



S.S. N. 9 "Via Emilia" Variante di Casalpusterlengo ed eliminazione passaggio a livello sulla SP ex S.S. N. 234

PROGETTO DEFINITIVO

CONSULENZE SPECIALISTICHE

TECNOSTUDIO BIEFFE S.R.L.
Via Mazzetti 7
43012
FONTANELLATO (PR)

COMPONENTE STRADALE
E STRUTTURALE;
SICUREZZA,
COORDINAMENTO,
FASAGGI DI CANTIERE,
MOVIMENTAZIONE DI
CAVA; RILIEVI E
COMPUTAZIONE

**CONSORZIO MUZZA
BASSA LODIGIANA**
VIA NINO DALL'ORO, 4 -
LODI

COMPONENTE
IDRAULICA

**ARCH. MADDALENA
GIOIA GIBELLI**
VIA SENATO, 45
MILANO

COMPONENTE
PAESAGGISTICA
ED AMBIENTALE

P I GIOVANNI PERRI
Via Priorato, 16
43012
FONTANELLATO (PR)

COMPONENTE
IMPIANTISTICA,
TECNOLOGICA ED
ILLUMINOTECNICA

CI.TRA S.R.L.
v.le Lombardia 5,
MILANO
L.C.E. SRL
VIA DEI PLATANI, 7
OPERA

COMPONENTE
TRASPORTISTICA
ED ACUSTICA

I PROGETTISTI

Arch. Savino GARILLI PROVINCIA DI LODI
Iscritto all'Ordine degli Architetti della Provincia di Piacenza al n° 280

Ing. Antonio SIMONE COMUNE DI CASALPUSTERLENGO
Iscritto all'ordine degli Ingegneri della provincia di Foggia al n° 1270

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Gianluca CANTARELLI
Iscritto all'Ordine dei Geologi dell' Emilia Romagna al n° 359
via Malpelli, 2
FIDENZA (PR)

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom: Fiorenzo BERGAMASCHI
Iscritto al Collegio dei Geometri della Provincia di Parma al n° 1606
via Mazzetti, 7
FONTANELLATO (PR)

VISTO:IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO
Ing Massimo SIMONINI

DATA

PROTOCOLLO

MURO RAMPA SVINCOLO SP 142 NOTE DI CALCOLO

CODICE PROGETTO

D	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI ISTRUTTORIA ANAS				
C	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI CONFERENZA DEI SERVIZI	FEBBRAIO 2011			
B	VERIFICA DI OTTEMPERANZA AL DECRETO VIA	APRILE 2010			
A	PRIMA CONSEGNA PROGETTO	MARZO 2009			
REV.	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO RESP. TECNICO	CONTROLLATO RESP. D'ITINERARIO	APPROVATO RESP. DI SETTORE
Codice Elaborato	MU05 5880	Data Revisione: FEBBRAIO 2011	REV. C	FOGLIO 01 DI 01	Scala: ELABORATO DI TESTO



Documento	Rev.
MU05-5880	0
Data	Pagina
DIC 2010	2/15

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3	caratteristiche geotecniche.....	5
	Rilevato / terreno di riempimento	5
	Terreno in sito.....	5
4	caratteristiche dei materiali.....	6
4.1	Calcestruzzi	6
4.2	Acciaio per armature	7
4.3	Durabilità e prescrizioni sui materiali.....	7
4.4	Coprifermo minimo e coprifermo nominale	8
5	ANALISI DEI CARICHI.....	9
5.1	Carichi permanenti.....	9
5.2	Carichi accidentali.....	9
5.2.1	Traffico	9
5.2.2	Vento.....	9
5.2.3	Azione termica	9
5.2.4	Barriera di sicurezza	9
5.3	Azioni sismiche	10
6	geometria dell'opera.....	14
7	Verifiche.....	15



Anas SpA

Compartimento della viabilità per la Lombardia

Documento

MU05-5880

Rev.

0

Data

DIC 2010

Pagina

3/15

1 PREMESSA

La presente relazione viene condotta a verifica dei muri di sostegno da realizzarsi tra rilevato dell'asse principale interferente con la rampa dello svincolo SP142 (asse 85). In sommità muro viene prevista l'installazione di una opportuna barriera di sicurezza di classe H3 Bordo manufatto.



Documento MU05-5880		Rev. 0
Data DIC 2010	Pagina 4/15	

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella esecuzione dei calcoli si è fatto riferimento ai seguenti documenti normativi.

- L. 05/11/1971 n. 1086:** "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica";
- L. 02/02/1974 n. 64:** "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008** "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare 2 febbraio 2009, n.617** "Istruzione per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- CNR-UNI 10011:** "Costruzioni di acciaio "Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione".
- CNR-UNI 10016:** "Travi composte di acciaio e calcestruzzo - Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni".
- UNI EN 1992-2005:** "Progettazione delle strutture di calcestruzzo".
- UNI EN 1993-2005:** "Progettazione delle strutture di acciaio".
- UNI EN 1994-2005:** "Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo".
- UNI EN 1997-2005:** "Progettazione geotecnica".
- UNI EN 1998-2005:** "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica".
- UNI EN 206-1-2006:** Calcestruzzo, "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- UNI 11104-2004:** Calcestruzzo, " Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali".



3 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Rilevato / terreno di riempimento

Si tiene conto dei seguenti parametri di calcolo

Peso specifico: $\gamma_t = 18 \text{ kN/m}^3$

Angolo di attrito interno: $\phi' \geq 35^\circ$

Coesione efficace: $c' = 0 \text{ kPa}$

Terreno in sito

I parametri di resistenza al taglio sono stati definiti in accordo con quanto esposto nella *Relazione Geotecnica*, in corrispondenza dei sondaggi CPT06_07 S5_97 di cui alla tabella n.3.1.

Schema Geotecnico

0.00 – 6.00 Terreno mediamente addensato

Nspt=15

Rp=20 – 30 Kg/cm²

6.00 – 9.00 Terreno debolmente addensato

Nspt=4

Rp=14 – 20 Kg/cm²

9.00 – 20.00 Terreno mediamente addensato

Nspt=10 – 15

Nspt	Rp Kg/cm ²	Φ (°)	Es (KPa)	Dr (%)	Tipo di terreno
Da 1 a 3		22 - 24	2500 - 3000	<30	Terreno molto sciolto- sabbia fine limosa – argilla molle e torba
Da 4 a 6	15 - 25	25	4500 - 5500	30	Terreno sciolto – sabbia fine con limo – limo sabbioso – argilla molle
Da 7 a 10		30	9000 - 12000	40 - 45	Terreno debolmente addensato
Da 11 a 25	> 40	35 – 38	9000 – 12000	50 - 55	Terreno mediamente addensato
>25		38 – 42	25000	65 – 70	Terreno molto addensato – sabbia fine con ghiaia – sabbia debolmente cementata – sabbia media

Tabella 3.1 – Parametri di resistenza al taglio caratteristici

I parametri di resistenza al taglio sono stati quindi assunti per la zona in oggetto in accordo con quanto esposto sopra e sono riassunti nella tabella n.3.2 di cui al seguito.

FORMAZIONE		Terreno di riporto a tergo	Terreno di base muro
Peso naturale di volume	γ (kN/m ³)	18	19
Angolo di attrito	ϕ' (°)	35	36
Coesione efficace	c' (kPa)	0	0
Coesione non drenata	c_u (kPa)	0	0

Tabella 3-2 – Parametri di resistenza al taglio caratteristici



4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 Calcestruzzi

(Secondo EN206-CNR UNI 11104)

Per sottofondazioni

classe di resistenza

C12/15

Platea e fondazioni muri

classe di resistenza

C28/35 Varie*

modulo elastico

$E_c = 32.588 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a compressione cilindrica

$f_{ck} = 29,05 \text{ N/mm}^2$

resistenza media a compressione cilindrica

$f_{cm} = 37,05 \text{ N/mm}^2$

resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd} = 16,46 \text{ N/mm}^2$

resistenza a trazione (valore medio)

$f_{ctm} = 2,83 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a trazione

$f_{ctk} = 1,98 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a trazione per flessione

$f_{ctk} = 2,38 \text{ N/mm}^2$

copriferro

$C = 40 \text{ mm}$

Elevazioni e muri

classe di resistenza

C32/40

modulo elastico

$E_c = 33.643 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a compressione cilindrica

$f_{ck} = 33,20 \text{ N/mm}^2$

resistenza media a compressione cilindrica

$f_{cm} = 41,20 \text{ N/mm}^2$

resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd} = 15,05 \text{ N/mm}^2$

resistenza a trazione (valore medio)

$f_{ctm} = 3,10 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a trazione

$f_{ctk} = 2,17 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a trazione per flessione

$f_{ctk} = 2,60 \text{ N/mm}^2$

copriferro

$C = 40 \text{ mm}$

Per il calcestruzzo ordinario armato si assume il seguente peso per unità di volume:

$$\rho'_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$$



4.2 Acciaio per armature

Per le armature lente si utilizzano barre ad aderenza migliorata in acciaio con le seguenti caratteristiche meccaniche:

	B450C	
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	450 N/mm ²
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} =$	540 N/mm ²
resistenza di calcolo a trazione	$f_{yd} =$	391 N/mm ²
modulo elastico	$E_s =$	206.000 N/mm ²

4.3 Durabilità e prescrizioni sui materiali

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

Per le opere della presente relazione si adotta quanto segue:

<u>Fondazione</u>	CLASSE DI ESPOSIZIONE	XC2
<u>Elevazione</u>	CLASSE DI ESPOSIZIONE	XC4-XD1-XF1

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 4.4-1.III: Descrizione delle condizioni ambientali

Le fondazioni dei muri si trovano in condizioni ambientali *Ordinarie*, le elevazioni in condizioni *Aggressive*.

Nella tabella 4.1.IV sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle condizioni ambientale e al tipo di armatura.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 4.1.IV: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

In grigio chiaro sono indicate gli stati limite di fessurazione da utilizzare per le verifiche delle fondazioni in grigio scuro sono indicati quelli per le elevazioni.



4.4 Copriferro minimo e copriferro nominale

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale c_{nom} è somma di due contributi, il copriferro minimo c_{min} e la tolleranza di posizionamento h . Vale pertanto: $c_{nom} = c_{min} + h$.

La tolleranza di posizionamento delle armature h , per le strutture gettate in opera, può essere assunta pari ad almeno 5 mm. Considerata la Classe di esposizione ambientale dell'opera, si adotta un copriferro minimo pari a 35mm, pertanto $c_{nom}=40$ mm, valore valido per tutte le parti di struttura.



5 ANALISI DEI CARICHI

5.1 Carichi permanenti

I carichi permanenti sono costituiti da peso proprio della struttura e dalla spinta del terreno.

Per quanto riguarda il carico dato dal peso della pavimentazione, e del rinterro, all'interno nelle verifiche è sempre a favore di sicurezza e poiché nella fase di realizzazione non è presente si omette permettendo così anche la sicurezza di un eventuale svuotamento della trincea in un futuro senza compromettere la stabilità dell'opera.

I carichi dati dalle spinte del terreno sono considerati permanenti non strutturali e, per i muri ad U, in regime di spinta a riposo.

5.2 Carichi accidentali

5.2.1 Traffico

Come carico accidentale in fase definitiva per i muri si considera invece un sovraccarico stradale distribuito di 20 kPa.

5.2.2 Vento

Si trascura poiché non è dimensionante.

5.2.3 Azione termica

Si trascura poiché non è dimensionante.

5.2.4 Barriera di sicurezza

Per la scelta dei sistemi di ritenuta si fa riferimento alla Norma europea EN 1317 ed al D.M. LL.PP. del 3 giugno 1998 (e successive modificazioni) il quale mette in relazione il tipo di strade, il tipo di strade, il tipo di traffico e la barriera di sicurezza stradale a seconda che si tratti di una spartitraffico, bordo laterale o bordo ponte. Nel caso presente è stato scelto un dispositivo di tipo H3 bordo ponte.

Per la determinazione delle azioni agenti sul sistema di ritenuta si fa riferimento alla Norma europea EN 1317 appendice B, punto B.2, che consente di calcolare la forza media d'urto in funzione dello spostamento subito nel corso di una prova di crash - test. Nota la forza media si determina il valore significativo massimo della forza pari a 2,5 volte la forza media, come dimostrano le prove sperimentali e teoriche.

La forza massima d'urto viene poi scomposta secondo due direzioni, rispettivamente parallela e perpendicolare al sistema di ritenuta, per tenere conto dell'inclinazione angolare con cui il veicolo vi giunge. Inoltre si tiene conto anche delle sollecitazioni massime che si presentano quando il cordolo tende a ruotare, durante un eventuale urto, e trova il contrasto stabilizzante, oltre che del peso proprio, anche del veicolo incidente e del pacchetto di pavimentazione. In questa sede si omettono le elaborazioni per la determinazioni di queste sollecitazioni.

Note le sollecitazioni massime, riferite all'interasse del sistema di ritenuta, si procede alla verifica in ottemperanza alle Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e strutture metalliche (DM 14.01.2008 attuativo della Legge 05/11/71 n.1086).

Il cordolo si sottopone alle verifiche, tenendo presente che l'effetto di plasticizzazione contemporanea dei montanti si estende oltre la lunghezza del mezzo, fino a coprire una lunghezza complessiva di circa 16 m; si ipotizza, inoltre, che la fondazione sia continua di una lunghezza pari all'interasse dei giunti di dilatazione.

**Dati**

Posizione		BP	
Livello di contenimento		H3	
Interasse montanti	$i =$	1.50	[m]
Lunghezza di funzionamento barriera	$L =$	16.00	[m]
Acciaio Tirafondi/Barriera		275	[MPa]

Sollecitazioni sul montante

Forza d'urto	$F_u =$	553.83	[kN]
Altezza montante	$H_m =$	1.05	[m]

Sollecitazioni alla base montante

Componente ortogonale all'asse stradale	$H_y =$	48.29	[kN/m]
Componente parallela all'asse stradale	$H_x =$	17.65	[kN/m]
Momento ortogonale all'asse stradale	$M_x =$	33.80	[kNm/m]
Momento parallelo all'asse stradale	$M_y =$	12.36	[kNm/m]
Componente vert. del peso proprio	$V =$	14.76	[kN/m]
Tiro risultante per tirafondo	$N_t =$	115.18	[kN]
Diametro minimo richiesto tirafondo	$\varnothing_{tmin} =$	24	[mm]
Azione di Taglio su un tirafondo	$H_{tx} =$	12.07	[kN]

5.3 Azioni sismiche

Nel presente progetto è stata verificata la combinazione di carico sismica con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della esistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali. Il calcolo sismico è riferito alla sole opere definitive, esclude quindi le palancole provvisorie

5.3.1.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel caso in oggetto, l'opera ricade all'interno del tipo di costruzione 2: "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale (paragrafo 2.4.1 delle 'Nuove Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 gennaio 2008')". La vita nominale risulta pertanto $V_N \geq 50$ anni.

5.3.1.2 Classi d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un'eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso.

Nel caso in oggetto si fa riferimento alla Classe IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.....Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un



evento sismico.” (paragrafo 2.4.2 delle ‘Nuove Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 14 gennaio 2008’)
 Con riferimento alla Tab. 2.4. II si assume un coefficiente d’uso $C_U = 2$.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d’uso C_U

CLASSE D’USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

5.3.1.3 Periodo di riferimento per l’azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d’uso C_U . Tale coefficiente è funzione della classe d’uso e nel caso specifico assume valore unitario.

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \text{ anni} \times 2 = 100 \text{ anni}$$

Le probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , cui riferirsi per individuare l’azione sismica agente, sono pari al 10% nel caso dello stato limite SLV.

5.3.1.4 Azioni di progetto

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo ad:

- a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica;
- F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell’azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l’uno in funzione dell’altro, mediante l’espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{100}{\ln(1 - 0.1)} = 949 \text{ anni}$$

Si assume, a favore di sicurezza, come periodo di ritorno $T_R = 949$ anni.

I valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell’intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell’ALLEGATO B delle NTC.

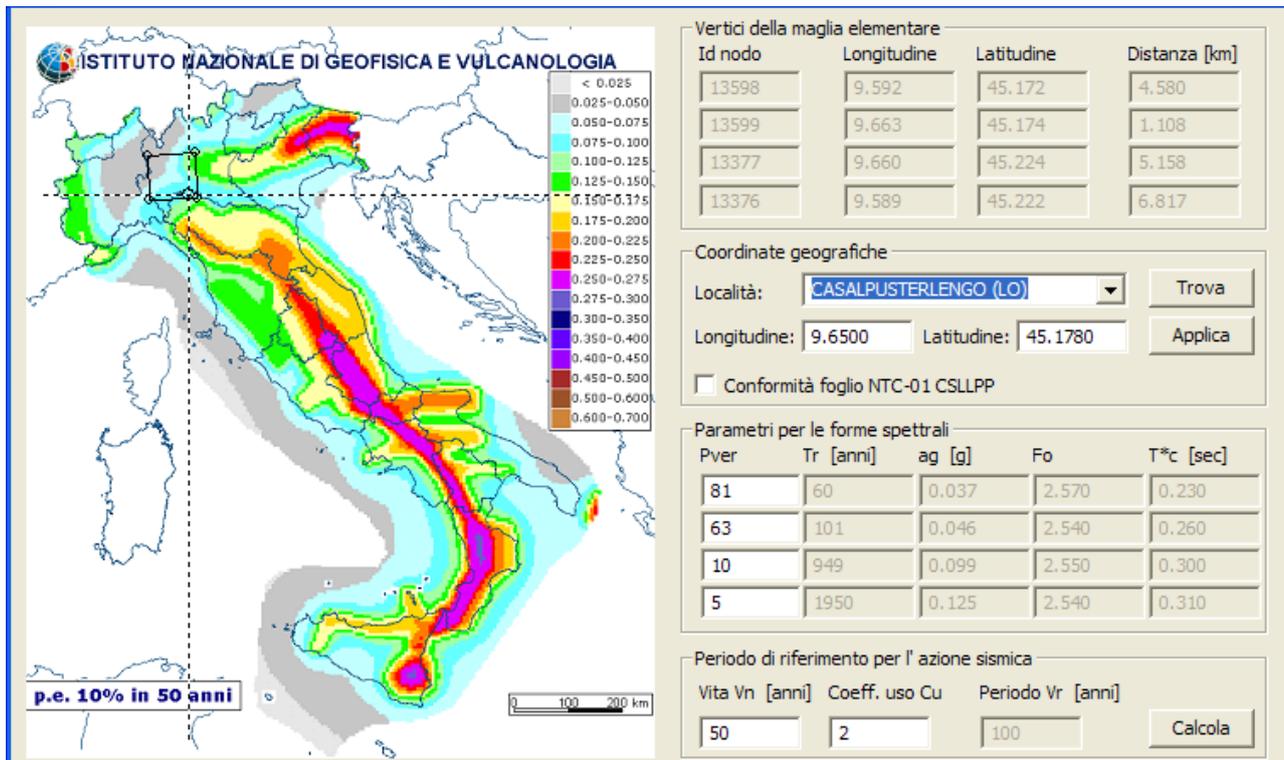


Figura 5-1

I parametri sismici di riferimento sono pertanto:

$$a_g = 0.099 \text{ g} \quad F_0 = 2.550 \quad T^*c = 0.300 \text{ sec}$$

5.3.1.5 Categoria di sottosuolo

In base a quanto specificato nella relazione geologica, il suolo presente è classificabile in Categoria C: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S,30}$ compresi tra 180m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{U,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)". Da ciò si ricava il parametro $S = S_S \times S_T$ che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche, essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica ed S_T il coefficiente di amplificazione topografica.

$$S_S = 1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.50 \quad \rightarrow \quad S_S = 1.7 - 0.6 \cdot 2.550 \cdot 0.099 = 1.548$$

$S_T = 1$ per una categoria topografica T1, da cui:

$$S = S_S \cdot S_T = 1 \cdot 1.5 = 1.5$$

5.3.1.6 Valori delle Spinte di calcolo

In accordo con le NTC2008 (cfr. par. 7.11.6.2.1) si esegue l'analisi pseudostatica mediante i metodi dell'equilibrio limite e per la spinta sismica la teoria di Monobe Okabe.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \frac{\beta_m a_{gmax}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$



Per il calcolo delle opere di sostegno flessibili si applica un metodo di calcolo pseudo statico.

i coefficienti α e β di cui al punto 7.11.6.3 della norma italiana sono stati calcolati separatamente in ciascun caso di figura in base ai diagrammi di fig. 7.11.2 e 7.11.3.

Si considera il muro ammette spostamenti relativi rispetto al terreno, pertanto il coefficiente β_m , assume il valore β_m viene ricalcolato in funzione delle indicazioni normative tab. 7.11.II.

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T)

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad \text{accelerazione massima al suolo per opere permanenti}$$

Nel caso presente si ricava dunque

$$k_h = 0.037$$

$$k_v = 0.018$$



6 GEOMETRIA DELL'OPERA

Il muro è un semplice muro in c.a. a mensola con le geometrie limite di paramento tra 2m e 6.7m come rappresentato in figura.

Le tipologie applicate sono quindi 3 per intervalli di paramento corrispondenti:

tipo 1 $2 < h < 3$

tipo 2 $3 < h < 5$

tipo 2 $5 < h < 7$

Di seguito viene eseguito il calcolo per la sezione più gravosa



Anas SpA

Compartimento della viabilità per la Lombardia

Documento

MU05-5880

Rev.

0

Data

DIC 2010

Pagina

15/15

7 VERIFICHE

Muro rampa 85 ss9 h=5m

riga di verifico 23

Approcci progettuali (NTC2008 tabb. 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I)

Coefficienti parziali per verifiche di

- Azioni permanenti (sfavorevoli)
- Azioni permanenti (favorevoli)
- Azioni accidentali (sfavorevoli)
- Azioni accidentali (favorevoli)
- Angolo di attrito interno (tan ϕ)
- Coesione efficace
- Coesione non drenata
- Peso di volume
- Capacità portante
- Resistenza allo scivolamento
- Resistenza del terreno

limite globale (EQU)	
A	1.1
A	0.9
A	1.5
A	0
M	1.25
M	1.25
M	1.4
M	1.0
R	-
R	-
R	-

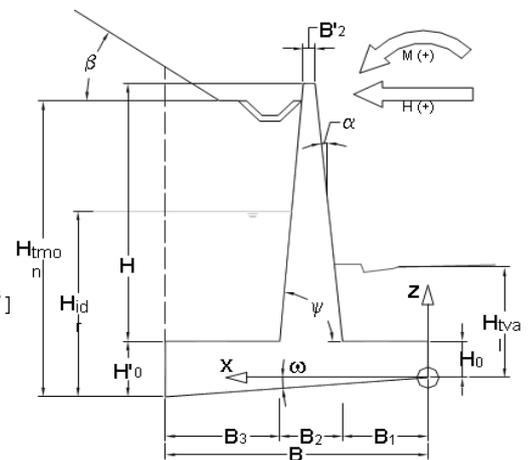
geotec. e strutturali (GEO STR)		
1	2	3
1.3	1	-
1	1	-
1.5	1.3	-
0	0	-
1.0	1.25	-
1.0	1.25	-
1.0	1.4	-
1.0	1.0	-
1.0	1.0	1.4
1.0	1.0	1.1
1.0	1.0	1.4

0

Parametri geometrici della sezione

- Altezza netta paramento
- Spessore fondazione valle
- Spessore fondazione monte
- Inclinazione piano di posa fondazione
- Larghezza totale fondazione
- Sbalzo anteriore fondazione
- Spessore paramento in sommità
- Spessore paramento alla base
- Sbalzo posteriore fondazione
- Inclinaz. parete Interna (sull'orizzontale)
- Inclinaz. parete Esterna (sulla verticale)
- Peso specifico muro
- Sviluppo totale fondazione
- Altezza taglione
- Altezza terreno a monte
- Altezza terreno a monte (a filo ciabatta pos
- Altezza terreno a valle
- Altezza della falda

H	=	5.00	[m]
H ₀	=	1.00	[m]
H' ₀	=	1.00	[m]
ω	=	0.00°	0.0%
B	=	4.20	[m]
B ₁	=	1.00	[m]
B' ₂	=	0.70	[m]
B ₂	=	0.70	[m]
B ₃	=	2.50	[m]
ψ	=	90.00°	0.0%
α	=	0.00°	
γ_n	=	25.00	[kN/m ³]
L	=	12.00	[m]
H _{ta}	=	0.00	[m]
H _{tmon}	=	4.90	[m]
H' _{tmon}	=	4.90	[m]
H _{tval}	=	1.20	[m]
H _{idr}	=	1.00	[m]



Carichi permanenti

- Sovraccarico sul terreno
- Distanza di applicazione dal testa muro
- Azione verticale concentrata in sommità
- Azione orizzontale concentrata in sommità
- Momento concentrato in sommità
- Spinta concentrata sul paramento
- Punto di applicazione (misurato dalla sommità)

Q _{perm}	=	0	[kN/m ²]
d _{Qperm}	=	0	[m]
V _{perm}	=	0	[kN] Positiva verso il basso
H _{perm}	=	0	[kN] Positivo se stabilizzante
M _{perm}	=	0	[kNm] Positivo se stabilizzante
C _{perm}	=	0	[kN]
z _{Cperm}	=	0	[m]

Carichi accidentali

- Sovraccarico sul terreno
- Distanza di applicazione dal testa muro
- Azione verticale concentrata in sommità
- Azione orizzontale concentrata in sommità
- Momento concentrato in sommità

Q _{acc}	=	20	[kN/m ²]
d _{Qacc}	=	0	[m]
V _{acc}	=	0	[kN] Positiva verso il basso
H _{acc}	=	-48.29	[kN] Positivo se stabilizzante
M _{acc}	=	-33.8	[kNm] Positivo se stabilizzante

Caratteristiche terreno a tergo

- Inclinaz. del terrapieno
- Peso specifico terreno
- Peso specifico efficace
- Angolo di attrito interno
- Angolo di attrito muro-terreno

β	=	0.00°
γ_r	=	18.00 [kN/m ³]
γ'_r	=	8.00 [kN/m ³]
ϕ'_r	=	35.0°
δ	=	15.00°

Caratteristiche terreno di fondazione

Peso specifico	$\gamma_{thase} =$	19.00	[kN/m ³]
Peso specifico efficace	$\gamma'_{thase} =$	9.00	[kN/m ³]
Ang. attrito interno (in cond. drenate)	$\phi'_{thase} =$	28.00°	
	$\tan(\phi'_{thase}) =$	#####	
Fattore di profondità di Hansen	$k =$	0.29	
Coesione non drenata	$c_{ubase} =$	0.00	[kN/m ²]
Coesione drenata	$c'_{base} =$	0.00	[kN/m ²]
Coeff. di attr. terreno-fondaz.	$Fs_{base} =$	0.53	

Parametri sismici secondo NTC2008

Vita nominale	$V_n =$	50	[anni]
Classe d'uso; coeff. d'uso $C_u=2$		IV	2
Tipo di verifica allo stato limite ultimo		SLV	
Tempo di ritorno atteso	$T_r =$	949	[anni]
Fattore di amplificazione spettrale	$F_0 =$	2.55	
Accelerazione orizzontale dello spettro elas	$a_g/g =$	0.099	
Categoria di sottosuolo		C	
Categoria topografica		T1	
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T =$	1	
Coefficiente di sottosuolo	$S_S =$	1.500	
Coefficiente di suolo	$S =$	1.500	
Accelerazione orizzontale massima	$a_{max}/g =$	0.149	
Coefficiente di riduzione (tab.7.11.II)	$\beta_n =$	0.24	
Coefficiente sismico orizzontale	$k_h =$	0.036	
Coefficiente sismico verticale	$k_v =$	0.018	
Coeff. spinta attiva secca (Mononobe-Okabe)	$K_{A.E}^d =$	#####	
Coeff. spinta attiva satura (Mononobe-Okabe)	$K_{A.E}^w =$	#####	
Riduzione inerziale di Paolucci-Pecker(1997)	$z_q =$	0.976	
	$z_c =$	0.989	

$$z_q = z_v = \left(1 - \frac{k_h}{\text{tg}\rho}\right)^{0.35} \quad z_c = 1 - 0.32k_h$$
Analisi dei carichi

	Paramento	Fondazione		
Volume paramento	$V_{par} =$	3.50 [m ³]	$V_{fond} =$	4.20
Peso paramento	$P_{par} =$	87.50 [kN]	$P_{fond} =$	105.00
Ascissa baricentro	$Xg_{par} =$	1.35 [m]	$Xg_{fond} =$	2.10
Ordinata baricentro	$Zg_{par} =$	3.50 [m]	$Zg_{fond} =$	0.50
Terreno	a monte su sbal. post.	a valle su sbal. ant.		
Volume	$V_{tmon} =$	9.75 [m ³]	$V_{val} =$	0.20
Peso	$P_{tmon} =$	175.50 [kN]	$P_{val} =$	3.60
Ascissa baricentro	$Xg_{tmon} =$	2.95 [m]	$Xg_{val} =$	0.50
Ordinata baricentro	$Zg_{tmon} =$	2.95 [m]	$Zg_{val} =$	1.10
Totale peso proprio				
Peso	$RV_{pp} =$	192.50 [kN]		
Ascissa baricentro	$Xg_{pp} =$	1.76 [m]		
Ordinata baricentro	$Zg_{pp} =$	1.86 [m]		
Momento dovuto al peso proprio	$M_{pp} =$	338.62 [kNm]		
Totale peso del Terreno				
Peso	$RV_{perm} =$	179.10 [kN]		
Ascissa baricentro	$Xg_{perm} =$	2.90 [m]		
Ordinata baricentro	$Zg_{perm} =$	1.10 [m]		
Momento dovuto al peso del Terreno	$M_{perm} =$	519.52 [kNm]		
Totale sovraccarichi permanenti				
Risultante Sovraccarico distribuito	$RV_{sovr} =$	0.00 [kN]		
Ascissa punto di applicazione	$Xg_{sovr} =$	2.95 [m]		
Momento dovuto ai sovraccarichi perm.	$M_{sovr} =$	0.00 [kNm]		
Totale sovraccarichi accidentali				
Risultante Sovraccarico distribuito	$RV_{sovr} =$	50.00 [kN]		
Ascissa punto di applicazione	$Xg_{sovr} =$	2.95 [m]		
Momento dovuto ai sovraccarichi acc.	$M_{sovr} =$	147.50 [kNm]		

Spinte sull'opera

	Caso statico (GEO, STR)					Caso statico (EQU)	Caso dinamico (EQU)	Caso dinamico (GEO, STR)
	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2				
Coeff. di spinta attiva (statica Muller-Bres)	$K_a = 0.248$	0.248	0.314	0.248	0.314			
Coeff. di spinta passiva (statica Rankine)	$K_p = 3.690$	3.690	2.912	3.690	2.912			
Coeff. di spinta passiva (statica Caquot-Ker	$K_p = 0.000$	0.000	0.000	0.000	0.000			
Coeff. di spinta passiva (Dinamica Mononobe	$K_p =$						3.540	3.540
Quotaparte di spinta passiva presa in conto nel calcolo	25.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%		100.0%	100.0%

Spinta dell'acqua lato monte (assimilato ad un accident

	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2	Caso statico (EQU)	Caso dinamico (EQU)	
Risultante	$RH_{H2O} = -5.00$	-7.50	-6.50	-7.50	-7.50	-7.50	[kN]
Ordinata baricentro	$Zg_{H2O} = 0.33$	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	[m]
Momento	$M_{H2O} = -1.67$	-2.50	-2.17	-2.50	-2.50	-1.67	[kNm]

Spinta del terreno lato monte (perm sfavor.)

Risultante	$R'_{\text{terreno}} = -52.30$	-67.99	-66.27	-67.99	-66.27	-72.40	[kN]
Componente orizzontale (sfavorevole)	$RH'_{\text{terreno}} = -50.52$	-65.67	-64.01	-65.67	-70.41	-76.93	[kN]
Componente verticale (favorevole)	$RV'_{\text{terreno}} = 13.54$	17.60	17.15	17.60	15.44	16.87	[kN]
Momento componente orizzontale	$IH'_{\text{terreno}} = -84.38$	-109.69	-108.09	-109.69	-118.90	-130.85	[kNm]
Momento componente Verticale	$IV'_{\text{terreno}} = 23.01$	29.92	29.16	29.92	26.24	28.67	[kNm]

Spinta del terreno lato valle

Risultante (solo orizzontale)	$R''_{\text{terreno}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	43.59	[kN]
Momento componente orizzontale	$M''_{\text{terreno}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	17.44	[kNm]

Spinta del carico distribuito permanente

Risultante	$R_{\text{perm}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Componente orizzontale	$RH_{\text{perm}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Componente verticale	$RV_{\text{perm}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Ascissa punto applicazione RV	$Xg_{\text{perm}} = 1.70$	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	[m]
Momento componente orizzontale	$MH_{\text{perm}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]
Momento componente Verticale	$MV_{\text{perm}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]

Spinta del carico distribuito accidentale

Risultante	$R_{\text{acc}} = -24.28$	-24.28	-30.77	-24.28	-30.77	0.00	[kN]
Componente orizzontale	$RH_{\text{acc}} = -23.45$	-23.45	-29.72	-23.45	-29.72	0.00	[kN]
Componente verticale	$RV_{\text{acc}} = 6.28$	6.28	7.96	6.28	7.96	0.00	[kN]
Ascissa punto applicazione RV	$Xg_{\text{acc}} = 1.70$	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	[m]
Momento componente orizzontale	$MH_{\text{acc}} = -59.49$	-59.49	-75.38	-59.49	-75.38	0.00	[kNm]
Momento componente Verticale	$MV_{\text{acc}} = 10.68$	10.68	13.54	10.68	13.54	0.00	[kNm]

Spinta carichi permanenti concentrati in sommità

Azione orizzontale	$RCH_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Azione verticale	$RCV_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Ordinata applicazione azione Orizz	$zT_{\text{som}} = 6.00$	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	[m]
Ascissa applicazione azione Vert.	$xV_{\text{som}} = 1.35$	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	[m]
Momento componente Orizzontale	$MCH_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]
Momento componente Verticale	$MCV_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]

Spinta carichi accidentali concentrati in sommità

Azione orizzontale	$RCH_{\text{som}} = -48.29$	-72.44	-62.78	-72.44	-72.44	0.00	[kN]
Azione verticale	$RCV_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Ordinata applicazione azione Orizz	$zT_{\text{som}} = 6.00$	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	[m]
Ascissa applicazione azione Vert.	$xV_{\text{som}} = 1.35$	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	[m]
Momento componente Orizzontale	$MCH_{\text{som}} = -323.54$	-485.31	-420.60	-485.31	-485.31	0.00	[kNm]
Momento componente Verticale	$MCV_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]

Spinta aggiuntiva sul paramento

Azione orizzontale	$RCH_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Ordinata applicazione azione Orizz	$zT_{\text{som}} = 6.00$	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	[m]
Momento componente Orizzontale	$MCH_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]

Azioni dovute all'evento sismico

Inerzia terreno a monte	$S_{i\text{tm}} =$					-6.25	[kN]
Momento dell'inertza terreno a monte	$M_{i\text{tm}} =$					-21.89	[kNm]
Spinta inerzia muro	$S_{i\text{pp}} =$					-6.86	[kN]
Momento dell'inertza muro	$M_{i\text{pp}} =$					-12.79	[kNm]
Spinta inerzia dell'acqua	$E_{\text{WD}} =$			Se il terreno è impervio		-0.18	[kN]
Momento dell'inertza dell'acqua	$M_{\text{EWD}} =$			Se il terreno è impervio		-0.06	[kNm]

Riepilogo resistenze globali

	Caso statico (GEO,STR)				Caso statico (non)	Caso dinamico (non)	
	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2			
RH_{tot} =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.59	[kN]
$RV_{perm+tacc}$ =	421.60	371.60	371.60	371.60	334.44	334.44	[kNm]
Momento delle comp. orizz. spinte a tergo MH_{tot} =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.44	[kNm]
Momento delle comp. vert. spinte a tergo MV_{tot} =	33.70	40.60	42.70	40.60	39.78	28.67	[kNm]
$M_{perm+tacc}$ =	1005.65	858.15	858.15	858.15	772.33	772.33	[kNm]

Riepilogo azioni globali

Totale spinte orizzontali RH_{tot} =	-59.54	-79.21	-75.74	-79.21	-83.95	-97.72	[kN]
Totale spinte verticali RV_{tot} =	14.82	16.38	18.62	16.38	15.90	9.37	[kN]
Momento delle comp. orizz. spinte a tergo MH_{tot} =	-172.49	-212.12	-220.68	-212.12	-237.22	-167.25	[kNm]
Momento delle comp. vert. spinte a tergo MV_{tot} =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]

Verifiche di stabilità globale**VERIFICA ALLA TRASLAZIONE ORIZZONTALE**

	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2	Caso statico (non)	Caso dinamico (non)	
Totale spinte orizzontali R_{Htot} =	-59.54				-83.95	-97.72	[kN]
Resistenza allo scivolamento R_{res} =	232.05				133.06	226.39	[kN]
γ_{sciv} =	3.90				1.58	2.32	

VERIFICA ALLA ROTAZIONE

Momento delle comp. orizz. spinte a tergo Mo_{tot} =	-172.49				-237.22	-167.25	[kNm]
Momento stabilizzante M_{stab} =	1039.35				812.11	818.44	[kNm]
γ_{rib} =	6.03				3.42	4.89	

VERIFICA ALLA TRASLAZIONE VERTICALE

Totale spinte verticali N_{tot} =	436.42	387.98	390.22	387.98	350.34	343.81	[kN]
Totale spinte orizzontali H_{tot} =	-59.54	-79.21	-75.74	-79.21	-83.95	-54.13	[kN]
Momento risultante M_{ris} =	866.85	686.63	680.16	686.63	574.90	651.19	[kNm]
Eccentricità rispetto all'asse fondazione e =	-0.11	-0.33	-0.36	-0.33	-0.46	-0.21	[m]
Larghezza reagente B_{app} =	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	[m]
Larghezza efficace B_{eff} =	3.973	3.539	3.486	3.539	3.282	3.788	[m]
Area efficace A_{eff} =	47.671	42.474	41.833	42.474	39.383	45.457	[m ²]
Tensione nel terreno lato monte σ_{monte} =	87.03	48.79	45.53	48.79	28.71	57.78	[kPa]
Tensione nel terreno lato valle σ_{valle} =	120.79	135.96	140.29	135.96	138.11	105.94	[kPa]
Coefficiente di sicurezza (d.m. 11.3.1988, pt.o D.4.4) σ_{lim} =	2.00	-	-	-	-	-	
Capacità portante limite σ_{lim} =	181.06	354.57	183.94	253.27	-	356.34	[kPa]

Verifiche delle sollecitazioni

Sezione di spiccato della parete frontale

AZIONI

	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2	Caso dinamico (GEO)	
Spinta orizzontale dell'acqua	RH _{H2O} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Peso del terreno sul paramento	P _{terr} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Spinta terreno a monte	F _{terr} =	-33.92	-33.92	-42.98	-33.92	[kN]
Comp. orizzontale spinta terreno a monte	RH _{terr} =	-32.76	-32.76	-41.51	-32.76	[kN]
Comp. verticale spinta terreno a monte	RV _{terr} =	8.78	8.78	11.12	8.78	[kN]
Ascissa	X ₃₀ =	0.35	0.35	0.35	0.35	[m]
Comp. Orizzontale sovraccarico permanente	RH _{perm} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Comp. Verticale sovraccarico permanente	RV _{perm} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Carico permanente conc. orizzontale	H _{perm} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Carico permanente conc. verticale	V _{perm} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Comp. Orizzontale sovraccarico accidentale	RH _{acc} =	-18.67	-23.45	-29.72	-23.45	[kN]
Comp. Verticale sovraccarico accidentale	RV _{acc} =	5.00	10.68	13.54	10.68	[kN]
Carico accidentale orizzontale	H _{acc} =	-4.02	-6.04	-5.23	-6.04	[kN]
Carico accidentale verticale	V _{acc} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Peso proprio paramento	P _{par} =	87.50	87.50	87.50	87.50	[kN]
Inerzia sismica peso proprio paramento	I _{par} =					[kN]

MOMENTI

Spinta orizzontale dell'acqua	M _{H2O} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]
Peso terreno a monte su paramento	M _{parV} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]
Comp. orizzontale spinta terreno a monte	M _{terrH} =	-42.59	-42.59	-53.97	-42.59	[kNm]
Comp. verticale spinta terreno a monte	M _{terrV} =	3.07	3.07	3.89	3.07	[kNm]
Comp. Orizzontale spinta sovr. Permanente	M _{permH} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]
Momento concentrato permanente	MC _{perm} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]
Comp. Orizzontale spinta sovr. accidentale	M _{accH} =	-37.69	-37.69	-47.75	-37.69	[kNm]
Momento concentrato accidentale	MC _{acc} =	-2.82	-4.23	-3.66	-4.23	[kNm]
Peso proprio paramento	M _{pppar} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]
Inerzia sismica peso proprio paramento	M _{par} =					[kNm]
Momento sulla sezione di spiccato	M =	-80.02	-81.43	-101.49	-81.43	[kNm]
Azione assiale sulla sezione di spiccato	N =	101.28	106.96	112.16	106.96	[kN]
Taglio sulla sezione di spiccato	V =	-55.45	-62.25	-76.46	-62.25	[kN]

Classe calcestruzzo

Copriferro

Altezza utile

Sezione di verifica: H = 0.7 m , B = 1 m , c = 40 mm

Armatura minima As_{min} = 756.75 mmq

Armatura anteriore (compressa)

Armatura posteriore (tesa)

Passo staffe

Area staffe

Incidenza armature 28.89 kg/m3

Verifica SLU: App#1, c#2

Momento agente ultimo (+contr. del taglio)

Sezione pressoinflessa parzializzata, Campo di rottura '2'

Taglio limite: V_{lim} = 475.63 kN (Armatura a taglio non necessaria)

Azione Taglio compressione: VR_{cd} = 1008.11 kN

Azione Taglio trazione: VR_{sd} = 2494.70 kN

Momento ultimo resistente Mr_d = 285.91 kNm

Verifica SLU: Sisma

Momento agente ultimo (+contr. del taglio)

Sezione pressoinflessa parzializzata, Campo di rottura '2'

Taglio limite: V_{lim} = 475.62 kN (Armatura a taglio non necessaria)

Azione Taglio compressione: VR_{cd} = 1008.11 kN

Azione Taglio trazione: VR_{sd} = 2494.70 kN

Momento ultimo resistente Mr_d = 284.11 kNm

Verifica SLE comb. Frequente

Condizioni ambientali: Ordinarie

Sezione pressoinflessa parzializzata

□c = -1.82 MPa < -13.073 MPa (= 0.45 f_{ck})

□s = 81.68 MPa < 360 MPa (=0.8f_{yk})

Ampiezza di fessurazione di verifica W_k = 0.065 mm (< 0.3 mm)

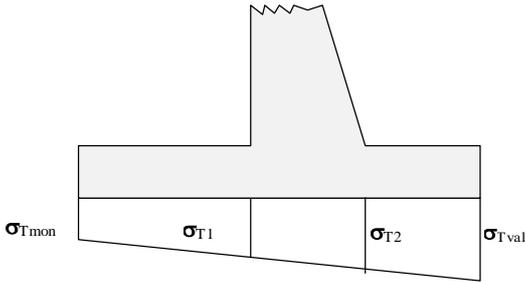
	28/35
c =	40 [mm]
d =	0.66 [m]

A's =	1570.75 [mmq]	(1020 passo 20cm, ossia 5020/m)
As =	1005.28 [mmq]	(1016 passo 20cm, ossia 5016/m)
Ps =	200 [mm]	
Ast =	1130.9 [mmq]	(staffe a 2 bracci minimo)

$$M'u = \frac{0}{146.90} \text{ [kNm]}$$

$$M'u = \frac{0}{206.08} \text{ [kNm]}$$

Sezione ciabatta di fondazione



Andamento delle tensioni nel terreno.

	σ_{Tmon}	σ_{Tval}	B_{app}	σ_{t1}	σ_{t2}
SLS	87.03	120.79	4.20	107.13	112.75
App#1, c#1	48.79	135.96	4.20	100.68	115.21
App#1, c#2	45.53	140.29	4.20	101.93	117.72
App#2	48.79	135.96	4.20	100.68	115.21
iso dinamico (STR)	57.78	105.94	4.20	86.45	94.47

Sezione di verifica a monte: H = 1 m , B = 1 m , c = 40 mm

Momento totale alla sez. 1 monte
 Taglio totale alla sezione 1 monte
 Armatura minima Asmin = 1081.08 mmq
 Armatura inferiore (compressa)
 Armatura superiore (tesa)
 Passo staffe
 Area staffe

	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2	iso dinamico (STR)
Mf_{mon}	67.10	153.47	158.96	153.47	149.59 [kNm]
Vf_{mon}	45.31	101.16	103.67	101.16	107.72 [kN]

$A's = 1005.28$ [mmq] (1016 passo 20cm, ossia 5016/m)
 $As = 1570.75$ [mmq] (1020 passo 20cm, ossia 5020/m)
 $Ps = 200$ [mm]
 $Ast = 1130.94$ [mmq] (staffe a 2 bracci minimo)

Incidenza armature 28.89 kg/m3

Verifica SLU: App#1, c#2

Momento agente ultimo (+contr. del taglio)
 Sezione semplicemente inflessa, Campo di rottura '2'
 Taglio limite: $Vlim = 649.83$ kN (Armatura a taglio non necessaria)
 Azione Taglio compressione: $VRcd = 1466.33$ kN
 Azione Taglio trazione: $VRsd = 3628.65$ kN
 Momento ultimo resistente $Mrd = 571.01$ kNm

$M'u = 220.54$ [kNm]

Verifica SLU: Sisma

Momento agente ultimo (+contr. del taglio)
 Sezione semplicemente inflessa, Campo di rottura '2'
 Taglio limite: $Vlim = 649.83$ kN (Armatura a taglio non necessaria)
 Azione Taglio compressione: $VRcd = 1466.33$ kN
 Azione Taglio trazione: $VRsd = 3628.65$ kN
 Momento ultimo resistente $Mrd = 571.01$ kNm

$M'u = 213.58$ [kNm]

Verifica SLE comb. Frequente

Condizioni ambientali: Ordinarie
 Sezione semplicemente inflessa
 $\sigma_c = 0.73$ MPa < -13.073 MPa (= 0.45 fck)
 $\sigma_s = 47.35$ MPa < 360 MPa (=0.8fyk)
 Ampiezza di fessurazione di verifica $Wk = 0.028$ mm (> 0.3 mm)

Sezione di verifica a valle: H = 1 m , B = 1 m , c = 0.66 mm

Momento totale alla sez. 2 valle
 Taglio totale alla sezione 2 valle
 Armatura minima Asmin = 1081.08 mmq
 Armatura inferiore (compressa)
 Armatura superiore (tesa)
 Passo staffe
 Area staffe

	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2	iso dinamico (STR)
Mf_{val}	-44.76	-50.22	-52.08	-50.22	-36.76 [kNm]
Vf_{val}	-88.17	-96.98	-100.41	-96.98	-71.61 [kN]

$A's = 1005.28$ [mmq] (1016 passo 20cm, ossia 5016/m)
 $As = 1570.75$ [mmq] (1020 passo 20cm, ossia 5020/m)
 $Ps = 200$ [mm]
 $Ast = 1130.94$ [mmq] (staffe a 2 bracci minimo)

Incidenza armature 20.22 kg/m3

Verifica SLU: App#1, c#2

Momento agente ultimo (+contr. del taglio)
 Sezione semplicemente inflessa, Campo di rottura '2'
 Taglio limite: $Vlim = 649.83$ kN (Armatura a taglio non necessaria)
 Azione Taglio compressione: $VRcd = 1466.33$ kN
 Azione Taglio trazione: $VRsd = 3628.65$ kN
 Momento ultimo resistente $Mrd = 571.01$ kNm

$M'u = 111.72$ [kNm]

Verifica SLU: Sisma

Momento agente ultimo (+contr. del taglio)
 Sezione semplicemente inflessa, Campo di rottura '2'
 Taglio limite: $Vlim = 649.83$ kN (Armatura a taglio non necessaria)
 Azione Taglio compressione: $VRcd = 1466.33$ kN

$M'u = 79.29$ [kNm]

Azione Taglio trazione: VRsd = 3628.65 kN

Momento ultimo resistente Mrd = 571.01 kNm

Verifica SLE comb. Frequente

0

Condizioni ambientali: Ordinarie

Sezione semplicemente inflessa

$\sigma_c = -0.49 \text{ MPa} < -13.073 \text{ MPa} (= 0.45 f_{ck})$

$\sigma_s = -31.58 \text{ MPa} < 360 \text{ MPa} (= 0.8 f_{yk})$

Ampiezza di fessurazione di verifica $W_k = 0.019 \text{ mm} (< 0.3 \text{ mm})$

Sezione generica della parete frontale a 1m dallo spiccato

Altezza di calcolo $h_{calc} = 1.00$ [m]
Larghezza sezione generica $B2_{calc} = 0.70$ [m]

AZIONI

	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2	Caso dinamico (GEO)
Spinta orizzontale dell'acqua	$RH_{H2O} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Peso del terreno sul paramento	$P_{terr} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Spinta terreno a monte	$R_{terr} = -17.51$	-17.51	-22.19	-17.51	-24.34 [kN]
Comp. orizzontale spinta terreno a monte	$RH_{terr} = -16.92$	-16.92	-21.44	-16.92	-23.51 [kN]
Comp. verticale spinta terreno a monte	$RV_{terr} = 4.53$	4.53	5.74	4.53	6.30 [kN]
Ascissa	$X_{go} = 0.35$	0.35	0.35	0.35	0.35 [m]
Comp. Orizzontale sovraccarico permanente	$RH_{perm} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Comp. Verticale sovraccarico permanente	$RV_{perm} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Carico permanente conc. orizzontale	$H_{perm} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Carico permanente conc. verticale	$V_{perm} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Comp. Orizzontale sovraccarico accidentale	$RH_{acc} = -59.49$	-59.49	-75.38	-59.49	0.00 [kN]
Comp. Verticale sovraccarico accidentale	$RV_{acc} = 10.68$	10.68	13.54	10.68	0.00 [kN]
Carico accidentale conc. orizzontale	$H_{acc} = -4.02$	-6.04	-5.23	-6.04	0.00 [kN]
Carico accidentale conc. verticale	$V_{acc} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Peso proprio paramento	$P_{par} = 70.00$	70.00	70.00	70.00	70.00 [kN]
Inerzia sismica peso proprio paramento	$I_{par} =$				-2.49 [kN]

MOMENTI

Spinta orizzontale dell'acqua	$M_{H2O} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kNm]
Peso terreno a monte su paramento	$M_{parV} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kNm]
Comp. orizzontale spinta terreno a monte	$M_{terrH} = -17.55$	-17.55	-22.24	-17.55	-57.60 [kNm]
Comp. verticale spinta terreno a monte	$M_{terrV} = 1.59$	1.59	2.01	1.59	2.20 [kNm]
Comp. Orizzontale spinta sovr. Permanente	$M_{permH} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kNm]
Momento concentrato permanente	$MC_{perm} = -3.22$	-4.83	-4.18	-4.83	0.00 [kNm]
Comp. Orizzontale spinta sovr. accidentale	$M_{accH} = -20.84$	-20.84	-26.40	-20.84	-26.40 [kNm]
Momento concentrato accidentale	$MC_{acc} = -33.80$	-50.70	-43.94	-50.70	0.00 [kNm]
Peso proprio paramento	$M_{pppar} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kNm]
Inerzia sismica peso proprio paramento	$M_{par} =$				-4.99 [kNm]

AZIONI DI VERIFICA

	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2	Caso dinamico (STR)
Momento sulla sezione di spiccato	$M = -73.82$	-92.33	-94.76	-92.33	-86.78 [kNm]
Azione assiale sulla sezione di spiccato	$N = 85.22$	85.22	89.28	85.22	76.30 [kN]
Taglio sulla sezione di spiccato	$V = -80.43$	-82.44	-102.05	-82.44	-26.00 [kN]

Muro rampa 85 ss9 h=7m

riga di verifico 24

Approcci progettuali (NTC2008 tabb. 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I)

Coefficienti parziali per verifiche di

- Azioni permanenti (sfavorevoli)
- Azioni permanenti (favorevoli)
- Azioni accidentali (sfavorevoli)
- Azioni accidentali (favorevoli)
- Angolo di attrito interno (tan ϕ)
- Coesione efficace
- Coesione non drenata
- Peso di volume
- Capacità portante
- Resistenza allo scivolamento
- Resistenza del terreno

equilibrio globale (EQU)	
A	1.1
A	0.9
A	1.5
A	0
M	1.25
M	1.25
M	1.4
M	1.0
R	-
R	-
R	-

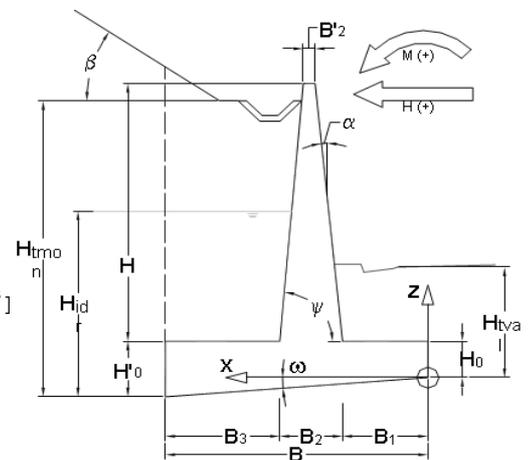
geotec. e strutturali (GEO STR)		
1	2	3
1.3	1	-
1	1	-
1.5	1.3	-
0	0	-
1.0	1.25	-
1.0	1.25	-
1.0	1.4	-
1.0	1.0	-
1.0	1.0	1.4
1.0	1.0	1.1
1.0	1.0	1.4

0

Parametri geometrici della sezione

- Altezza netta paramento
- Spessore fondazione valle
- Spessore fondazione monte
- Inclinazione piano di posa fondazione
- Larghezza totale fondazione
- Sbalzo anteriore fondazione
- Spessore paramento in sommità
- Spessore paramento alla base
- Sbalzo posteriore fondazione
- Inclinaz. parete Interna (sull'orizzontale)
- Inclinaz. parete Esterna (sulla verticale)
- Peso specifico muro
- Sviluppo totale fondazione
- Altezza taglione
- Altezza terreno a monte
- Altezza terreno a monte (a filo ciabatta pos
- Altezza terreno a valle
- Altezza della falda

H	=	6.70	[m]
H ₀	=	1.20	[m]
H' ₀	=	1.20	[m]
ω	=	0.00°	0%
B	=	4.70	[m]
B ₁	=	1.00	[m]
B' ₂	=	0.70	[m]
B ₂	=	0.70	[m]
B ₃	=	3.00	[m]
ψ	=	90.00°	0.0%
α	=	0.00°	
γ_n	=	25.00	[kN/m ³]
L	=	12.00	[m]
H _{ta}	=	0.00	[m]
H _{tmon}	=	7.80	[m]
H' _{tmon}	=	7.80	[m]
H _{tval}	=	2.45	[m]
H _{idr}	=	1.00	[m]



Carichi permanenti

- Sovraccarico sul terreno
- Distanza di applicazione dal testa muro
- Azione verticale concentrata in sommità
- Azione orizzontale concentrata in sommità
- Momento concentrato in sommità
- Spinta concentrata sul paramento
- Punto di applicazione (misurato dalla sommità)

Q _{perm}	=	0	[kN/m ²]
d _{perm}	=	0	[m]
V _{perm}	=	0	[kN] Positiva verso il basso
H _{perm}	=	0	[kN] Positivo se stabilizzante
M _{perm}	=	0	[kNm] Positivo se stabilizzante
C _{perm}	=	0	[kN]
z _{Cperm}	=	0	[m]

Carichi accidentali

- Sovraccarico sul terreno
- Distanza di applicazione dal testa muro
- Azione verticale concentrata in sommità
- Azione orizzontale concentrata in sommità
- Momento concentrato in sommità

Q _{acc}	=	20	[kN/m ²]
d _{acc}	=	0	[m]
V _{acc}	=	0	[kN] Positiva verso il basso
H _{acc}	=	-48.29	[kN] Positivo se stabilizzante
M _{acc}	=	-33.8	[kNm] Positivo se stabilizzante

Caratteristiche terreno a tergo

- Inclinaz. del terrapieno
- Peso specifico terreno
- Peso specifico efficace
- Angolo di attrito interno
- Angolo di attrito muro-terreno

β	=	0.00°
γ_r	=	18.00 [kN/m ³]
γ'_r	=	8.00 [kN/m ³]
ϕ'_r	=	35.0°
δ	=	15.00°

Caratteristiche terreno di fondazione

Peso specifico	$\gamma_{thase} =$	19.00	[kN/m ³]
Peso specifico efficace	$\gamma'_{thase} =$	9.00	[kN/m ³]
Ang. attrito interno (in cond. drenate)	$\phi'_{thase} =$	28.00°	
	$\tan(\phi'_{thase}) =$	#####	
Fattore di profondità di Hansen	$k =$	0.52	
Coesione non drenata	$c_{ubase} =$	0.00	[kN/m ²]
Coesione drenata	$c'_{base} =$	0.00	[kN/m ²]
Coeff. di attr. terreno-fondaz.	$Fs_{base} =$	0.53	

Parametri sismici secondo NTC2008

Vita nominale	$V_n =$	50	[anni]
Classe d'uso; coeff. d'uso $C_u=2$		IV	2
Tipo di verifica allo stato limite ultimo		SLV	
Tempo di ritorno atteso	$T_r =$	949	[anni]
Fattore di amplificazione spettrale	$F_0 =$	2.55	
Accelerazione orizzontale dello spettro elas	$a_g/g =$	0.099	
Categoria di sottosuolo		C	
Categoria topografica		T1	
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T =$	1	
Coefficiente di sottosuolo	$S_S =$	1.500	
Coefficiente di suolo	$S =$	1.500	
Accelerazione orizzontale massima	$a_{max}/g =$	0.149	
Coefficiente di riduzione (tab.7.11.II)	$\beta_n =$	0.24	
Coefficiente sismico orizzontale	$k_h =$	0.036	
Coefficiente sismico verticale	$k_v =$	0.018	
Coeff. spinta attiva secca (Mononobe-Okabe)	$K_{A.E}^d =$	#####	
Coeff. spinta attiva satura (Mononobe-Okabe)	$K_{A.E}^w =$	#####	
Riduzione inerziale di Paolucci-Pecker(1997)	$z_q =$	0.976	
	$z_c =$	0.989	

$$z_q = z_v = \left(1 - \frac{k_h}{\tan \phi}\right)^{0.35} \quad z_c = 1 - 0.32k_h$$
Analisi dei carichi

	Paramento	Fondazione
Volume paramento	$V_{par} =$ 4.69 [m ³]	$V_{fond} =$ 5.64
Peso paramento	$P_{par} =$ 117.25 [kN]	$P_{fond} =$ 141.00
Ascissa baricentro	$Xg_{par} =$ 1.35 [m]	$Xg_{fond} =$ 2.35
Ordinata baricentro	$Zg_{par} =$ 4.55 [m]	$Zg_{fond} =$ 0.60
Terreno	a monte su sbal. post.	a valle su sbal. ant.
Volume	$V_{tmon} =$ 19.80 [m ³]	$V_{val} =$ 1.25
Peso	$P_{tmon} =$ 356.40 [kN]	$P_{val} =$ 22.50
Ascissa baricentro	$Xg_{tmon} =$ 3.20 [m]	$Xg_{val} =$ 0.50
Ordinata baricentro	$Zg_{tmon} =$ 4.50 [m]	$Zg_{val} =$ 1.83
Totale peso proprio		
Peso	$RV_{pp} =$ 258.25 [kN]	
Ascissa baricentro	$Xg_{pp} =$ 1.90 [m]	
Ordinata baricentro	$Zg_{pp} =$ 2.39 [m]	
Momento dovuto al peso proprio	$M_{pp} =$ 489.64 [kNm]	
Totale peso del Terreno		
Peso	$RV_{perm} =$ 378.90 [kN]	
Ascissa baricentro	$Xg_{perm} =$ 3.04 [m]	
Ordinata baricentro	$Zg_{perm} =$ 1.83 [m]	
Momento dovuto al peso del Terreno	$M_{perm} =$ ##### [kNm]	
Totale sovraccarichi permanenti		
Risultante Sovraccarico distribuito	$RV_{sovr} =$ 0.00 [kN]	
Ascissa punto di applicazione	$Xg_{sovr} =$ 3.20 [m]	
Momento dovuto ai sovraccarichi perm.	$M_{sovr} =$ 0.00 [kNm]	
Totale sovraccarichi accidentali		
Risultante Sovraccarico distribuito	$RV_{sovr} =$ 60.00 [kN]	
Ascissa punto di applicazione	$Xg_{sovr} =$ 3.20 [m]	
Momento dovuto ai sovraccarichi acc.	$M_{sovr} =$ 192.00 [kNm]	

Spinte sull'opera

	Caso statico (GEO, STR)					Caso statico (EQU)	Caso dinamico (EQU)	Caso dinamico (GEO, EQU)
	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2				
Coeff. di spinta attiva (statica Muller-Bres)	$K_a = 0.248$	0.248	0.314	0.248	0.314			
Coeff. di spinta passiva (statica Rankine)	$K_p = 3.690$	3.690	2.912	3.690	2.912			
Coeff. di spinta passiva (statica Caquot-Ker)	$K_p = 0.000$	0.000	0.000	0.000	0.000			
Coeff. di spinta passiva (Dinamica Mononobe)	$K_p =$						3.540	3.540
Quotaparte di spinta passiva presa in conto nel calcolo	25.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%		100.0%	100.0%

Spinta dell'acqua lato monte (assimilato ad un accident

	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2	Caso statico (EQU)	Caso dinamico (EQU)
Risultante	$RH_{H2O} = -5.00$	-7.50	-6.50	-7.50	-7.50	-7.50 [kN]
Ordinata baricentro	$Zg_{H2O} = 0.33$	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33 [m]
Momento	$M_{H2O} = -1.67$	-2.50	-2.17	-2.50	-2.50	-1.67 [kNm]

Spinta del terreno lato monte (perm sfavor.)

Risultante	$R'_{\text{terreno}} = -134.43$	-174.76	-170.33	-174.76	-170.33	-185.94 [kN]
Componente orizzontale (sfavorevole)	$RH'_{\text{terreno}} = -129.85$	-168.80	-164.53	-168.80	-180.98	-197.56 [kN]
Componente verticale (favorevole)	$RV'_{\text{terreno}} = 34.79$	45.23	44.09	45.23	39.68	43.31 [kN]
Momento componente orizzontale	$IH'_{\text{terreno}} = -340.84$	-443.09	-436.95	-443.09	-480.64	-533.69 [kNm]
Momento componente Verticale	$IV'_{\text{terreno}} = 59.15$	76.89	74.95	76.89	67.45	73.63 [kNm]

Spinta del terreno lato valle

Risultante (solo orizzontale)	$R''_{\text{terreno}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	181.69 [kN]
Momento componente orizzontale	$M''_{\text{terreno}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	148.38 [kNm]

Spinta del carico distribuito permanente

Risultante	$R_{\text{perm}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Componente orizzontale	$RH_{\text{perm}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Componente verticale	$RV_{\text{perm}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Ascissa punto applicazione RV	$Xg_{\text{perm}} = 1.70$	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70 [m]
Momento componente orizzontale	$MH_{\text{perm}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 [kNm]
Momento componente Verticale	$MV_{\text{perm}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 [kNm]

Spinta del carico distribuito accidentale

Risultante	$R_{\text{acc}} = -38.65$	-38.65	-48.98	-38.65	-48.98	0.00 [kN]
Componente orizzontale	$RH_{\text{acc}} = -37.33$	-37.33	-47.31	-37.33	-47.31	0.00 [kN]
Componente verticale	$RV_{\text{acc}} = 10.00$	10.00	12.68	10.00	12.68	0.00 [kN]
Ascissa punto applicazione RV	$Xg_{\text{acc}} = 1.70$	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70 [m]
Momento componente orizzontale	$MH_{\text{acc}} = -150.74$	-150.74	-191.00	-150.74	-191.00	0.00 [kNm]
Momento componente Verticale	$MV_{\text{acc}} = 17.01$	17.01	21.55	17.01	21.55	0.00 [kNm]

Spinta carichi permanenti concentrati in sommità

Azione orizzontale	$RCH_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Azione verticale	$RCV_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Ordinata applicazione azione Orizz	$zT_{\text{som}} = 7.90$	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90 [m]
Ascissa applicazione azione Vert.	$xV_{\text{som}} = 1.35$	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35 [m]
Momento componente Orizzontale	$MCH_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 [kNm]
Momento componente Verticale	$MCV_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 [kNm]

Spinta carichi accidentali concentrati in sommità

Azione orizzontale	$RCH_{\text{som}} = -48.29$	-72.44	-62.78	-72.44	-72.44	0.00 [kN]
Azione verticale	$RCV_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Ordinata applicazione azione Orizz	$zT_{\text{som}} = 7.90$	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90 [m]
Ascissa applicazione azione Vert.	$xV_{\text{som}} = 1.35$	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35 [m]
Momento componente Orizzontale	$MCH_{\text{som}} = -415.29$	-622.94	-539.88	-622.94	-622.94	0.00 [kNm]
Momento componente Verticale	$MCV_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 [kNm]

Spinta aggiuntiva sul paramento

Azione orizzontale	$RCH_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Ordinata applicazione azione Orizz	$zT_{\text{som}} = 7.90$	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90 [m]
Momento componente Orizzontale	$MCH_{\text{som}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 [kNm]

Azioni dovute all'evento sismico

Inerzia terreno a monte	$S_{iTm} =$					-12.70 [kN]
Momento dell'inerzia terreno a monte	$M_{iTm} =$					-57.79 [kNm]
Spinta inerzia muro	$S_{ipp} =$					-9.20 [kN]
Momento dell'inerzia muro	$M_{ipp} =$					-22.03 [kNm]
Spinta inerzia dell'acqua	$E_{WD} =$			Se il terreno è impervio		-0.18 [kN]
Momento dell'inerzia dell'acqua	$M_{EWD} =$			Se il terreno è impervio		-0.06 [kNm]

Riepilogo resistenze globali

	Caso statico (GEO,STR)				Caso statico (NON)	Caso dinamico (NON)	
	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2			
RH_{tot} =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	181.69	[kN]
$RV_{perm+tacc}$ =	697.15	637.15	637.15	637.15	573.43	573.43	[kNm]
Momento delle comp. orizz. spinte a tergo MH_{tot} =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	148.38	[kNm]
Momento delle comp. vert. spinte a tergo MV_{tot} =	76.15	93.90	96.49	93.90	89.00	73.63	[kNm]
$M_{perm+tacc}$ =	1833.37	1641.37	1641.37	1641.37	1477.23	1477.23	[kNm]

Riepilogo azioni globali

Totale spinte orizzontali RH_{tot} =	-138.87	-182.34	-176.26	-182.34	-194.52	-227.15	[kN]
Totale spinte verticali RV_{tot} =	39.80	47.73	50.26	47.73	44.85	35.81	[kN]
Momento delle comp. orizz. spinte a tergo MH_{tot} =	-527.86	-648.25	-675.11	-648.25	-726.06	-615.24	[kNm]
Momento delle comp. vert. spinte a tergo MV_{tot} =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]

Verifiche di stabilità globale**VERIFICA ALLA TRASLAZIONE ORIZZONTALE**

	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2	Caso statico (NON)	Caso dinamico (GEO)	
Totale spinte orizzontali R_{htot} =	-138.87				-194.52	-227.15	[kN]
Resistenza allo scivolamento R_{res} =	391.84				234.82	505.64	[kN]
γ_{sciv} =	2.82				1.21	2.23	

VERIFICA ALLA ROTAZIONE

Momento delle comp. orizz. spinte a tergo Mo_{tot} =	-527.86				-726.06	-615.24	[kNm]
Momento stabilizzante M_{stab} =	1909.52				1566.23	1699.24	[kNm]
γ_{rib} =	3.62				2.16	2.76	

VERIFICA ALLA TRASLAZIONE VERTICALE

Totale spinte verticali N_{tot} =	736.95	684.88	687.41	684.88	618.29	609.25	[kN]
Totale spinte orizzontali H_{tot} =	-138.87	-182.34	-176.26	-182.34	-194.52	-45.45	[kN]
Momento risultante M_{ris} =	1381.66	1087.02	1062.75	1087.02	840.17	1084.01	[kNm]
Eccentricità rispetto all'asse fondazione e =	-0.48	-0.76	-0.80	-0.76	-0.99	-0.57	[m]
Larghezza reagente B_{app} =	4.70	4.70	4.64	4.70	4.08	4.70	[m]
Larghezza efficace B_{eff} =	3.750	3.174	3.092	3.174	2.718	3.559	[m]
Area efficace A_{eff} =	44.996	38.092	37.105	38.092	32.613	42.702	[m ²]
Tensione nel terreno lato monte σ_{monte} =	61.69	3.81	0.00	3.81	0.00	35.18	[kPa]
Tensione nel terreno lato valle σ_{valle} =	251.91	287.63	296.42	287.63	303.33	224.07	[kPa]
Coefficiente di sicurezza (d.m. 11.3.1988, pt.o D.4.4) σ_{lim} =	2.00	-	-	-	-	-	
Capacità portante limite σ_{lim} =	293.51	585.17	318.20	417.98	-	586.71	[kPa]

Verifiche delle sollecitazioni

Sezione di spiccato della parete frontale

AZIONI

	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2	Caso dinamico (GEO)	
Spinta orizzontale dell'acqua	RH _{H2O} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Peso del terreno sul paramento	P _{terr} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Spinta terreno a monte	R _{terr} =	-97.08	-97.08	-123.02	-134.22	[kN]
Comp. orizzontale spinta terreno a monte	RH _{terr} =	-93.78	-93.78	-118.82	-129.64	[kN]
Comp. verticale spinta terreno a monte	RV _{terr} =	25.13	25.13	31.84	34.74	[kN]
Ascissa	X ₃₀ =	0.35	0.35	0.35	0.35	[m]
Comp. Orizzontale sovraccarico permanente	RH _{perm} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Comp. Verticale sovraccarico permanente	RV _{perm} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Carico permanente conc. orizzontale	H _{perm} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Carico permanente conc. verticale	V _{perm} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Comp. Orizzontale sovraccarico accidentale	RH _{acc} =	-31.59	-37.33	-47.31	-42.91	[kN]
Comp. Verticale sovraccarico accidentale	RV _{acc} =	8.46	17.01	21.55	11.50	[kN]
Carico accidentale orizzontale	H _{acc} =	-4.02	-6.04	-5.23	0.00	[kN]
Carico accidentale verticale	V _{acc} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kN]
Peso proprio paramento	P _{par} =	117.25	117.25	117.25	117.25	[kN]
Inerzia sismica peso proprio paramento	I _{par} =				-4.18	[kN]

MOMENTI

Spinta orizzontale dell'acqua	M _{H2O} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]
Peso terreno a monte su paramento	M _{parV} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]
Comp. orizzontale spinta terreno a monte	M _{terrH} =	-206.41	-206.41	-261.55	-505.61	[kNm]
Comp. verticale spinta terreno a monte	M _{terrV} =	8.79	8.79	11.14	12.16	[kNm]
Comp. Orizzontale spinta sovr. Permanente	M _{permH} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]
Momento concentrato permanente	MC _{perm} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]
Comp. Orizzontale spinta sovr. accidentale	M _{accH} =	-107.93	-107.93	-136.75	-136.75	[kNm]
Momento concentrato accidentale	MC _{acc} =	-2.82	-4.23	-3.66	0.00	[kNm]
Peso proprio paramento	M _{pppar} =	0.00	0.00	0.00	0.00	[kNm]
Inerzia sismica peso proprio paramento	M _{par} =				-14.00	[kNm]
Momento sulla sezione di spiccato	M =	-308.36	-309.77	-390.82	-644.21	[kNm]
Azione assiale sulla sezione di spiccato	N =	150.84	159.38	170.64	163.49	[kN]
Taglio sulla sezione di spiccato	V =	-129.39	-137.15	-171.36	-176.73	[kN]

Classe calcestruzzo

Copriferro

Altezza utile

Sezione di verifica: H = 0.7 m , B = 1 m , c = 40 mm

Armatura minima As_{min} = 756.75 mmq

Armatura anteriore (compressa)

Armatura posteriore (tesa)

Passo staffe

Area staffe

Incidenza armature 46.79 kg/m3

Verifica SLU: App#1, c#2

Momento agente ultimo (+contr. del taglio)

Sezione pressoinflessa parzializzata, Campo di rottura '2'

Taglio limite: V_{lim} = 475.63 kN (Armatura a taglio necessaria)

Azione Taglio compressione: VR_{cd} = 1008.12 kN

Azione Taglio trazione: VR_{sd} = 2494.70 kN

Momento ultimo resistente Mr_d = 820.89 kNm

Verifica SLU: Sisma

Momento agente ultimo (+contr. del taglio)

Sezione pressoinflessa parzializzata, Campo di rottura '2'

Taglio limite: V_{lim} = 475.63 kN (Armatura a taglio necessaria)

Azione Taglio compressione: VR_{cd} = 1008.12 kN

Azione Taglio trazione: VR_{sd} = 2494.70 kN

Momento ultimo resistente Mr_d = 818.85 kNm

Verifica SLE comb. Frequente

Condizioni ambientali: Ordinarie

Sezione pressoinflessa parzializzata

□c= -4.86 MPa < -13.073 MPa (= 0.45 fck)

□s= 142.75 MPa < 360 MPa (=0.8fyk)

Ampiezza di fessurazione di verifica W_k= 0.102 mm (< 0.3 mm)

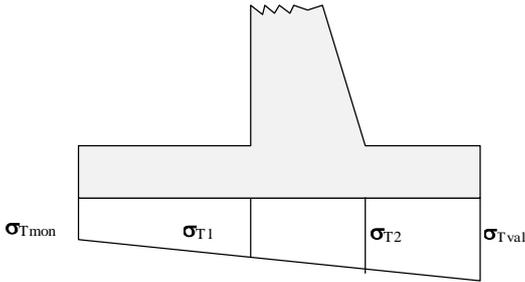
	28/35
c =	40 [mm]
d =	0.66 [m]

A's =	1005.28 [mmq]	(1024 passo 14cm, ossia 7024/m)
As =	3166.63 [mmq]	(1016 passo 20cm, ossia 5016/m)
Ps =	200 [mm]	
Ast =	1130.9 [mmq]	(staffe a 2 bracci minimo)

$$M'u = \frac{0}{492.61} \text{ [kNm]}$$

$$M'u = \frac{0}{749.19} \text{ [kNm]}$$

Sezione ciabatta di fondazione



Andamento delle tensioni nel terreno.

	σ_{Tmonte}	σ_{Tvalle}	B_{app}	σ_{t1}	σ_{t2}
SLS	61.69	251.91	4.70	183.10	211.43
App#1, c#1	3.81	287.63	4.70	184.97	227.24
App#1, c#2	0.00	296.42	4.64	187.77	232.51
App#2	3.81	287.63	4.70	184.97	227.24
iso dinamico (STR)	35.18	224.07	4.70	155.75	183.88

Sezione di verifica a monte: H = 1.2 m , B = 1 m , c = 40 mm

Momento totale alla sez. 1 monte
 Taglio totale alla sezione 1 monte
 Armatura minima Asmin = 1297.29 mmq
 Armatura inferiore (compressa)
 Armatura superiore (tesa)
 Passo staffe
 Area staffe

	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2	Caso dinamico (STR)
Mf_{mon}	299.88	470.71	489.45	470.71	420.44 [kNm]
Vf_{mon}	139.21	223.23	230.55	223.23	220.00 [kN]

$A's = 1005.28$ [mmq] (1016 passo 20cm, ossia 5016/m)
 $As = 1570.75$ [mmq] (1020 passo 20cm, ossia 5020/m)
 $Ps = 200$ [mm]
 $Ast = 1130.94$ [mmq] (staffe a 2 bracci minimo)

Incidenza armature 28.89 kg/m3

Verifica SLU: App#1, c#2

Momento agente ultimo (+contr. del taglio)
 Sezione semplicemente inflessa, Campo di rottura '2'
 Taglio limite: $Vlim = 763.00$ kN (Armatura a taglio non necessaria)
 Azione Taglio compressione: $VRcd = 1771.82$ kN
 Azione Taglio trazione: $VRsd = 4384.62$ kN
 Momento ultimo resistente $Mrd = 692.62$ kNm

$M'u = 626.40$ [kNm]

Verifica SLU: Sisma

Momento agente ultimo (+contr. del taglio)
 Sezione semplicemente inflessa, Campo di rottura '2'
 Taglio limite: $Vlim = 763.00$ kN (Armatura a taglio non necessaria)
 Azione Taglio compressione: $VRcd = 1771.82$ kN
 Azione Taglio trazione: $VRsd = 4384.62$ kN
 Momento ultimo resistente $Mrd = 692.62$ kNm

$M'u = 551.12$ [kNm]

Verifica SLE comb. Frequente

Condizioni ambientali: Ordinarie
 Sezione semplicemente inflessa
 $\sigma_c = 2.43$ MPa < -13.073 MPa (= 0.45 fck)
 $\sigma_s = 174.20$ MPa < 360 MPa (=0.8fyk)
 Ampiezza di fessurazione di verifica $Wk = 0.161$ mm (< 0.3 mm)

Sezione di verifica a valle: H = 1.2 m , B = 1 m , c = 0.66 mm

Momento totale alla sez. 2 valle
 Taglio totale alla sezione 2 valle
 Armatura minima Asmin = 1297.29 mmq
 Armatura inferiore (compressa)
 Armatura superiore (tesa)
 Passo staffe
 Area staffe

	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2	Caso dinamico (STR)
Mf_{val}	-92.96	-107.50	-111.31	-107.50	-79.09 [kNm]
Vf_{val}	-179.17	-204.93	-211.97	-204.93	-151.48 [kN]

$A's = 1005.28$ [mmq] (1016 passo 20cm, ossia 5016/m)
 $As = 1570.75$ [mmq] (1020 passo 20cm, ossia 5020/m)
 $Ps = 200$ [mm]
 $Ast = 1130.94$ [mmq] (staffe a 2 bracci minimo)

Incidenza armature 16.85 kg/m3

Verifica SLU: App#1, c#2

Momento agente ultimo (+contr. del taglio)
 Sezione semplicemente inflessa, Campo di rottura '2'
 Taglio limite: $Vlim = 763.00$ kN (Armatura a taglio non necessaria)
 Azione Taglio compressione: $VRcd = 1771.82$ kN
 Azione Taglio trazione: $VRsd = 4384.62$ kN
 Momento ultimo resistente $Mrd = 692.62$ kNm

$M'u = 237.22$ [kNm]

Verifica SLU: Sisma

Momento agente ultimo (+contr. del taglio)
 Sezione semplicemente inflessa, Campo di rottura '2'
 Taglio limite: $Vlim = 763.00$ kN (Armatura a taglio non necessaria)
 Azione Taglio compressione: $VRcd = 1771.82$ kN

$M'u = 169.07$ [kNm]

Azione Taglio trazione: VRsd = 4384.62 kN

Momento ultimo resistente Mrd = 692.62 kNm

Verifica SLE comb. Frequente

0

Condizioni ambientali: Ordinarie

Sezione semplicemente inflessa

$\sigma_c = -0.75 \text{ MPa} < -13.073 \text{ MPa} (= 0.45 f_{ck})$

$\sigma_s = -54.00 \text{ MPa} < 360 \text{ MPa} (= 0.8 f_{yk})$

Ampiezza di fessurazione di verifica $W_k = 0.032 \text{ mm} (< 0.3 \text{ mm})$

Sezione generica della parete frontale a 1m dallo spiccato

Altezza di calcolo $h_{calc} = 1.00$ [m]
Larghezza sezione generica $B2_{calc} = 0.70$ [m]

AZIONI

	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2	Caso dinamico (GEO)
Spinta orizzontale dell'acqua	$RH_{H2O} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Peso del terreno sul paramento	$P_{terr} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Spinta terreno a monte	$R_{terr} = -68.15$	-68.15	-86.35	-68.15	-94.39 [kN]
Comp. orizzontale spinta terreno a monte	$RH_{terr} = -65.82$	-65.82	-83.41	-65.82	-91.17 [kN]
Comp. verticale spinta terreno a monte	$RV_{terr} = 17.64$	17.64	22.35	17.64	24.43 [kN]
Ascissa	$X_{go} = 0.35$	0.35	0.35	0.35	0.35 [m]
Comp. Orizzontale sovraccarico permanente	$RH_{perm} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Comp. Verticale sovraccarico permanente	$RV_{perm} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Carico permanente conc. orizzontale	$H_{perm} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Carico permanente conc. verticale	$V_{perm} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Comp. Orizzontale sovraccarico accidentale	$RH_{acc} = -150.74$	-150.74	-191.00	-150.74	0.00 [kN]
Comp. Verticale sovraccarico accidentale	$RV_{acc} = 17.01$	17.01	21.55	17.01	0.00 [kN]
Carico accidentale conc. orizzontale	$H_{acc} = -4.02$	-6.04	-5.23	-6.04	0.00 [kN]
Carico accidentale conc. verticale	$V_{acc} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kN]
Peso proprio paramento	$P_{par} = 99.75$	99.75	99.75	99.75	99.75 [kN]
Inerzia sismica peso proprio paramento	$I_{par} =$				-3.56 [kN]

MOMENTI

Spinta orizzontale dell'acqua	$M_{H2O} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kNm]
Peso terreno a monte su paramento	$M_{parV} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kNm]
Comp. orizzontale spinta terreno a monte	$M_{terrH} = -126.16$	-126.16	-159.85	-126.16	-355.57 [kNm]
Comp. verticale spinta terreno a monte	$M_{terrV} = 6.17$	6.17	7.82	6.17	8.55 [kNm]
Comp. Orizzontale spinta sovr. Permanente	$M_{permH} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kNm]
Momento concentrato permanente	$MC_{perm} = -2.82$	-4.23	-3.66	-4.23	0.00 [kNm]
Comp. Orizzontale spinta sovr. accidentale	$M_{accH} = -77.70$	-77.70	-98.45	-77.70	-98.45 [kNm]
Momento concentrato accidentale	$MC_{acc} = -33.80$	-50.70	-43.94	-50.70	0.00 [kNm]
Peso proprio paramento	$M_{pppar} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00 [kNm]
Inerzia sismica peso proprio paramento	$M_{par} =$				-10.13 [kNm]

AZIONI DI VERIFICA

	SLS	App#1, c#1	App#1, c#2	App#2	Caso dinamico (STR)
Momento sulla sezione di spiccato	$M = -234.30$	-252.61	-298.09	-252.61	-455.60 [kNm]
Azione assiale sulla sezione di spiccato	$N = 134.39$	134.39	143.65	134.39	124.18 [kN]
Taglio sulla sezione di spiccato	$V = -220.59$	-222.60	-279.64	-222.60	-94.73 [kN]