919347	-29275	55.8	ok
0	90	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	STR-2	3890	-300	2145224	-165439	551	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
0	0	30	SLE-2	53851	-975	320	-8	ok	SLE-2	53851	-975	-	-	ok
0	30	30	SLE-2	28206	-750	147	-4	ok	SLE-2	28206	-750	-	-	ok
0	60	30	SLE-2	11609	-525	43	-2	ok	SLE-2	11609	-525	-	-	ok
0	90	30	SLE-2	2671	-300	1	0	ok	SLE-2	2671	-300	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
0	0	30	STR-4	-1457	12935	-	-	ok
0	30	30	STR-4	-1003	12898	-	-	ok
0	60	30	STR-4	-608	12861	-	-	ok
0	90	30	STR-4	-274	12823	-	-	ok

Mensola di fondazione a monte (mensola sinistra) (sezioni longitudinali attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	V _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	c.s.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
-135	-15	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	STR-4	-10870	-515	-1249034	-59174	115	ok
-105	-15	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	STR-4	-37196	-515	-679094	-9402	18.3	ok
-75	-15	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	STR-4	-70380	-515	-618091	-4523	8.78	ok
-45	-15	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	STR-4	-101672	-515	-599374	-3036	5.9	ok
-15	-15	30	5.7	4.6	5.7	4.6	ok	STR-4	-122324	-515	-592545	-2495	4.84	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
-135	-15	30	SLE-2	-7667	-371	26	-1	ok	SLE-2	-7667	-371	-	-	ok
-105	-15	30	SLE-2	-26181	-371	165	-4	ok	SLE-2	-26181	-371	-	-	ok
-75	-15	30	SLE-2	-49448	-371	340	-7	ok	SLE-2	-49448	-371	-	-	ok
-45	-15	30	SLE-2	-71261	-371	505	-10	ok	SLE-2	-71261	-371	-	-	ok
-15	-15	30	SLE-2	-85410	-371	612	-12	ok	SLE-2	-85410	-371	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
-135	-15	30	STR-4	666	12839	-	-	ok

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".

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Modifica tecnica V.S. 28, V.S. 28A, V.S. 28B, V.S. 28C, V.S. 28D e V.S. 28E_rev 1

-105	-15	30	STR-4	1040	12839	-	-	ok
-75	-15	30	STR-4	1123	12839	-	-	ok
-45	-15	30	STR-4	914	12839	-	-	ok
-15	-15	30	STR-2	416	12831	-	-	ok

p.Ati Progettisti
Ing. Marcello Mancone

