



A.L.S.I.A.

Agenzia Lucana di Sviluppo e di Innovazione in Agricoltura
Viale Carlo Levi 6/i – 75100 – MATERA

Oggetto: PROGETTO PER LA RISTRUTTURAZIONE E RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEL COSTITUENDO POLO DELLE AGRO-BIOTECNOLOGIE DI PANTANELLO IN AGRO DI BERNALDA.
Finanziamento da riprogrammazione Regionale del Fondo Sviluppo e Coesione 2007/2013

PROGETTO DEFINITIVO

1	RELAZIONE TECNICA E QUADRO ECONOMICO
2	RELAZIONE PAESAGGISTICA
3	RELAZIONE GEOLOGICA
4	RELAZIONE GEOTECNICA
5	RELAZIONE DIMENSIONAMENTO STRUTTURE
6	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
7	COMPUTO METRICO ESTIMATIVO
8	ELENCO PREZZI E ANALISI
9	CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
10	PIANO DI SICUREZZA E DI COORDINAMENTO
11	CALCOLO ONERI SICUREZZA
12	INCIDENZA MANODOPERA
13	CRONOPROGRAMMA LAVORI
14	SCHEMA DI CONTRATTO
15	LISTA DELLE QUANTITA' PER RICHIESTA OFFERTA
16	COROGRAFIA – STRALCIO PRG – STRALCIO PIANO PAESISTICO
17	PLANIMETRIA GENERALE (stato di fatto e progetto)
18	EX CONVITTO CIFDA – Fabbricato n. 1
	STATO DI FATTO
18.1	PIANTE
18.2	SEZIONI
18.3	PROSPETTI
	PROGETTO
18.4	PIANTE
18.5	SEZIONI
18.6	PROSPETTI
	PARTICOLARI COSTRUTTIVI
18.7	SCALA ESTERNA
18.8	MURO DI SOSTEGNO
18.9	SEZIONE LONGITUDINALE ASCENSORE
18.10	ABACO DEGLI INFISSI ESTERNI
18.11	ABACO DEI VANI
18.12	DEMOLIZIONI E RICOSTRUZIONI
19	FABBRICATO UFFICI AGROBIOS – Fabbricato n. 2
20	SALA CONVEGNI – Fabbricato n. 3
20.1	PIANTE
20.2	SEZIONI E PROSPETTI
21	IMPIANTI TECNOLOGICI

SCALA =	DATA:	AGG.:
---------	-------	-------

Coordinatore della Sicurezza
Geom. Vito Barberio

Progettista e Direttore dei Lavori
Ing. Vincenzo Ragazzo

Responsabile del Procedimento
Geom. Gaetano Grande

RELAZIONE GEOTECNICA

Ai sensi del D.M. 14/01/2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009
“ Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni
di cui al D.M. 14 gennaio 2008”

Progetto: *Ristrutturazione edilizia e riqualificazione energetica del costituendo polo delle agro-biotecnologie di Pantanello in agro di Bernalda.*

Il progettista:

Ing. Vincenzo Ragazzo

Matera marzo 2016

INDICE

Premessa.....	“
1 Descrizione delle opere e degli interventi.....	“
2 Problemi geotecnici e scelte tipologiche.....	“
3 Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche e geofisiche.....	“
4 Caratterizzazione della pericolosità sismica di base del sito oggetto dell'intervento.....	“
5 Verifiche della sicurezza e delle prestazioni: identificazioni dei relativi stati limite e approcci di progetto.....	“
6 Caratterizzazione fisica e meccanica di terreni e delle rocce, definizione del modello geotecnico di sottosuolo e dei valori caratteristici dei parametri geotecnici.....	“
7 Caratterizzazione della stabilità del sito.....	“
8 Approcci progettuali e valori di progetto dei parametri geotecnici	“
9 Metodi di analisi e verifica.....	“
10 Risultati delle analisi e loro commento.....	“

PREMESSA

COMUNE: Bernalda (MT) –loc.tà Pantanello-

ZONA SISMICA:

Classificazione sismica dei Comuni				
ISTAT	denominazione	Decreti fino al 1982	Proposta del 1998	Attuale classificazione (D.G.R. n. 2000 del 4/11/2003 approvata con modifiche dalla D.C.R. n. 731 del 19/11/2003)
17077003	Bernalda	n.c.	III	2

ALTITUDINE: c.a 126,0 metri s.l.m..

TIPOLOGIA STRUTTURALE: Strutture in c.a. (corpi di fabbrica preesistenti, muri sostegno e scala esterna in progetto) e a struttura metallica (ascensore esterno in acciaio e vetro da realizzare);

TIPOLOGIA FONDAZIONI: Fondazioni dirette nastriformi per muri in c.a. ordite nelle direzioni x e y tra loro perpendicolari, piastra di fondazione in c.a. per ascensore.

La presente indagine geotecnica è stata redatta in conformità al D.M. 14/01/2008 (d'ora in poi denominato 'NTC' o Norme Tecniche per le Costruzioni) e alla relativa circolare esplicativa del C.S.LL.PP. n° 617/2009 (d'ora in poi denominata 'Circolare').

In particolare, in relazione a quanto previsto nei paragrafi 3.2 e 7.11.2 delle NTC e nei paragrafi C3.2 e C6.2.2.5 della Circolare, verranno considerati i seguenti aspetti:

1. descrizione delle opere e degli interventi
2. problemi geotecnici e scelte tipologiche
3. descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche e geofisiche
4. caratterizzazione della pericolosità sismica di base del sito oggetto dell'intervento
5. verifiche della sicurezza e delle prestazioni: identificazione dei relativi stati limite
6. caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni e delle rocce, definizione del modello geotecnico di sottosuolo e dei valori caratteristici dei parametri geotecnici
7. caratterizzazione della stabilità del sito
8. approcci progettuali e valori di progetto dei parametri geotecnici
9. metodi di analisi e verifica

10. risultati delle analisi e loro commento.

1. DESCRIZIONE DELLE OPERE E DEGLI INTERVENTI

Gli interventi di seguito descritti verranno realizzati all'interno del complesso immobiliare di proprietà regionale, sito in contrada Pantanello di Bernalda (MT), detenuto dall'ALSIA con contratto di comodato del 29/12/1998 rep. 4680 e contratto di comodato del 26/10/2015 rep. 16367.

Il progetto consiste nella realizzazione di:

a) interventi di manutenzione straordinaria e ristrutturazione edilizia

☐ interventi di ristrutturazione edilizia ed adeguamento

- ☐ Interventi di ripristino e/o sostituzione di alcuni elementi costitutivi dell'edificio quali rifacimento impianti (idrico/fognario/elettrico/fonia/dati/termico), lavori di rifinitura interna ed esterna (pavimentazioni, pitturazioni, rivestimenti, intonaci, marmi, porte, impermeabilizzazioni, sostituzioni infissi), fornitura e posa di nuove apparecchiature e arredi per le seguenti strutture:
 - fabbricato ex CIFDA -Fg. 115 P.Ila 56;
 - sala convegni -Fg. 115 p.Ila 298;
 - locale mensa -fg. 115 p.Ila 274;
 - uffici Agrobios -fg. 115 p.Ila 278;

☐ interventi di manutenzione straordinaria:

- ☐ Realizzazione di impianto solare termico e fotovoltaico installato sulla copertura piana dell'edificio (fabbricato ex CIFDA -Fg. 115 P.Ila 56), all'interno della sagoma;
- ☐ Apertura vano porta piano seminterrato (fabbricato ex CIFDA -Fg. 115 P.Ila 56);
- ☐ Lievi riduzioni superfici finestrate per passaggio linee servizi e coibentazione travi e pilastri (fabbricato ex CIFDA -Fg. 115 P.Ila 56);
- ☐ Demolizione di scale esterne;
- ☐ Modifica planimetrica aiuola antistante fabbricato ex CIFDA;

b) nuove costruzioni

- realizzazione di muri di contenimento in c.a. (spessore 30 cm con hvariabile ed hmax 3,00 ml f.t.) perimetrali (al fabbricato ex CIFDA -Fg. 115 P.Ila 56 e al vano ascensore);
- realizzazione di n. 1 ascensore esterno, in acciaio e vetro con fondazione a platea, a servizio del fabbricato ex CIFDA -Fg. 115 P.Ila 56- avente dimensioni planimetriche 3,20x2,00 m con hmax 15,50 ml, costituito da n. 4 livelli di piano;
- realizzazione di una bretella di collegamento con Agrobios, pavimentata in asfalto, avente larghezza utile di ml. 5,00 per una lunghezza di circa 15,00 ml;
- realizzazione scala esterna in c.a. di accesso piano seminterrato (fabbricato ex CIFDA -Fg. 115 P.Ila 56).

2. PROBLEMI GEOTECNICI E SCELTE TIPOLOGICHE

Il modello geologico, illustrato nella relazione geologica del dott. Domenico Laviola, allegata al progetto, ha posto in evidenza quanto segue:

- 1) *“I rilevamenti eseguiti non hanno evidenziato la presenza di movimenti franosi in atto o quiescenti e/o evidenti vie di acqua di ruscellamento (Relazione Geologica paragrafo “3 – CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE”) , per cui il sito nel complesso è da ritenere stabile nei confronti di fenomeni gravitativi;*
- 2) *“Dal punto di vista idrogeologico i terreni affioranti presentano una permeabilità da media ad elevata”, (Relazione Geologica paragrafo 8 - CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI IN ORDINE AGLI SCARICHI IDRICI) e una falda idrica presumibilmente superficiale perché “Le misure effettuate mediante freatimetro nel corso prova penetrometrica hanno rilevato la presenza di una falda acquifera di tipo semiartesiano il cui livello piezometrico risale a circa 6m dal p.c.. (Relazione Geologica paragrafo “4 – CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE”);*
- 3) *“L’analisi dell’indagine SIS evidenzia la presenza di tre unità geosismiche..... il primo sismostrato, quello più superficiale, con uno spessore medio di circa 4 m, con velocità delle onde P (Vp) di circa 400 m/s e delle onde S (Vs) di 165 m/s, riferibile a depositi superficiali interessati dai processi di pedogenesi; Il secondo sismostrato presenta anch’esso uno spessore di circa 4 m metri, con velocità media delle onde Vp di 1200 m/s e delle onde Vs di 570 m/s e **corrisponde ad un ad un livello di terreni con discreto grado di addensamento**; Segue un terzo sismostrato di spessore indefinito, caratterizzato da una velocità Vp di circa 2000 m/s e Vs 750 m/s che tende ad aumentare gradualmente con la profondità, riferibile a un livello di **terreno consistente con buone caratteristiche geotecniche** e ascrivibile al substrato in posto..... il sito in esame rientra quindi nella categoria B “Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30> 250 kPa nei terreni a grana fina)” (Relazione geologica paragrafo “6 – CARATTERISTICHE SISMICA DEL SITO DI PROGETTO”);*
- 4) *L’esame della colonna stratigrafica evidenzia la presenza al di sotto dei terreni del piazzale di una Unità lito-tecnica (Unità 1) costituita da sabbia con ciottoli di colore rossastro per effetto dei processi pedogenetici per uno spessore di 3.5 m; al di sotto di questi è presente una seconda Unità (Unità 2) formata da sabbia con ciottoli di colore giallastro. Tale unità è presente fino a fondo prova. (Relazione geologica paragrafo “7 - MODELLO GEOLOGICO-TECNICO”).*

Sulla base dello studio geologico condotto, di seguito vengono indicati gli interventi da effettuare, per ognuno dei quali viene indicata la tipologia di fondazioni previste.

a) interventi di manutenzione straordinaria e ristrutturazione edilizia

Tutti gli interventi previsti rientrano nella fattispecie degli interventi di riparazione o intervento locale di cui al paragrafo 8.4.3 delle NTC 2008 e paragrafo C8.4.3 della Circolare Esplicativa, perchè riguardano "...singole parti e/o elementi della struttura e interessano porzioni limitate della costruzione...". Pertanto il progetto e la valutazione della sicurezza vengono riferite alle singole membrature interessate in quanto la loro realizzazione non influenza (ovvero non interagisce con) il meccanismo resistente delle strutture preesistenti e/o comporta un leggero aggravio dei carichi (inferiore al 10%), complessivamente gravanti in fondazione e, conseguentemente, una variazione trascurabile delle preesistenti condizioni di sicurezza.

Infatti, al punto 8.4.1 delle Norme Tecniche citate è riportato quanto segue:

È fatto obbligo di procedere alla valutazione della sicurezza e, qualora necessario, all'adeguamento della costruzione, a chiunque intenda:

- a) sopraelevare la costruzione;*
- b) ampliare la costruzione mediante opere strutturalmente connesse alla costruzione;*
- c) apportare variazioni di classe e/o di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali in fondazione superiori al 10%; resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;*
- d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente.*

In particolare i pannelli fotovoltaici, aventi dimensioni (Larg x Lungx spess) 986x1651x46 mm saranno collocati sul lastrico solare del fabbricato ex CIFDA, che non presenta problemi statici (vedi relazione di calcolo): tale soluzione non comporta alcuna ".....variazioni di classe e/o di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali in fondazione superiori al 10%...".

b) nuove costruzioni

-muri di contenimento in c.a. (spessore ala 30,00 cm con H variabile e H_{max} 3,00 ml f.t.) per apertura porta prospetto sud fabbricato ex CIFDA e per vano fossa ascensore.

Dimensioni della fondazione nastriforme:

- Larghezza= 2,50 ml;
- Lunghezza= variabile;
- Altezza= 40,00 cm;
- Profondità di posa= 3,00 ml dal p.c.

-ascensore esterno in acciaio e vetro, con struttura isolata dal fabbricato.

Dimensioni della platea di fondazione:

- Larghezza 4,00 m;
- Lunghezza 5,20 m;
- Altezza 40,00 cm;
- Profondità di posa 3,00 ml. dal p.c.

-scala esterna in c.a.:

- Tipologia: n. 2 rampe a soletta portante con pianerottolo intermedio;
- Larghezza: 1,20 ml;
- Lunghezza rampe: variabile (da 1,60 ml a 1,92 ml);
- N. Gradini: n. 6 prima rampa e n. 5 seconda rampa
- N. rampe: 2.

3. DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DELLE INDAGINI E DELLE PROVE GEOTECNICHE E GEOFISICHE

Nel sito oggetto di intervento sono state effettuate le seguenti indagini [Relazione Geologica paragrafo “*Elementi generali delle indagini*”]:

- n°01 prova penetrometrica dinamica continua DPSH, per la deduzione della stratigrafia presente nonché per avere una stima dei parametri geotecnici (denominata Din1);
- n°01 prospezione sismica a rifrazione per la ricostruzione del modello sismostratigrafico del sito (denominata SIS);
- n°01 prospezione tomografico-elettrica per la determinazione della resistività dei terreni investigati (denominata TOMO).

Come rilevasi dalla suddetta relazione il suddetto programma di indagini risulta essere adeguato e sufficiente per “..... *ottenere informazioni di dettaglio sulle caratteristiche geotecniche e sismiche del sito d'interesse e sulla caratterizzazione idrogeologica...*” dell'area oggetto di intervento.

4. CARATTERIZZAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DEL SITO OGGETTO DELL'INTERVENTO

La pericolosità sismica di base costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La determinazione è stata eseguita secondo l'approccio semplificato previsto dal § 3.2.2 delle NTC. La Relazione Geologica ha fornito i seguenti risultati:

- **Classificazione della categoria di sottosuolo secondo quanto previsto nella tabella 3.2.II delle NTC:** il sottosuolo, a partire dal livello del piano di posa delle fondazioni, può essere assimilato a **categoria 'B'**: **$(Vs30 = 30/0.06 = 500 \text{ m/s})$** : “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e $cu30 > 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina)*”
- **Classificazione delle condizioni topografiche secondo quanto previsto nelle tabelle 3.2.IV e 3.2.VI delle NTC:** la superficie topografica può essere classificata come appartenente alla **categoria T1**, in quanto per il sito di interesse è stata considerata la topografica Categoria T1 essendo l'area poco acclive [Relazione Geologica paragrafo “6.2 – *Caratterizzazione sismica del sito di progetto*”].
- **Altri parametri di input definiti nel paragrafo 3 delle NTC:** i seguenti parametri di input per la determinazione delle forme spettrali sono caratterizzati dai valori elencati:

Coordinate geografiche della località in esame:

○ **Latitudine:** $\phi_{ED50} = 40,40700$

- **Longitudine:** $\phi_{ED50} = 16,68800$
- a. **Vita nominale della struttura, V_N : 50 anni**
- b. **Classe d'uso della struttura, C_u :** classe II (*"costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali"*)
- c. Coefficiente di smorzamento viscoso equivalente: **5%**.
- d. Fattore di struttura, q (per componente orizzontale del sisma): **4,00**
- e. Fattore di struttura, q (per componente verticale del sisma): **1,00**

Il risultato, in termini dei parametri utilizzati per la definizione delle forme spettrali, è sintetizzato nella seguente tabella:

	SL	P_{VR}	T_r	a_g	F_o	T_c	S	T_b	T_c	T_d	F_v
SLO	operatività	81%	30	0,035	2,420	0,280	1,200	0,132	0,397	1,742	0,616
SLD	danno	63%	50	0,044	2,450	0,310	1,200	0,144	0,431	1,778	0,697
SLV	Salv. Vita	10%	475	0,102	2,570	0,410	1,200	0,180	0,539	2,006	1,106
SLC	collasso	5%	975	0,124	2,660	0,430	1,200	0,187	0,560	2,097	1,266

In particolare:

- Vita di riferimento, $V_R =$ 50 anni
- Tempo di ritorno SLV, $T_r =$ 475 anni
- Tempo di ritorno SLD, $T_r =$ 50 anni

5. VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI: IDENTIFICAZIONE DEI RELATIVI STATI LIMITE E APPROCCI DI PROGETTO

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE) sono effettuate nel rispetto dei principi delineati nel paragrafo 6.2.3 delle NTC.

In particolare, sono state verificate le seguenti condizioni:

- **SLU: $E_d \leq R_d$** (valore di progetto dell'azione minore o uguale al valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico)
- **SLE: $E_d \leq C_d$** (valore di progetto dell'effetto delle azioni minore o uguale al prescritto valore limite dell'effetto delle azioni, quest'ultimo stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione)

Le verifiche degli SLU sono state eseguite per la prevista tipologia di fondazioni superficiali nei confronti dei seguenti SLU di tipo geotecnico (GEO), con i seguenti approcci di progetto, come

delineati nel § 6.4.2.1 delle NTC e con i valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I:

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno: **Approccio 2 (A1+M1+R3)**
- collasso per scorrimento sul piano di posa: **Approccio 1 combinazione 2 (A2+M2+R2)**
- stabilità globale: **Approccio 1 combinazione 2 (A2+M2+R2)**

6. CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE, DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO DI SOTTOSUOLO E DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

In base ai risultati delle prove geotecniche e geofisiche eseguite e del rilievo effettuato nei dintorni, il terreno di sedime (paragrafo “*parametri geotecnici caratteristici*” della Relazione Geologica) può essere caratterizzato come segue, dall'alto verso il basso:

<i>stratigrafia</i>	<i>Profondità</i>	<i>Unità lito-tecnica</i>	<i>Unità lito-tecnica (γ) t/m³</i>	<i>Coesione (c) t/m²</i>	<i>Angolo di resistenza al taglio (φ) gradi</i>
STRATO 1)	Da p.c. a -3,50 m	Sabbie medio fini di colore rossastro con ciottoli	1.65	0	28
STRATO 2)	Da -3,50 a -8,00 m	Sabbie medio fini di colore giallastro con ciottoli	1.75	0	31

Lo strato superficiale di coltre alterata e suolo vegetale verrà rimosso per eseguire gli scavi di fondazione. La profondità di posa delle fondazioni sarà, comunque, attestata sempre ad almeno -1,10 m rispetto al piano campagna.

Pertanto, le caratteristiche geomeccaniche del terreno fondale che interagisce con le strutture in progetto (muri sostegno, scala esterna e platea ascensore) sono sempre quelle dello strato 2).

7. CARATTERIZZAZIONE DELLA STABILITÀ DEL SITO

In base alle risultanze della relazione geologica allegata al progetto e all'attenta osservazione delle caratteristiche morfologiche e litostratigrafiche, considerato che non si rilevano fenomeni gravitativi o dissesti in atto, tenuto conto che le strutture verranno costruite su di un'area poco acclive (ovvero quasi pianeggiante), il sito oggetto di intervento è da ritenere stabile nei confronti dei dissesti gravitativi.

Nei confronti della liquefazione, il sito è da ritenere non a rischio in quanto la stratigrafia non comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda (NTC 7.11.3.4).

Per quanto attiene ai potenziali fenomeni di instabilità dei fronti di scavo si pone in evidenza che è comunque sempre necessario il rispetto, in fase di esecuzione, delle seguenti norme sulla sicurezza:

- D.Lgs 81/2008, art. 118: *Nei lavori di splanteamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m 1,50, e' vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete. Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.*
- D.Lgs 81/2008, art. 118: *Nello scavo di pozzi e di trincee profondi piu' di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilita', anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, alla applicazione delle necessarie armature di sostegno.*
- D.Lgs 81/2008, art. 120: *E' vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.*
- DM 14 01 08 "Norme tecniche sulle costruzioni", 6.8.6. (fronti di scavo): *Per scavi trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una armatura di sostegno delle pareti di scavo.*

8. APPROCCI PROGETTUALI E VALORI DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

La verifica di resistenza del terreno interagente con la struttura in progetto viene condotta con l'**Approccio 2** con la Combinazione (**A1 + M1 + R3**), nella quale i coefficienti A1 sono gli stessi delle verifiche strutturali, i coefficienti M1 sono tutti unitari ed il coefficiente R3 per la verifica della capacità portante $\gamma_R=2,3$.

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

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

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

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

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

Tabella 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

9. METODI DI ANALISI E VERIFICA

a) interventi di manutenzione straordinaria e ristrutturazione edilizia

Vengono volutamente omesse, per quanto evidenziato al paragrafo 1. della presente relazione, le analisi e verifiche geotecniche sui fabbricati preesistenti oggetto di manutenzione straordinaria e ristrutturazione, in quanto la realizzazione delle opere (ivi compresa l'installazione dei pannelli sul lastrico solare) non comporta un aggravio dei carichi complessivamente gravanti sulla fondazione della struttura interessata e, conseguentemente, un peggioramento delle attuali condizioni di sicurezza.

b) nuove costruzioni

MURI SOSTEGNO

Si considera quello più significativo (ovvero quello denominato muro ascensore).

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

Verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 2 (A1 + M1 + R3)

Le azioni permanenti non vengono amplificate se favorevoli alla sicurezza, mentre vengono amplificate del 30% se sfavorevoli alla sicurezza

Le azioni variabili non vengono tenute in conto se favorevoli alla sicurezza, mentre vengono amplificate del 50% se sfavorevoli alla sicurezza

I parametri geotecnici dei terreni non vengono ridotti

Coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

Coeff. sicurezza allo scorrimento = 1,1

Coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1,4

Coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2) - di riporto sopra la fondaz. di monte (3)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

calcolo spostamenti permanenti indotti dal sisma: metodo Newmark > Whitman e Liao

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a sbalzo in C.A.

DATI GEOMETRICI

scarpa esterna, $Se = 0$ m

spessore muro in testa, $Bm = 0,3$ m

scarpa interna, $Si = 0$ m

altezza parte superiore muro, $Hm = 3$ m

altezza complessiva muro, $H = 3,5$ m

altezza fondazione, $Hf = 0,5$ m

larghezza fondazione, $B = 2,5$ m

sviluppo fondazione a monte, $L = 1,4$ m

altezza dente di fondazione, $Hd = 0,4$ m

larghezza dente di fondazione, $Ld = 0,3$ m

inclinazione pendio di monte, i (°) = 0

affond. piano di posa fondazione, $D = 1$ m

affond. terreno di monte rispetto al coronamento muro, $Ha = 0,2$ m

spessore del magrone, $Sm = 15$ cm

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g1 = 1650$ kg/mc

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g2 = 1750$ kg/mc

peso dell'unità di volume del terreno di riporto sopra la fondaz., $g3 = 1750$ kg/mc

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi1$ (°) = 28

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi2$ (°) = 31

angolo di attrito terrapieno-muro (°) = 19

angolo di attrito diaframma verticale da estremo di fondaz. di monte (°) = 0

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno (°) = 21

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione (°) = 21

coesione drenata terreno di fondazione, $C2 = 0$ kg/mq

costante di sottofondo o di Winkler del terreno di fondazione $kt = 7$ kg/cm²

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $gm = 2500$ kg/mc

peso dell'unità di volume del magrone = 1500 kg/mc

Calcestruzzo

resistenza caratteristica cubica a compressione $Rck = 300$ kg/cm²

modulo di elasticità longitudinale $E_c = 319173 \text{ kg/cmq}$
coeff. parziale di sicurezza = 1,5
diagramma di calcolo tensione-deformazione: parabola-rettangolo
deformazione $ec2 = 0,2\%$
deformazione $ec3 = 0,175\%$
deformazione $ec4 = 0,07\%$
deformazione di rottura o ultima = 0,35%
resistenza media a compress. cilindrica $f_{cm} = 330,55 \text{ kg/cmq}$
resistenza caratteristica a compress. cilindrica a 28 gg $f_{ck} = 249 \text{ kg/cmq}$
resistenza di calcolo a compress. $f_{cd} = 141,1 \text{ kg/cmq}$
resistenza media a trazione $f_{ctm} = 25,75 \text{ kg/cmq}$
resistenza caratteristica a trazione $f_{ctk} = 18,02 \text{ kg/cmq}$
resistenza di calcolo a trazione $f_{ctd} = 12,01 \text{ kg/cmq}$

Acciaio

tipo di acciaio: B450C
modulo di elasticità longitudinale $E_s = 2100000 \text{ kg/cmq}$
coeff. parziale di sicurezza = 1,15
diagramma di calcolo tensione-deformazione: elastico-perfettamente plastico
deformazione di snervamento = 0,186%
deformazione a rottura = 1%
tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 4500 \text{ kg/cmq}$
resistenza di calcolo dell'acciaio $f_{yd} = 3913,04 \text{ kg/cmq}$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

terrapieno: di tipo variabile, $q_1 = 200 \text{ kg}^*\text{m}$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,3364; Latitudine=38,1119
Nodi della maglia elementare del reticolo sismico che contiene il sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	45174	4,7
2	45175	4
3	45397	4,3
4	45396	4,9

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50$ anni
Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)
Categoria di sottosuolo = B
Categoria topografica = T1
accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 1

VERIFICHE AGLI S.L.E.

valore massimo ammissibile della tangente dell'angolo di rotazione del piano di posa della fondazione = 0,01 ($\beta_{max}=0,57^\circ$)
spostamento permanente ammissibile per effetto del sisma = 2 cm

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazioni fondamentali (assenza di sisma)

Azioni permanenti G:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- carico concentrato sul coronamento del muro e sovraccarico permanente sul terrapieno
- spinte del terreno

Azioni variabili Q:

- sovraccarico saltuario sul terrapieno q_1 (es. derivante da traffico veicolare)
- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazioni sismiche

Azione sismica E

Azioni permanenti G

Azioni variabili Q (con coeff. riduttivo di combinazione)

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti

per interpolazione con quelli dei quattro nodi della maglia elementare che contiene il sito

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,426	0,043	2,336	0,23
50	0,594	0,061	2,336	0,25
72	0,736	0,075	2,32	0,26
101	0,886	0,09	2,313	0,265
140	1,038	0,106	2,318	0,27
201	1,223	0,125	2,325	0,28
475	1,735	0,177	2,377	0,29
975	2,248	0,229	2,422	0,305
2475	3,037	0,31	2,51	0,32

Periodo di riferimento, Vr = 50 anni

coeff. di amplificazione topografica, St = 1

Verifiche agli SLU (Stato Limite di salvaguardia della Vita - SLV)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento Pvr = 10%

Tempo di ritorno Tr = 475 anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridotto ed orizz ag = 1,735 m/s²

parametro Fo = 2,38

acc. orizz. max attesa al sito a_{max} = 2,082 m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica Ss = 1,2

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito Bm = 0,24

Coefficiente sismico orizzontale Ch = 0,0509

Coefficiente sismico verticale Cv = 0,0255

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno - SLD)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento Pvr = 63%

Tempo di ritorno Tr = 50 anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridotto ed orizz ag = 0,594 m/s²

parametro Fo = 2,34

acc. orizz. max attesa al sito a_{max} = 0,713 m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica Ss = 1,2

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito Bm = 0,18

Coefficiente sismico orizzontale Ch = 0,0131

Coefficiente sismico verticale Cv = 0,0065

VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

COMBINAZ. FONDAMENTALE 1 (assenza di sovraccarico accidentale)

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. carichi permanenti favorevoli alla sicurezza = 1

coeff. carichi permanenti sfavorevoli alla sicurezza = 1,3

coeff. carichi variabili favorevoli alla sicurezza = 0

coeff. carichi variabili sfavorevoli alla sicurezza = 1,5

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, Fi1d (°) = 28

coeff. di spinta attiva, Ka = 0,361033

Spinta attiva dovuta al terrapieno, Sat = 4077,6 kg

componente orizzontale, Sath = 4077,6 kg

braccio componente orizzontale = 0,83 m

componente verticale, Satv = 0 kg

braccio componente verticale = 2,5 m

Spinta attiva complessiva, Sa = 4077,6 kg

Componente della risultante delle forze parallela al piano di scorrimento, Rt = 2616,28 kg

Componente della risultante delle forze normale al piano di scorrimento, Rn = 11687,33 kg

Componente orizzontale della risultante delle forze che interessa il dente, Rhd = 636,11 kg

Componente verticale della risultante delle forze che interessa il dente, Rvd = 1504,2 kg

coeff. di sicurezza piano di scorrimento = 2,48

verifica soddisfatta

VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. carichi permanenti favorevoli alla sicurezza = 1

coeff. carichi permanenti sfavorevoli alla sicurezza = 1,3
 coeff. carichi variabili favorevoli alla sicurezza = 0
 coeff. carichi variabili sfavorevoli alla sicurezza = 1,5
 angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $\phi_{2d} (^{\circ}) = 31$
 coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 0 \text{ kg/mq}$
 Risultante dei carichi in fondazione, $R = 13609,76 \text{ kg}$
 angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $22,92^{\circ}$
 eccentricità di R, $E_c = -0,08 \text{ m}$
 $B/6 = 0,42 \text{ m}$
 base del muro non parzializzata
 larghezza ridotta della fondazione, $B' = 2,34 \text{ m}$
 fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,56$ $i_q = 0,56$ $i_g = 0,07$
 fattori del carico limite, $N_c = 32,67$ $N_q = 20,63$ $N_g = 25,99$
 carico limite unitario, $q_{lim} = 2,61 \text{ kg/cmq}$
 carico limite, $Q_{lim} = 61227,75 \text{ kg}$
 carico di esercizio, $R_v = 12535 \text{ kg}$
 coeff. di sicurezza = 4,88
 verifica soddisfatta

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico
 angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $\phi_{id} (^{\circ}) = 25,67$
 coesione drenata di progetto, $C_d = 0 \text{ kg/mq}$
 n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $X_c (m) = 1,19$ $Y_c (m) = 4,2$ $R_c (m) = 4,91$

concio W_t W_q α ($^{\circ}$) u DX Fsh B Fsv N T
 1 147,14 0 -45,81 0 0,42 0 4,2 0 270,49 57,74
 2 410,85 0 -39,18 0 0,42 0 4,2 0 641,72 136,99
 3 620,83 0 -33,14 0 0,42 0 4,2 0 861,54 183,92
 4 788,66 0 -27,5 0 0,42 0 4,2 0 1000,23 213,52
 5 921,26 0 -22,13 0 0,42 0 4,2 0 1089,08 232,49
 6 1023,05 0 -16,96 0 0,42 0 4,2 0 1144,08 244,23
 7 1096,91 0 -11,93 0 0,42 0 4,2 0 1174,12 250,65
 8 1144,7 0 -7 0 0,42 0 4,2 0 1184,33 252,83
 9 1410,27 0 -2,8 0 0,3 0 4,2 0 1426,83 304,59
 10 2703,27 0 1,35 0 0,41 0 4,2 0 2690,48 574,35
 11 2685,11 0 6,15 0 0,41 0 4,2 0 2639,94 563,56
 12 2643,37 0 10,99 0 0,41 0 4,2 0 2585,55 551,95
 13 2577,11 0 15,91 0 0,41 0 4,2 0 2526,02 539,24
 14 2484,73 0 20,95 0 0,41 0 4,2 0 2459,59 525,06
 15 2363,78 0 26,18 0 0,41 0 4,2 0 2383,77 508,88
 16 2210,53 0 31,65 0 0,41 0 4,2 0 2294,79 489,88
 17 2019,25 0 37,48 0 0,41 0 4,2 0 2186,48 466,76
 18 1780,59 0 43,8 0 0,41 0 4,2 0 2047,8 437,15
 19 1477,73 0 50,91 0 0,41 0 4,2 0 1855,83 396,17
 20 1073,61 0 59,4 0 0,41 0 4,2 0 1549,76 330,83
 21 419,86 0 71,77 0 0,41 0 4,2 0 814,25 173,82

$L (m) = 11,03$

$M_{resist} = 82149,9 \text{ kg}\cdot\text{m}$

$M_{instab} = 36482,93 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 2,252

verifica soddisfatta

COMBINAZ. FONDAMENTALE 2 (presenza di sovraccarico accidentale)

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico
 coeff. carichi permanenti favorevoli alla sicurezza = 1
 coeff. carichi permanenti sfavorevoli alla sicurezza = 1,3
 coeff. carichi variabili favorevoli alla sicurezza = 0
 coeff. carichi variabili sfavorevoli alla sicurezza = 1,5
 angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\phi_{1d} (^{\circ}) = 28$
 coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,361033$
 Spinta attiva dovuta al terrapieno, $Sat = 4077,6 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 4077,6 \text{ kg}$
 braccio componente orizzontale = $0,83 \text{ m}$
 componente verticale, $S_{atv} = 0 \text{ kg}$
 braccio componente verticale = $2,5 \text{ m}$
 Spinta attiva dovuta al sovraccarico sul terzopieno, $S_{aq} = 267,16 \text{ kg}$
 componente orizzontale, $S_{aqh} = 267,16 \text{ kg}$
 braccio componente orizzontale = $1,45 \text{ m}$
 componente verticale, $S_{aqv} = 0 \text{ kg}$
 braccio componente verticale = $2,5 \text{ m}$
 Spinta attiva complessiva, $S_a = 4344,77 \text{ kg}$
 Componente della risultante delle forze parallela al piano di scorrimento, $R_t = 2963,25 \text{ kg}$
 Componente della risultante delle forze normale al piano di scorrimento, $R_n = 11750,42 \text{ kg}$
 Componente orizzontale della risultante delle forze che interessa il dente, $R_{hd} = 684,2 \text{ kg}$
 Componente verticale della risultante delle forze che interessa il dente, $R_{vd} = 1504,2 \text{ kg}$
 coeff. di sicurezza piano di scorrimento = $2,22$
 verifica soddisfatta

VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico
 coeff. carichi permanenti favorevoli alla sicurezza = 1
 coeff. carichi permanenti sfavorevoli alla sicurezza = $1,3$
 coeff. carichi variabili favorevoli alla sicurezza = 0
 coeff. carichi variabili sfavorevoli alla sicurezza = $1,5$
 angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $\phi_{2d} (^{\circ}) = 31$
 coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 0 \text{ kg/mq}$
 Risultante dei carichi in fondazione, $R = 13770,8 \text{ kg}$
 angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $24,46^{\circ}$
 eccentricità di R , $E_c = -0,13 \text{ m}$
 $B/6 = 0,42 \text{ m}$
 base del muro non parzializzata
 larghezza ridotta della fondazione, $B' = 2,25 \text{ m}$
 fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,53$ $i_q = 0,53$ $i_g = 0,04$
 fattori del carico limite, $N_c = 32,67$ $N_q = 20,63$ $N_g = 25,99$
 carico limite unitario, $q_{lim} = 2,26 \text{ kg/cmq}$
 carico limite, $Q_{lim} = 50856,8 \text{ kg}$
 carico di esercizio, $R_v = 12535 \text{ kg}$
 coeff. di sicurezza = $4,06$
 verifica soddisfatta

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico
 angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $\phi_d (^{\circ}) = 25,67$
 coesione drenata di progetto, $C_d = 0 \text{ kg/mq}$
 n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $X_c (m) = 1,19$ $Y_c (m) = 4,2$ $R_c (m) = 4,91$

concio W_t W_q $\alpha (^{\circ})$ u DX F_{sh} B F_{sv} N T

1	147,14	0	-45,81	0	0,42	0	4,2	0	273,72	60,88
2	410,85	0	-39,18	0	0,42	0	4,2	0	647,43	143,99
3	620,83	0	-33,14	0	0,42	0	4,2	0	867,42	192,92
4	788,66	0	-27,5	0	0,42	0	4,2	0	1005,49	223,62
5	921,26	0	-22,13	0	0,42	0	4,2	0	1093,43	243,18
6	1023,05	0	-16,96	0	0,42	0	4,2	0	1147,43	255,19
7	1096,91	0	-11,93	0	0,42	0	4,2	0	1176,45	261,65
8	1144,7	0	-7	0	0,42	0	4,2	0	1185,67	263,7
9	1410,27	0	-2,8	0	0,3	0	4,2	0	1427,46	317,47
10	2703,27	106,45	1,35	0	0,41	0	4,2	0	2795,84	621,8
11	2685,11	106,45	6,15	0	0,41	0	4,2	0	2742,02	609,83
12	2643,37	106,45	10,99	0	0,41	0	4,2	0	2685,2	597,2
13	2577,11	106,45	15,91	0	0,41	0	4,2	0	2624,06	583,6
14	2484,73	106,45	20,95	0	0,41	0	4,2	0	2556,88	568,66
15	2363,78	106,45	26,18	0	0,41	0	4,2	0	2481,26	551,84
16	2210,53	106,45	31,65	0	0,41	0	4,2	0	2393,64	532,35
17	2019,25	106,45	37,48	0	0,41	0	4,2	0	2288,27	508,92
18	1780,59	106,45	43,8	0	0,41	0	4,2	0	2154,89	479,25

19 1477,73 106,45 50,91 0 0,41 0 4,2 0 1972,34 438,65
 20 1073,61 106,45 59,4 0 0,41 0 4,2 0 1684,71 374,68
 21 419,86 106,45 71,77 0 0,41 0 4,2 0 1004,16 223,33
 L (m) = 11,03
 M_resist = 85407,64 kg*m
 M_instab = 39515,96 kg*m
 Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 2,161
 verifica soddisfatta

COMBINAZ. SISMICA (sovraccarico accidentale con coeff. di combinaz.) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico
 coeff. carichi permanenti favorevoli alla sicurezza = 1
 coeff. carichi permanenti sfavorevoli alla sicurezza = 1
 coeff. carichi variabili favorevoli alla sicurezza = 0
 coeff. carichi variabili sfavorevoli alla sicurezza = 1
 angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, ϕ_{1d} (°) = 28
 coeff. di spinta attiva, K_a = 0,361033
 Spinta attiva dovuta al terrapieno, S_{at} = 4077,6 kg
 componente orizzontale, S_{ath} = 4077,6 kg
 braccio componente orizzontale = 0,83 m
 componente verticale, S_{atv} = 0 kg
 braccio componente verticale = 2,5 m
 Spinta attiva dovuta al sovraccarico sul terrepiano, S_{aq} = 267,16 kg
 componente orizzontale, S_{aqh} = 267,16 kg
 braccio componente orizzontale = 1,45 m
 componente verticale, S_{aqv} = 0 kg
 braccio componente verticale = 2,5 m
 Spinta attiva complessiva, S_a = 4344,77 kg
 coeff. di spinta dinamico, K_{ad} = 0,393965
 Incremento di spinta attiva dovuto al sisma = 283 kg
 componente orizzontale = 283 kg
 braccio componente orizzontale = 0,83 m
 componente verticale = 0 kg
 braccio componente verticale = 2,5 m
 Forza d'inerzia, F_i = 638,4 kg
 braccio forza d'inerzia = 1,46 m
 Componente della risultante delle forze parallela al piano di scorrimento, R_t = 2636,48 kg
 Componente della risultante delle forze normale al piano di scorrimento, R_n = 11405,5 kg
 Componente orizzontale della risultante delle forze che interessa il dente, R_{hd} = 631,94 kg
 Componente verticale della risultante delle forze che interessa il dente, R_{vd} = 1465,9 kg
 coeff. di sicurezza piano di scorrimento = 2,41
 verifica soddisfatta
 condizione di sisma verticale più gravosa: dal basso verso l'alto

VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico
 coeff. carichi permanenti favorevoli alla sicurezza = 1
 coeff. carichi permanenti sfavorevoli alla sicurezza = 1
 coeff. carichi variabili favorevoli alla sicurezza = 0
 coeff. carichi variabili sfavorevoli alla sicurezza = 1
 angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, ϕ_{2d} (°) = 31
 coesione drenata di progetto terreno di fondazione, C_{2d} = 0 kg/mq
 Risultante dei carichi in fondazione, R = 13970,33 kg
 angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = 23,06°
 eccentricità di R , E_c = -0,13 m
 $B/6$ = 0,42 m
 base del muro non parzializzata
 larghezza ridotta della fondazione, B' = 2,25 m
 fattori di inclinazione del carico, i_c = 0,55 i_q = 0,55 i_g = 0,07
 fattori del carico limite, N_c = 32,67 N_q = 20,63 N_g = 25,99
 carico limite unitario, q_{lim} = 2,55 kg/cmq

carico limite, $Q_{lim} = 57486,1 \text{ kg}$
carico di esercizio, $R_v = 12854,2 \text{ kg}$
coeff. di sicurezza = 4,47
verifica soddisfatta
condizione di sisma verticale più grovosa: dall'alto verso il basso

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico
angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 25,67$
coesione drenata di progetto, $C_d = 0 \text{ kg/mq}$
 n° di cerchi analizzati = 10
condizione di sisma verticale più grovosa: dal basso verso l'alto
Cerchio critico: $X_c (m) = 1,19$ $Y_c (m) = 5,13$ $R_c (m) = 5,81$
concio Wt Wq alfa ($^{\circ}$) u DX Fsh B Fsv N T
1 155,73 0 -41,58 0 0,46 7,93 4,27 3,97 274,56 68,83
2 437,73 0 -35,73 0 0,46 22,29 4,43 11,15 674,67 169,14
3 666,54 0 -30,29 0 0,46 33,95 4,57 16,97 927,43 232,51
4 851,45 0 -25,14 0 0,46 43,36 4,69 21,68 1093,14 274,05
5 998,41 0 -20,2 0 0,46 50,85 4,79 25,42 1201,83 301,3
6 1111,39 0 -15,42 0 0,46 56,6 4,86 28,3 1270,03 318,4
7 1193,08 0 -10,74 0 0,46 60,76 4,92 30,38 1307,43 327,77
8 1245,22 0 -6,13 0 0,46 63,42 4,95 31,71 1319,83 330,88
9 1394,46 0 -2,36 0 0,3 71,02 4,31 35,51 1446,14 362,55
10 3054,71 93,33 1,42 0 0,47 160,33 3,76 80,16 3209,21 804,55
11 3031,24 93,33 6,04 0 0,47 159,13 3,74 79,57 3138,73 786,88
12 2978,28 93,33 10,7 0 0,47 156,44 3,71 78,22 3060,56 767,28
13 2894,75 93,33 15,43 0 0,47 152,18 3,65 76,09 2972,99 745,33
14 2778,79 93,33 20,28 0 0,47 146,28 3,58 73,14 2873,63 720,42
15 2627,6 93,33 25,28 0 0,47 138,58 3,48 69,29 2758,99 691,68
16 2436,98 93,33 30,5 0 0,47 128,87 3,36 64,43 2623,84 657,8
17 2200,6 93,33 36,02 0 0,47 116,83 3,21 58,41 2459,85 616,68
18 1908,49 93,33 41,96 0 0,47 101,95 3,02 50,98 2252,69 564,75
19 1543,68 93,33 48,54 0 0,47 83,37 2,78 41,69 1974,81 495,08
20 1072,56 93,33 56,15 0 0,47 59,38 2,49 29,69 1562,31 391,67
21 402,37 93,33 65,94 0 0,47 25,25 2,12 12,62 798,45 200,17
 $L (m) = 11,78$
 $M_{resist} = 109430,04 \text{ kg}\cdot\text{m}$
 $M_{instab} = 57072,38 \text{ kg}\cdot\text{m}$
Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 1,917
verifica soddisfatta

VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

COMBINAZ. FONDAMENTALE 1 (assenza di sovraccarico accidentale)

Risultante dei carichi in fondazione $R = 13181,54 \text{ kg}$
componente orizzontale dei carichi in fondazione $R_h = 4077,6 \text{ kg}$
componente verticale dei carichi in fondazione $R_v = 12535 \text{ kg}$
angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $18,02^{\circ}$
eccentricità di R $E_c = 0 \text{ m}$
limite del nocciolo centrale d'inerzia della base di fondaz. $B/6 = 0,42 \text{ m}$
pressione di contatto all'estremo di fondazione di valle $p_1 = 4985,2 \text{ kg/mq}$
pressione di contatto all'estremo di fondazione di monte $p_2 = 5042,8 \text{ kg/mq}$
cedimento all'estremo di fondazione di valle $w_1 = 0,07 \text{ cm}$
cedimento all'estremo di fondazione di monte $w_2 = 0,07 \text{ cm}$
tangente dell'angolo di rotaz. della base della fondaz. = $-0,000003$ ($\beta = 0^{\circ}$)
Verifica allo S.L.E. soddisfatta

COMBINAZ. FONDAMENTALE 2 (presenza di sovraccarico accidentale)

Risultante dei carichi in fondazione $R = 13266,62 \text{ kg}$
componente orizzontale dei carichi in fondazione $R_h = 4344,77 \text{ kg}$
componente verticale dei carichi in fondazione $R_v = 12535 \text{ kg}$
angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $19,12^{\circ}$

eccentricità di R $E_c = -0,03$ m
limite del nocciolo centrale d'inerzia della base di fondaz. $B/6 = 0,42$ m
pressione di contatto all'estremo di fondazione di valle $p_1 = 5357,1$ kg/mq
pressione di contatto all'estremo di fondazione di monte $p_2 = 4670,9$ kg/mq
cedimento all'estremo di fondazione di valle $w_1 = 0,08$ cm
cedimento all'estremo di fondazione di monte $w_2 = 0,07$ cm
tangente dell'angolo di rotaz. della base della fondaz. $= 0,000039$ ($\beta=0^\circ$)
Verifica allo S.L.E. soddisfatta

COMBINAZ. SISMICA (sovraccarico accidentale con coeff. di combinaz.)

accelerazione orizz. max attesa al sito $a_{max} = 0,713$ m/s²
accelerazione critica $a_c = 13,651$ m/s²
rapporto $a_c/a_{max} = 19,15$
velocità orizz. max attesa al sito $V_{max} = 0,0402$ m/s
spostamento permanente indotto dal sisma $= 0$ cm
Verifica allo S.L.E. soddisfatta

ASCENSORE

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

Le verifiche al carico limite e allo scorrimento sul piano di posa (S.L.U.) vengono condotte in base all'Approccio 2

- le azioni permanenti vengono amplificate del coeff. parziale 1,3, quelle variabili del coeff. parziale 1,5
- i parametri geotecnici non vengono ridotti
- il coeff. di sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno non deve essere inferiore a 2,3
- il coeff. di sicurezza allo scorrimento sul piano di posa della fondazione non deve essere inferiore a 1,1

UNITA' DI MISURA

Sistema Tecnico

Lunghezze (dimensioni fondaz., coordinate, cedimenti, ...): m

Forze: kg

Forze distribuite per unità di lunghezza: kg/m

Forze distribuite per unità di superficie: kg/mq

Coesione: kg/mq

Pesi unità di volume: kg/mc

Carico limite unitario, resist. penetrom. di punta q_c , Moduli elastici: kg/cm²

Tensioni nel sottosuolo: kg/mq

Coordinate geografiche: gradi sessadecimali

Accelerazioni: m/s²

TIPO DI ANALISI

Verifiche geotecniche (carico limite, scorrimento sul piano di posa) e calcolo dei cedimenti

calcolo carico limite complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

calcolo dei fattori di forma: Espressioni più accreditate

viene considerata la resistenza del terreno superficiale

viene considerato l'attrito sul p.p. della fondazione

CAMPO DI APPLICAZIONE

terreni omogenei ed isotropi

piano di posa della fondazione e piano di campagna orizzontali

INPUT DEL PROBLEMA

TIPO DI TERRENI

Terreni a grana fina (saturi)

GEOMETRIA

forma fondazione/area di carico: rettangolare

lunghezza della fondazione, $L = 5,2$ m

larghezza/diametro della fondazione $B = 4$ m

affond. piano di posa fondazione $D = 3$ m

affondamento falda rispetto al piano di campagna $H_w = 6$ m

CARICHI ESTERNI CHE LA FONDAZIONE TRASMETTE AL TERRENO

combinazione fondam. non sismica (valori caratteristici, non amplificati)

componente verticale N: permanente = 21802 kg; variabile = 0 kg

componente orizzontale Tx: permanente = 0 kg; variabile = 0 kg

componente orizzontale Ty: permanente = 0 kg; variabile = 0 kg

momento My: permanente = 0,01 kg*m; variabile = 0 kg*m

momento Mx: permanente = 0,03 kg*m; variabile = 0 kg*m

combinazione sismica

componente verticale N = 11289 kg

componente orizzontale Tx = 6166 kg

componente orizzontale Ty = 0 kg

momento My = 0 kg*m

momento Mx = 0 kg*m

per il calcolo dei cedimenti

componente verticale N = 21802 kg

momento My = 0 kg*m

momento Mx = 0 kg*m

RISPOSTA SISMICA LOCALE

Analisi sismica con il Metodo di Paolucci & Pecker

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine (°) = 11,15; Latitudine (°) = 43,47

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione (all. B DM 14/01/2008)

Nodo	ID	Dist (km)
------	----	-----------

1	21389	1
---	-------	---

2	21167	4,6
---	-------	-----

3	21611	6,6
---	-------	-----

4	21390	7,5
---	-------	-----

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50$ anni

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = B

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81$ m/s²

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno superficiale $g_1 = 1650$ kg/mc

peso saturo dell'unità di volume del terreno superficiale $g_{1sat} = 1750$ kg/mc

peso immerso dell'unità di volume del terreno superficiale $g'_1 = 750$ kg/mc

angolo di resistenza al taglio terreno superficiale ϕ_1 (°) = 28

peso dell'unità di volume dell'acqua $g_w = 1000$ kg/mc

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione $g_2 = 1750$ kg/mc

peso saturo dell'unità di volume del terreno di fondazione $g_{2sat} = 1850$ kg/mc

peso immerso dell'unità di volume del terreno di fondazione $g'_2 = 850$ kg/mc

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione ϕ_2 (°) = 31

coesione drenata terreno di fondazione $c'_2 = 0$ kg/mq

coesione non drenata del terreno di fondazione $c_{u2} = 0$ kg/mq

DATI PER IL CALCOLO DEI CEDIMENTI (terreni a grana fina)

Metodo della Teoria della Elasticità

altezza banco deformabile che partecipa al cedimento $H_t = 4$ m (dal piano di posa)

n° di strati in cui si divide il banco = 10

altezza degli strati = 0,4 m

coordinate del punto del piano di posa della fondazione in cui si calcola il cedimento: $X_p = 0$ m $Y_p = 0$ m

coeff. di Poisson dello scheletro solido, $\nu' = 0,15$

Modulo di Young dello scheletro solido, $E' = 10$ kg/cm²

Modulo di Young non drenato, $E_o = 70$ kg/cm²

OUTPUT DEL PROBLEMA

CARICO LIMITE e/o SCORRIMENTO

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,449	0,046	2,525	0,242
50	0,561	0,057	2,537	0,251

72	0,657	0,067	2,504	0,26
101	0,757	0,077	2,501	0,262
140	0,867	0,088	2,475	0,27
201	1 0,	102	2,473	0,27
475	1,359	0,139	2,478	0,28
975	1,701	0,173	2,512	0,282
2475	2,195	0,224	2,563	0,29

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ anni

coeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$

Verifiche agli SLU (Stato Limite di salvaguardia della Vita)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 10\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 475$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $a_g = 1,359 \text{ m/s}^2$

parametro $F_o = 2,478$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 1,631 \text{ m/s}^2$

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,2$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_s = 0,24$

Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,0399$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,0199$

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $a_g = 0,561 \text{ m/s}^2$

parametro $F_o = 2,537$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,673 \text{ m/s}^2$

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,2$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_s = 0,2$

Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,0137$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,0069$

COMBINAZIONE DI CARICO NON SISMICA

APPROCCIO 2 - COMBINAZ. COEFF. PARZIALI $A_1 + M_1 + R_3$

Verifica a breve termine

Azioni di progetto

componente verticale $N_d = 28342,6 \text{ kg}$

componente orizzontale $T_{xd} = 0 \text{ kg}$

componente orizzontale $T_{yd} = 0 \text{ kg/m}$

eccentricità lungo x $e_x = 0 \text{ m}$

eccentricità lungo y $e_y = 0 \text{ m}$

Parametri geotecnici (di resistenza) di progetto

angolo di resistenza al taglio terreno superficiale, $F_{i1d} (^\circ) = 0$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $F_{i2d} (^\circ) = 0$

coesione terreno di fondazione, $c_{2d} = 0 \text{ kg/mq}$

Fattori del carico limite

$N_c = 5,70$

$N_q = 1,00$

$N_{\gamma} = 0,00$

fatt. inclinaz. carico $i_c = 1,00$

fatt. inclinaz. carico $i_q = 1,00$

fatt. inclinaz. carico $i_{\gamma} = 1,00$

fatt. resist. terr. superf. $d_c = 1,15$

fatt. resist. terr. superf. $d_q = 1,00$

fatt. resist. terr. superf. $d_{\gamma} = 1,00$

fatt. forma fondaz. $f_c = 1,13$

fatt. forma fondaz. $f_q = 1,00$

fatt. forma fondaz. $f_{\gamma} = 0,69$

Carico limite unitario, $q_{lim} = 0,52 \text{ kg/cm}^2$

Carico limite complessivo, $Q_{lim} = 109.199,94 \text{ kg}$

Sottospinta, $S_w = 0,00 \text{ kg}$

Carico applicato, $Q = 28.342,60 \text{ kg}$

Coeff. di sicurezza al carico limite = 3,85

Verifica al carico limite soddisfatta (coeff. di sicurezza non minore di 2,3)

COMBINAZIONE DI CARICO NON SISMICA

APPROCCIO 2 - COMBINAZ. COEFF. PARZIALI A1+M1+R3

Verifica a lungo termine

Azioni di progetto

componente verticale $N_d = 28342,6 \text{ kg}$

componente orizzontale $T_{xd} = 0 \text{ kg}$

componente orizzontale $T_{yd} = 0 \text{ kg/m}$

eccentricità lungo x $e_x = 0 \text{ m}$

eccentricità lungo y $e_y = 0 \text{ m}$

Parametri geotecnici (di resistenza) di progetto

angolo di resistenza al taglio terreno superficiale, $\phi_{1d} (^{\circ}) = 28$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $\phi_{2d} (^{\circ}) = 31$

coesione terreno di fondazione, $c_{2d} = 0 \text{ kg/mq}$

Fattori del carico limite

$N_c = 40,41$

$N_q = 25,28$

$N_{\gamma} = 18,56$

fatt. inclinaz. carico $i_c = 1,00$

fatt. inclinaz. carico $i_q = 1,00$

fatt. inclinaz. carico $i_{\gamma} = 1,00$

fatt. resist. terr. superf. $d_c = 1,27$

fatt. resist. terr. superf. $d_q = 1,13$

fatt. resist. terr. superf. $d_{\gamma} = 1,13$

fatt. forma fondaz. $f_c = 1,48$

fatt. forma fondaz. $f_q = 1,46$

fatt. forma fondaz. $f_{\gamma} = 0,69$

Carico limite unitario, $q_{lim} = 11,89 \text{ kg/cmq}$

Carico limite complessivo, $Q_{lim} = 2.474.068,54 \text{ kg}$

Sottospinta, $S_w = 0,00 \text{ kg}$

Carico applicato, $Q = 28.342,60 \text{ kg}$

Coeff. di sicurezza al carico limite = 87,29

Verifica al carico limite soddisfatta (coeff. di sicurezza non minore di 2,3)

COMBINAZIONE SISMICA

APPROCCIO 2 - COMBINAZ. COEFF. PARZIALI M1+R3

Verifica a lungo termine

Azioni di progetto

componente verticale $N_d = 11289 \text{ kg}$

componente orizzontale $T_{xd} = 6166 \text{ kg}$

componente orizzontale $T_{yd} = 0 \text{ kg/m}$

eccentricità lungo x $e_x = 0 \text{ m}$

eccentricità lungo y $e_y = 0 \text{ m}$

Parametri geotecnici (di resistenza) di progetto

angolo di resistenza al taglio terreno superficiale, $\phi_{1d} (^{\circ}) = 28$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $\phi_{2d} (^{\circ}) = 31$

coesione terreno di fondazione, $c_{2d} = 0 \text{ kg/mq}$

Fattori del carico limite

$N_c = 40,41$

$N_q = 25,28$

$N_{\gamma} = 18,56$

fatt. inclinaz. carico $i_c = 0,46$

fatt. inclinaz. carico $i_q = 0,46$

fatt. inclinaz. carico $i_{\gamma} = 0,01$

fatt. resist. terr. superf. $d_c = 1,27$

fatt. resist. terr. superf. $d_q = 1,13$

fatt. resist. terr. superf. $d_{\gamma} = 1,13$

fatt. forma fondaz. $f_c = 1,48$

fatt. forma fondaz. $f_q = 1,46$

fatt. forma fondaz. $f_{\gamma} = 0,69$

$z_c = 0,987$

$z_q = 0,976$

$z_{\gamma} = 0,976$

Carico limite unitario, $q_{lim} = 4,29 \text{ kg/cm}^2$

Carico limite complessivo, $Q_{lim} = 891.933,10 \text{ kg}$

Sottospinta, $S_w = 0,00 \text{ kg}$

Carico applicato, $Q = 11.289,00 \text{ kg}$

Coeff. di sicurezza al carico limite = 79,01

Verifica al carico limite soddisfatta (coeff. di sicurezza non minore di 2,3)

LEGENDA

CRD: Condizioni di Rottura Drenate

z: affondamento punto medio generico strato dal piano campagna

sxo, syo, szo: incrementi di tensioni normali a $t=0$ (istante di applicazione dei carichi)

uo: sovrappressione neutra a $t=0$ (istante di applicazione dei carichi)

sxf, syf, szf: incrementi di tensioni normali a $t=\infty$

uf: sovrappressione neutra a $t=\infty$

s'zo: tensione efficace verticale litostatica (prima dell'applicazione dei carichi)

10. RISULTATI DELLE ANALISI E LORO COMMENTO

Dai calcoli innanzi riportati si evidenzia quanto segue:

- Le disequazioni di verifica degli SLU, SLE sono tutte soddisfatte (ovvero il valore della resistenza del terreno è sempre maggiore del valore della pressione massima ivi esercitata dalla struttura in progetto);
- I valori massimi dei cedimenti sono compatibili con la funzionalità della relativa opera/membratura da realizzare;
- La verifica della stabilità globale della fondazione, obbligatoria secondo le NTC 6.4.1 "Nel caso di opere situate su pendii o in prossimità di pendii naturali o artificiali deve essere valutata la stabilità globale del pendio in assenza ed in presenza dell'opera e di eventuali scavi, riporti o interventi di altra natura necessari alla sua realizzazione", è stata condotta per i muri sostegno.
- Date le caratteristiche geologico/tecniche degli strati fondali e del livello di falda non si prevedono fenomeni di instabilità né fenomeni di liquefazione.

In considerazione degli interventi da effettuare sui manufatti preesistenti e considerata l'entità delle sollecitazioni da imprimere in fondazione per i nuovi manufatti, si ritiene che non sussistano significativi e/o particolari problemi geotecnici inerenti alle fondazioni e alla loro interazione con il terreno.

A L L E G A T I

Pericolosità sismica



Tipo costruzione (Art. 2.4.1)

- ☐ Tipo 1 ($V_n \leq 10$ anni)
☒ Tipo 2 ($V_n \geq 50$ anni)
☐ Tipo 3 ($V_n \geq 100$ anni)

Classe d'uso (Art. 2.4.2)

- ☐ Classe I
☒ Classe II
☐ Classe III
☐ Classe IV

Vita Nominale V_n (anni): 50.00

Periodo di riferimento per l'azione sismica (≥ 35 anni): $VR = V_n \cdot C_u = 50.00 \cdot 1.00 = 50.00$ anni

Pvr % (Art. 3.2.1)

SLO	81.00
SLD	63.00
SLV	10.00
SLC	5.00

Periodo di ritorno T_r (anni)

SLO	30.00
SLD	50.00
SLV	475.00
SLC	975.00

Posizione del sito

Comune: Bernalda - (MT)

Longitudine 16.6880

☒ Latitudine 40.4080

Cerca con Google Map

☐ Isola: Sardegna

Nodi intorno al sito

ID	Longitudine	Latitudine	Dist. sito (Km)
34792	16.7090	40.4390	3.8821
34791	16.6430	40.4410	5.2941
35013	16.6410	40.3910	4.4102
35014	16.7060	40.3890	2.6076

Parametri di pericolosità sismica

	a_g (g/10)	F_0 (adim)	TC^* (sec)
SLO	0.3542	2.4239	0.2800
SLD	0.4453	2.4458	0.3142
SLV	1.0175	2.5695	0.4137
SLC	1.2448	2.6580	0.4273

Ricalcola >

Avanti >

Annulla

?

N.B. Dal valore tabellato, per ottenere a_g in (g), dividerlo per 10; per ottenerlo in m/sec^2 , moltiplicarlo per 0.9806

Parametri sismici



Categoria di sottosuolo (Art. 3.2.2)

- ☐ Categoria A
☒ Categoria B
☐ Categoria C
☐ Categoria D
☐ Categoria E

Categoria topografica (Art. 3.2.2)

- ☒ Categoria T1
☐ Categoria T2
☐ Categoria T3
☐ Categoria T4

Rapporto h/H altezza pendio: 1.00

Coeff. amplif. topografica St: 1.00

Coeff. smorzamento (%) ξ : 5.00 $\Rightarrow \eta = 1.000$

Parametri spettri orizzontali e Fv

	S	TB	TC	TD	Fv	Cc	Ss
SLO	1.200	0.132	0.397	1.742	0.616	1.419	1.200
SLD	1.200	0.145	0.436	1.778	0.697	1.387	1.200
SLV	1.200	0.181	0.543	2.007	1.106	1.312	1.200
SLC	1.200	0.186	0.557	2.098	1.266	1.304	1.200

Ricalcola =>

Parametri spettri verticali

Ss	TB	TC	TD
1.000	0.050	0.150	1.000

Fattore di struttura spettro orizz. direz X1 q_{X1} : 4.500

Fattore di struttura spettro orizz. direz Y1 q_{Y1} : 4.500

Fattore di struttura spettro verticale q : 1.500

Classe di duttilità

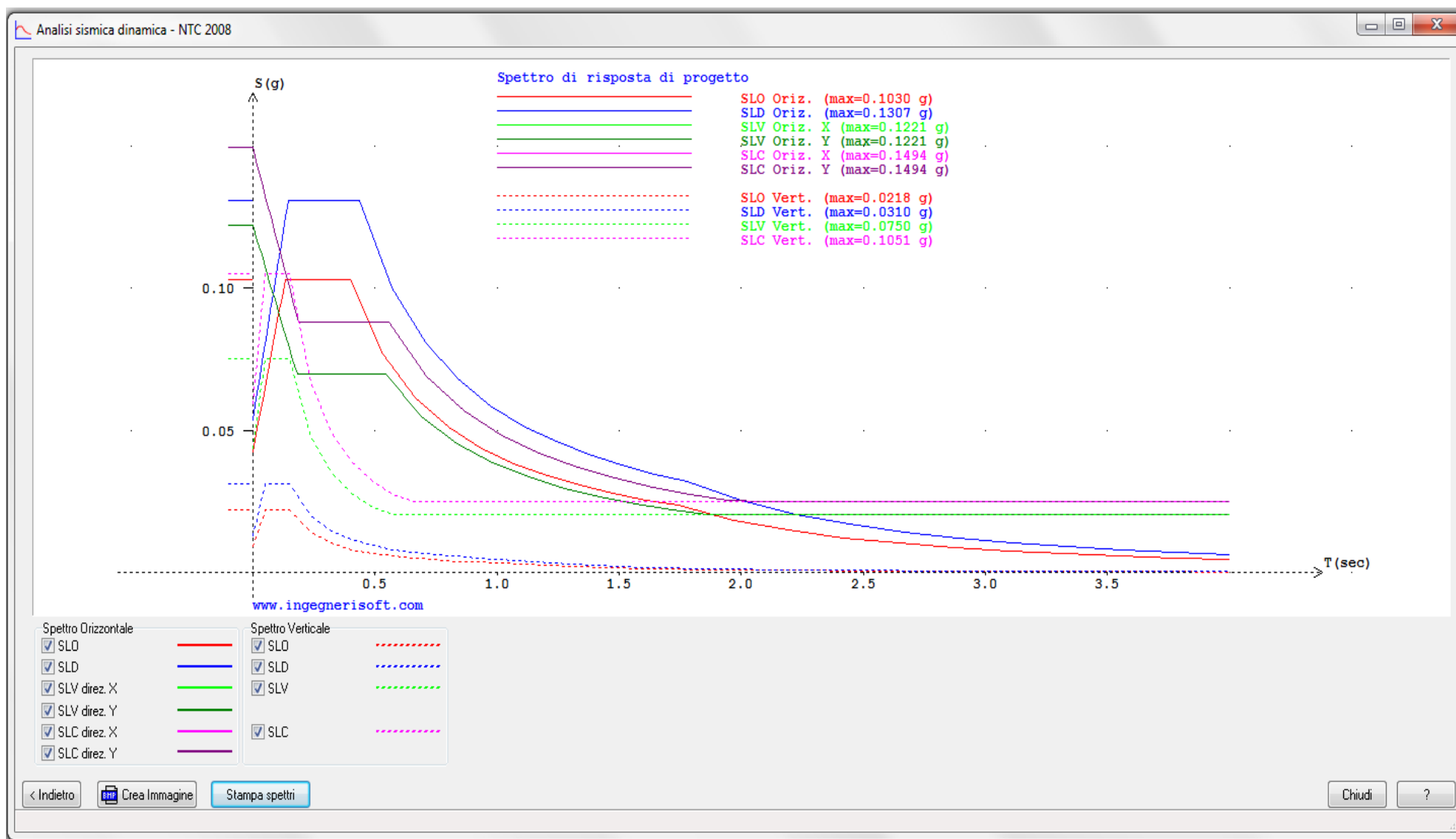
- ☐ Alta (CD'A')
 ☒ Bassa (CD'B')

< Indietro

Avanti >

Annulla

?



+-----+
 Spettri di risposta
 +-----+

Spettro di risposta di progetto SLO orizzontale

ag= 0.0354 g; F0= 2.4239; TC*= 0.2800 s;

TB= 0.1320 s; TC= 0.3970 s; TD= 1.7420 s; S= 1.2000 ; csi= 5.0000

n	T(sec)	S(T) g	S(T) cm/sec^2
1	0.000000	0.0425	41.6822
2	0.013200	0.0486	47.6173
3	0.026400	0.0546	53.5524
4	0.039600	0.0607	59.4876
5	0.052800	0.0667	65.4227
6	0.066000	0.0728	71.3578
7	0.079200	0.0788	77.2929
8	0.092400	0.0849	83.2281
9	0.105600	0.0909	89.1632
10	0.118800	0.0970	95.0983
11	0.132000	0.1030	101.0334
12	0.397000	0.1030	101.0334
13	0.531490	0.0770	75.4676
14	0.665980	0.0614	60.2275
15	0.800470	0.0511	50.1084
16	0.934960	0.0437	42.9005
17	1.069450	0.0382	37.5055
18	1.203940	0.0340	33.3158
19	1.338430	0.0306	29.9682
20	1.472920	0.0278	27.2318
21	1.607410	0.0254	24.9534
22	1.741900	0.0235	23.0281
23	1.742000	0.0235	23.0254
24	1.967800	0.0184	18.0444
25	2.193600	0.0148	14.5207
26	2.419400	0.0122	11.9368
27	2.645200	0.0102	9.9859
28	2.871000	0.0086	8.4769
29	3.096800	0.0074	7.2858
30	3.322600	0.0065	6.3292
31	3.548400	0.0057	5.5493
32	3.774200	0.0050	4.9052
33	4.000000	0.0045	4.3670

Spettro di risposta di progetto SLD orizzontale

ag= 0.0445 g; F0= 2.4458; TC*= 0.3142 s;

TB= 0.1450 s; TC= 0.4360 s; TD= 1.7780 s; S= 1.2000 ; csi= 5.0000

n	T(sec)	S(T) g	S(T) cm/sec^2
1	0.000000	0.0534	52.4028
2	0.014500	0.0612	59.9792
3	0.029000	0.0689	67.5556
4	0.043500	0.0766	75.1320
5	0.058000	0.0843	82.7084
6	0.072500	0.0921	90.2848
7	0.087000	0.0998	97.8612
8	0.101500	0.1075	105.4376
9	0.116000	0.1152	113.0140
10	0.130500	0.1230	120.5904
11	0.145000	0.1307	128.1668
12	0.436000	0.1307	128.1668
13	0.570190	0.0999	98.0037
14	0.704380	0.0809	79.3332
15	0.838570	0.0680	66.6381
16	0.972760	0.0586	57.4455

17	1.106950	0.0515	50.4817
18	1.241140	0.0459	45.0237
19	1.375330	0.0414	40.6308
20	1.509520	0.0377	37.0189
21	1.643710	0.0347	33.9967
22	1.777900	0.0321	31.4325
23	1.778000	0.0320	31.4290
24	2.000200	0.0253	24.8340
25	2.222400	0.0205	20.1164
26	2.444600	0.0170	16.6256
27	2.666800	0.0142	13.9705
28	2.889000	0.0121	11.9042
29	3.111200	0.0105	10.2645
30	3.333400	0.0091	8.9417
31	3.555600	0.0080	7.8590
32	3.777800	0.0071	6.9617
33	4.000000	0.0063	6.2097

Spettro di risposta di progetto SLV orizzontale

ag= 0.1018 g; F0= 2.5695; TC*= 0.4137 s;

TB= 0.1810 s; TC= 0.5430 s; TD= 2.0070 s; S= 1.2000 ; q= 4.5000

n	T(sec)	S(T) g	S(T) cm/sec^2
1	0.000000	0.1221	119.7392
2	0.018100	0.1169	114.6024
3	0.036200	0.1116	109.4656
4	0.054300	0.1064	104.3288
5	0.072400	0.1011	99.1919
6	0.090500	0.0959	94.0551
7	0.108600	0.0907	88.9183
8	0.126700	0.0854	83.7815
9	0.144800	0.0802	78.6447
10	0.162900	0.0750	73.5079
11	0.181000	0.0697	68.3711
12	0.543000	0.0697	68.3711
13	0.689390	0.0549	53.8527
14	0.835780	0.0453	44.4202
15	0.982170	0.0385	37.7995
16	1.128560	0.0335	32.8963
17	1.274950	0.0297	29.1192
18	1.421340	0.0266	26.1201
19	1.567730	0.0241	23.6811
20	1.714120	0.0221	21.6586
21	1.860510	0.0204	19.9565
22	2.006900	0.0204	19.9565
23	2.007000	0.0204	19.9565
24	2.206300	0.0204	19.9565
25	2.405600	0.0204	19.9565
26	2.604900	0.0204	19.9565
27	2.804200	0.0204	19.9565
28	3.003500	0.0204	19.9565
29	3.202800	0.0204	19.9565
30	3.402100	0.0204	19.9565
31	3.601400	0.0204	19.9565
32	3.800700	0.0204	19.9565
33	4.000000	0.0204	19.9565

Spettro di risposta di progetto SLC orizzontale

ag= 0.1245 g; F0= 2.6580; TC*= 0.4273 s;

TB= 0.1860 s; TC= 0.5570 s; TD= 2.0980 s; S= 1.2000 ; q= 4.5000

n	T(sec)	S(T) g	S(T) cm/sec^2
1	0.000000	0.1494	146.4878
2	0.018600	0.1433	140.4916
3	0.037200	0.1371	134.4953
4	0.055800	0.1310	128.4991
5	0.074400	0.1249	122.5029

6	0.093000	0.1188	116.5066
7	0.111600	0.1127	110.5104
8	0.130200	0.1066	104.5142
9	0.148800	0.1005	98.5179
10	0.167400	0.0943	92.5217
11	0.186000	0.0882	86.5255
12	0.557000	0.0882	86.5255
13	0.711090	0.0691	67.7758
14	0.865180	0.0568	55.7048
15	1.019270	0.0482	47.2835
16	1.173360	0.0419	41.0741
17	1.327450	0.0370	36.3062
18	1.481540	0.0332	32.5301
19	1.635630	0.0300	29.4655
20	1.789720	0.0275	26.9286
21	1.943810	0.0253	24.7939
22	2.097900	0.0249	24.4146
23	2.098000	0.0249	24.4146
24	2.288200	0.0249	24.4146
25	2.478400	0.0249	24.4146
26	2.668600	0.0249	24.4146
27	2.858800	0.0249	24.4146
28	3.049000	0.0249	24.4146
29	3.239200	0.0249	24.4146
30	3.429400	0.0249	24.4146
31	3.619600	0.0249	24.4146
32	3.809800	0.0249	24.4146
33	4.000000	0.0249	24.4146

Spettro di risposta di progetto SLO verticale

ag= 0.0354 g; TC*= 0.2800 s; Fv= 0.6160;

TB= 0.0500 s; TC= 0.1500 s; TD= 1.0000 s; Ss= 1.0000 ; csi= 5.0000

n	T(sec)	S(T) g	S(T) cm/sec ²
1	0.000000	0.0090	8.8274
2	0.005000	0.0103	10.0844
3	0.010000	0.0116	11.3413
4	0.015000	0.0128	12.5983
5	0.020000	0.0141	13.8552
6	0.025000	0.0154	15.1122
7	0.030000	0.0167	16.3691
8	0.035000	0.0180	17.6260
9	0.040000	0.0193	18.8830
10	0.045000	0.0205	20.1399
11	0.050000	0.0218	21.3969
12	0.150000	0.0218	21.3969
13	0.234990	0.0139	13.6581
14	0.319980	0.0102	10.0304
15	0.404970	0.0081	7.9253
16	0.489960	0.0067	6.5506
17	0.574950	0.0057	5.5823
18	0.659940	0.0050	4.8634
19	0.744930	0.0044	4.3085
20	0.829920	0.0039	3.8673
21	0.914910	0.0036	3.5080
22	0.999900	0.0033	3.2102
23	1.000000	0.0033	3.2095
24	1.300000	0.0019	1.8991
25	1.600000	0.0013	1.2537
26	1.900000	0.0009	0.8891
27	2.200000	0.0007	0.6631
28	2.500000	0.0005	0.5135
29	2.800000	0.0004	0.4094
30	3.100000	0.0003	0.3340
31	3.400000	0.0003	0.2776
32	3.700000	0.0002	0.2344

33 4.000000 0.0002 0.2006

Spettro di risposta di progetto SLD verticale

ag= 0.0445 g; TC*= 0.3142 s; Fv= 0.6970;

TB= 0.0500 s; TC= 0.1500 s; TD= 1.0000 s; Ss= 1.0000 ; csi= 5.0000

n	T(sec)	S(T) g	S(T) cm/sec^2
1	0.000000	0.0127	12.4447
2	0.005000	0.0145	14.2440
3	0.010000	0.0164	16.0432
4	0.015000	0.0182	17.8425
5	0.020000	0.0200	19.6418
6	0.025000	0.0219	21.4410
7	0.030000	0.0237	23.2403
8	0.035000	0.0255	25.0395
9	0.040000	0.0274	26.8388
10	0.045000	0.0292	28.6380
11	0.050000	0.0310	30.4373
12	0.150000	0.0310	30.4373
13	0.234990	0.0198	19.4289
14	0.319980	0.0145	14.2684
15	0.404970	0.0115	11.2739
16	0.489960	0.0095	9.3183
17	0.574950	0.0081	7.9409
18	0.659940	0.0071	6.9182
19	0.744930	0.0062	6.1289
20	0.829920	0.0056	5.5012
21	0.914910	0.0051	4.9902
22	0.999900	0.0047	4.5665
23	1.000000	0.0047	4.5656
24	1.300000	0.0028	2.7015
25	1.600000	0.0018	1.7834
26	1.900000	0.0013	1.2647
27	2.200000	0.0010	0.9433
28	2.500000	0.0007	0.7305
29	2.800000	0.0006	0.5823
30	3.100000	0.0005	0.4751
31	3.400000	0.0004	0.3949
32	3.700000	0.0003	0.3335
33	4.000000	0.0003	0.2853

Spettro di risposta di progetto SLV verticale

ag= 0.1018 g; TC*= 0.4137 s; Fv= 1.1060;

TB= 0.0500 s; TC= 0.1500 s; TD= 1.0000 s; Ss= 1.0000 ; q= 1.5000

n	T(sec)	S(T) g	S(T) cm/sec^2
1	0.000000	0.0438	42.9498
2	0.005000	0.0469	46.0122
3	0.010000	0.0500	49.0745
4	0.015000	0.0532	52.1368
5	0.020000	0.0563	55.1991
6	0.025000	0.0594	58.2615
7	0.030000	0.0625	61.3238
8	0.035000	0.0657	64.3861
9	0.040000	0.0688	67.4484
10	0.045000	0.0719	70.5108
11	0.050000	0.0750	73.5731
12	0.150000	0.0750	73.5731
13	0.234990	0.0479	46.9635
14	0.319980	0.0352	34.4895
15	0.404970	0.0278	27.2513
16	0.489960	0.0230	22.5242
17	0.574950	0.0204	19.9565
18	0.659940	0.0204	19.9565
19	0.744930	0.0204	19.9565
20	0.829920	0.0204	19.9565
21	0.914910	0.0204	19.9565

22	0.999900	0.0204	19.9565
23	1.000000	0.0204	19.9565
24	1.300000	0.0204	19.9565
25	1.600000	0.0204	19.9565
26	1.900000	0.0204	19.9565
27	2.200000	0.0204	19.9565
28	2.500000	0.0204	19.9565
29	2.800000	0.0204	19.9565
30	3.100000	0.0204	19.9565
31	3.400000	0.0204	19.9565
32	3.700000	0.0204	19.9565
33	4.000000	0.0204	19.9565

Spettro di risposta di progetto SLC verticale

ag= 0.1245 g; TC*= 0.4273 s; Fv= 1.2660;

TB= 0.0500 s; TC= 0.1500 s; TD= 1.0000 s; Ss= 1.0000 ; q= 1.5000

n	T(sec)	S(T) g	S(T) cm/sec^2
1	0.000000	0.0593	58.1432
2	0.005000	0.0639	62.6319
3	0.010000	0.0684	67.1205
4	0.015000	0.0730	71.6092
5	0.020000	0.0776	76.0978
6	0.025000	0.0822	80.5865
7	0.030000	0.0868	85.0751
8	0.035000	0.0913	89.5638
9	0.040000	0.0959	94.0524
10	0.045000	0.1005	98.5411
11	0.050000	0.1051	103.0298
12	0.150000	0.1051	103.0298
13	0.234990	0.0671	65.7665
14	0.319980	0.0493	48.2982
15	0.404970	0.0389	38.1620
16	0.489960	0.0322	31.5423
17	0.574950	0.0274	26.8797
18	0.659940	0.0249	24.4146
19	0.744930	0.0249	24.4146
20	0.829920	0.0249	24.4146
21	0.914910	0.0249	24.4146
22	0.999900	0.0249	24.4146
23	1.000000	0.0249	24.4146
24	1.300000	0.0249	24.4146
25	1.600000	0.0249	24.4146
26	1.900000	0.0249	24.4146
27	2.200000	0.0249	24.4146
28	2.500000	0.0249	24.4146
29	2.800000	0.0249	24.4146
30	3.100000	0.0249	24.4146
31	3.400000	0.0249	24.4146
32	3.700000	0.0249	24.4146
33	4.000000	0.0249	24.4146